

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SOSTENIBILIDAD DE EDIFICACIONES
INMOBILIARIAS NUEVAS Y EXISTENTES, CON PROPUESTA Y APLICACIÓN
DE LA CERTIFICACIÓN GREEN UNI**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

MARCK STEEWAR REGALADO ESPINOZA

ASESOR

MSc. EDWARD SANTA MARÍA DÁVILA

LIMA - PERÚ

2019

© 2019, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

“El autor autoriza a la UNI a reproducir la Tesis en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”

REGALADO ESPINOZA, Marck Steewar
marck.regalado.e@uni.pe
956319671 - 3327855

A mis padres Moisés y María

Por darme la vida, educación y constantes consejos para nunca rendirme.

A mis hermanos David y Jeordy

Por su apoyo emocional durante la elaboración de esta tesis.

A mi asesor Edward Santa María

Por su constante preocupación y orientación que contribuyeron al logro de mis metas y objetivos trazados.

A mi novia Alessandra

Por su aliento y ayuda en los momentos que sentía que no podría lograrlo.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, expreso mi agradecimiento al asesor de la presente tesis de grado, el M.Sc. Edward Santa María Dávila, por el constante seguimiento, dedicación y motivación en esta etapa de mi vida, por su rigor y control de la calidad de lo elaborado, por siempre inculcar en mí el gusto hacia la investigación, y por la confianza ofrecida en los proyectos que hemos y seguimos realizando.

También, agradezco a la Universidad Nacional de Ingeniería, por brindarme una excelente plana docente, de quienes he adquirido conocimientos, experiencias y la ética profesional que debe caracterizar a un ingeniero civil.

Asimismo, doy las gracias a mi familia, a mis padres y hermanos, con quienes he compartido toda mi vida, por su paciencia, su cariño, su ayuda incondicional en los momentos que los he necesitado, por haberme permitido estudiar esta carrera en la universidad que decidí y por siempre confiar en mis capacidades académicas.

Además, agradezco a todos los compañeros que he conocido a lo largo de mi carrera profesional, con quienes he compartido, dentro y fuera de las aulas de clase, una serie de experiencias tanto académicas como sociales, tanto alegres como agobiantes.

Finalmente, agradezco a mi novia, por otorgarme su apoyo emocional y por brindarme continuas palabras de aliento cuando sentía que no podría concretar esta tesis de grado.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	6
ABSTRACT	8
PRÓLOGO	10
LISTA DE TABLAS	11
LISTA DE FIGURAS	14
LISTA DE SÍMBOLOS	15
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	16
1.1 GENERALIDADES	16
1.2 PROBLEMÁTICA	17
1.2.1 Problema general	17
1.2.2 Problemas específicos	18
1.3 OBJETIVOS	18
1.3.1 Objetivo general	19
1.3.2 Objetivos específicos	20
1.4 HIPÓTESIS	20
1.4.1 Hipótesis general	20
1.4.2 Hipótesis específicas	20
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO	22
2.1 SOSTENIBILIDAD	22
2.2 CERTIFICACIONES PARA EVALUAR LA SOSTENIBILIDAD EN EDIFICIOS	22
2.2.1 Certificación LEED	23
2.2.2 Certificación BREEAM	24
2.2.3 Tendencia de certificación en el Perú	24
2.3 CICLO DE VIDA DE UN EDIFICIO	25
2.4 CALIDAD INTERIOR DEL AIRE	26
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE CERTIFICACIONES EXTRANJERAS	27
3.1 CERTIFICACIÓN EXTRANJERA	27
3.1.1 Sitios sustentables	27
3.1.2 Eficiencia del agua	28

3.1.3	Energía y atmósfera	29
3.1.4	Materiales y recursos	31
3.1.5	Calidad ambiental interior	34
3.1.6	Innovación en las operaciones	36
3.2	CERTIFICACIÓN BREEAM	38
3.2.1	Gestión	38
3.2.2	Salud y Bienestar	39
3.2.3	Energía	40
3.2.4	Transporte	41
3.2.5	Agua	42
3.2.6	Materiales	43
3.2.7	Residuos	44
3.2.8	Uso del suelo y ecología	45
3.2.9	Contaminación	46
3.3	ANÁLISIS DE INDICADORES	47
3.3.1	Aciertos	47
3.3.2	Discrepancias	48
CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE LIMA		49
4.1	ARMONÍA DEL EDIFICIO CON EL EXTERIOR	49
4.1.1	Nivel de vulnerabilidad ante desastres naturales	50
4.1.2	Planificación urbana	50
4.1.3	Impacto laboral	51
4.2	EFICIENCIA DEL EDIFICIO	51
4.2.1	Huella hídrica	51
4.2.2	Huella energética	52
4.2.3	Generación de residuos sólidos	52
4.3	CONFORT EN AMBIENTES INTERIORES DEL EDIFICIO	53
4.3.1	Niveles de humedad y temperatura	53
4.3.2	Niveles de iluminación	53
4.3.3	Percepción sonora	54
4.4	CALIDAD DE AMBIENTES INTERIORES	54
4.4.1	Contaminación en el aire	54
4.4.2	Áreas verdes	55
4.4.3	Agua potable	55

CAPÍTULO V: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	57
5.1 PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA	57
5.2 ARMONÍA DEL EDIFICIO CON EL EXTERIOR	61
5.2.1 Nivel de vulnerabilidad	61
5.2.2 Planificación urbana	62
5.2.2.1 <i>Utilización de áreas vírgenes</i>	62
5.2.2.2 <i>Ocupación y alteración del terreno</i>	63
5.2.2.3 <i>Servicios básicos</i>	65
5.2.2.4 <i>Estaciones de transporte público</i>	68
5.2.2.5 <i>Empleo de bicicletas</i>	71
5.2.3 Creación de puestos de trabajo	72
5.3 EFICIENCIA DEL EDIFICIO	74
5.3.1 Huella energética	74
5.3.2 Método de secado de prendas	76
5.3.3 Huella hídrica	78
5.4 CONFORT EN AMBIENTES INTERIORES	80
5.4.1 Niveles de temperatura y humedad	80
5.4.2 Percepción sonora	83
5.4.3 Niveles de iluminación	85
5.4.4 Percepción olfativa	87
5.5 CALIDAD DE AMBIENTES INTERIORES	89
5.5.1 Concentración de CO ₂	89
5.5.2 Áreas verdes	91
5.5.3 Agua potable	93
CAPÍTULO VI: MODELO DE CERTIFICACIÓN GREEN UNI	95
6.1 ALCANCE DEL MODELO DE CERTIFICACIÓN	95
6.2 CATEGORÍAS E INDICADORES	96
6.2.1 Categoría 1: Armonía de la edificación con el exterior	97
6.2.1.1 <i>Nivel de vulnerabilidad del edificio</i>	97
6.2.1.2 <i>Ubicación del edificio</i>	98
6.2.1.3 <i>Aprovechamiento del terreno</i>	100
6.2.1.4 <i>Cercanía a servicios básicos</i>	102
6.2.1.5 <i>Cercanía a servicios de transporte público</i>	105
6.2.1.6 <i>Fomento de empleo de bicicletas</i>	108

6.2.1.7	<i>Puestos de trabajo generados</i>	109
6.2.2	Categoría 2: Eficiencia del edificio	112
6.2.2.1	<i>Consumo energético</i>	112
6.2.2.2	<i>Zona para el secado de ropa manualmente</i>	115
6.2.2.3	<i>Consumo hídrico</i>	117
6.2.3	Categoría 3: Confort en ambientes interiores	119
6.2.3.1	<i>Confort higrotérmico</i>	119
6.2.3.2	<i>Confort térmico</i>	121
6.2.3.3	<i>Confort acústico</i>	123
6.2.3.4	<i>Confort visual</i>	126
6.2.3.5	<i>Confort olfativo</i>	128
6.2.4	Categoría 4: Calidad de ambientes interiores	129
6.2.4.1	Concentración de CO ₂	129
6.2.4.2	<i>Calidad de espacios</i>	131
6.2.4.3	<i>Calidad del agua</i>	133
6.3	INCIDENCIA EN DIMENSIONES DE LA SOSTENIBILIDAD	134
6.4	PROTOCOLO DE TOMA DE DATOS	139
6.4.1	Medidor de CO ₂ , Temperatura y Humedad	139
6.4.1.1	<i>Ambientes a evaluar</i>	140
6.4.1.2	<i>Información necesaria de ambientes a evaluar</i>	140
6.4.1.3	<i>Ubicación del equipo</i>	140
6.4.1.4	<i>Duración de la toma de datos</i>	142
6.4.2	Medidor del nivel de Intensidad Luminosa	143
6.4.2.1	<i>Ambientes a evaluar</i>	143
6.4.2.2	<i>Información necesaria de ambientes a evaluar</i>	144
6.4.2.3	<i>Ubicación del equipo</i>	144
6.4.2.4	<i>Duración de la toma de datos</i>	144
6.4.3	Medidor de la calidad del agua	144
6.4.3.1	<i>Ambientes a evaluar</i>	145
6.4.3.2	<i>Información necesaria de ambientes evaluados</i>	145
6.4.3.3	<i>Ubicación del equipo</i>	145
6.4.3.4	<i>Duración de la toma de datos</i>	145
6.4.4	Medidor del nivel de intensidad sonora	145
6.4.4.1	<i>Ambientes a evaluar</i>	146
6.4.4.2	<i>Información necesaria de ambientes evaluados</i>	146

6.4.4.3	<i>Ubicación del equipo</i>	146
6.4.4.4	<i>Duración de la toma de datos</i>	146
6.5	TIPOS DE INDICADORES	146
6.6	ANÁLISIS DE PUNTAJES	147
CAPÍTULO VII: APLICACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN GREEN UNI		150
7.1	PUNTAJES EN EDIFICIOS EVALUADOS	150
7.2	INDICADORES CON MENORES PUNTAJES	151
7.3	INDICADORES CON PUNTAJES NULOS	152
7.4	ESCALA DE PUNTAJES	154
7.5	COMPARATIVO ENTRE DISTRITOS	155
7.6	SEMEJANZA ENTRE CERTIFICACIONES	156
CAPÍTULO VIII: CALIDAD INTERIOR DEL AIRE		158
8.1	CONFIABILIDAD DE BASE DE DATOS	158
8.1.1	Propuesta teórica	159
8.1.2	Propuesta empírica	160
8.1.3	Desempeño empírico	161
8.1.4	Desempeño teórico	165
8.2	REGIÓN DE CONFORT	165
8.3	ANÁLISIS DE DATOS	168
8.4	DENSIDAD POBLACIONAL EN VIVIENDAS	170
9. CONCLUSIONES		172
10. RECOMENDACIONES		174
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		176
12. ANEXOS		

RESUMEN

Actualmente, el planeta tierra afronta problemas como la contaminación ambiental, el cambio climático y el agotamiento de recursos naturales. Es por ello que nace el término de “Sostenibilidad”, el cual refleja la característica de satisfacer las necesidades en la sociedad del presente y no comprometer de forma negativa a las futuras generaciones. Debido a que se ha demostrado que el sector construcción es uno de los principales influyentes en dichos problemas, se aplica la definición de sostenibilidad en este y se crean distintas entidades alrededor del mundo que certifican los edificios que cuenten con esta característica. Sin embargo, las certificadoras que existen son de origen extranjero y ninguna puede reflejar de forma exacta la situación del Perú.

La presente investigación trata de la evaluación del nivel de sostenibilidad que poseen los edificios de vivienda en la ciudad de Lima, dando como resultado una propuesta de metodología de certificación sostenible que esté adaptada a la realidad del país (problemáticas, reglamentos, estándares, entre otros), a la cual se le llamará “GREEN UNI”. Se dará especial énfasis a la calidad interior del aire dentro de los ambientes de las viviendas.

Inicialmente, se realiza el análisis a las certificaciones extranjeras LEED y BREEAM para reconocer su adaptabilidad a la situación de los edificios de vivienda en Lima, dentro del sector socioeconómico “C”. Luego, se realiza el diagnóstico en campo de todas las características necesarias de ser evaluadas, tomando como base el análisis previo de las certificaciones y sus principales omisiones, delimitando el alcance según accesibilidad a información. Seguido de ello, se realiza el levantamiento de información de estas en un total de 20 edificios inmobiliarios alrededor de múltiples distritos en Lima, con un carácter exploratorio para el estudio. Para ello, se utilizan equipos de medición, herramientas manuales, se realizan inspecciones visuales, se solicita información directamente a la vivienda, entre otros.

Más adelante, como resultado del levantamiento de información, se proponen los indicadores que compondrán a la metodología de certificación “GREEN UNI”, agrupándose en cuatro categorías de interés. En cada uno de ellos se detalla el

motivo de su elección tras el diagnóstico realizado, la forma de realizar la recolección de datos, el modo de obtención de puntajes tras los resultados de la información obtenida en los 20 edificios evaluados y una comparación entre el indicador propuesto respecto a certificaciones internacionales (LEED y BREEAM). Además, se detallan las distintas escalas de certificación mediante el puntaje final del edificio analizado. A continuación, se aplica la certificación GREEN UNI en los 20 edificios evaluados y se reconoce la tendencia en cuanto a la situación de los indicadores, los puntajes obtenidos y las principales falencias que se presentan. Finalmente, se profundiza el análisis de los indicadores relacionados a la calidad interior del aire.

ABSTRACT

Nowadays, the planet presents problems such as environmental pollution, climate change and the depletion of natural resources. That is why the term “Sustainability” is created, which reflects the characteristic of satisfying the needs of today's society and not negatively compromising future generations. Because it has been shown that the construction sector is one of the main influencers in these problems, the definition of sustainability is applied in this and different entities are created around the world that certify the buildings that have that characteristic. However, the certifiers that exist are of foreign origin and none can accurately reflect the situation in Peru.

The present investigation deals with the evaluation of the level of sustainability that real estate buildings have in the city of Lima, resulting in a proposal of sustainable certification methodology that is adapted to the reality of the country (problems, regulations, standards, etc.), which will be called “GREEN UNI”. Special emphasis will be given to the interior quality of the air inside the housing environments.

Initially, an analysis is performed on the LEED and BREEAM foreign certifications to recognize their adaptability to the situation of housing buildings in Lima, especially in the socioeconomic sector “C”. Then, a diagnosis is made in the field of all the necessary characteristics to be evaluated, based on the previous analysis of the certifications and their main omissions, delimiting the scope according to accessibility to information. Followed, the information is collected in a total of 20 real estate buildings, around multiple districts in Lima, with an exploratory character for the study. For this purpose, measuring equipment, manual tools are used, visual inspections are carried out and information is requested directly from the dwelling.

Later, as a result of the gathering of information, the indicators that will compose the “GREEN UNI” certification methodology are proposed, grouped into four categories of interest. In each of them, the reason for their choice is detailed after the diagnosis, the way of collecting the data, the way of obtaining scores after the results of the information obtained in the 20 buildings evaluated, and a comparison between the indicator proposed regarding international certifications (LEED and

BREEAM). In addition, the different certification scales are detailed through the final score of the analyzed building. Next, the GREEN UNI certification is applied in the 20 buildings evaluated and the trend is recognized regarding the situation of the indicators, the scores obtained and the main shortcomings that are presented. Finally, the analysis of the indicator related to the interior quality of the air is deepened.

PRÓLOGO

La presente investigación está enmarcada en un proceso de comprensión del nivel de sostenibilidad en las viviendas de la ciudad de Lima. Esta no pretende ser completa ni universal, sino marcar un principio y un derrotero para analizar, bajo nuestra propia realidad, los niveles de sostenibilidad de las viviendas en nuestro país.

Para el análisis, se ha partido de la evaluación en diversas certificaciones ambientales de otros países y se ha detectado que existe una tendencia a una estrategia comercial que se debe evitar para que el enfoque se concentre en la sostenibilidad como tal. Por ello, en el presente documento se incide en indicadores propios y en un diagnóstico que contenga elementos de la realidad peruana. De dicha forma, comprendiéndose la problemática real, se podrán proponer los planes de acción necesarios.

Cabe señalar que para el proceso de investigación se ha contado con la participación de diversos grupos de estudiantes, quienes colaboraron con su entusiasmo y compromiso.

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Lista de Tablas

	Página
Tabla N° 01. Indicadores de sitio sustentable	25
Tabla N° 02. Indicadores de eficiencia del agua	26
Tabla N° 03. Indicadores de energía y atmósfera	27
Tabla N° 04. Indicadores de materiales y recursos	29
Tabla N° 05. Indicadores de calidad ambiental interior	32
Tabla N° 06. Indicadores de innovación en las operaciones	35
Tabla N° 07. Indicadores de Gestión	36
Tabla N° 08. Indicadores de Salud y Bienestar	37
Tabla N° 09. Indicadores de Energía	38
Tabla N° 10. Indicadores de Transporte	39
Tabla N° 11. Indicadores de Agua	40
Tabla N° 12. Indicadores de Materiales	41
Tabla N° 13. Indicadores de Residuos	42
Tabla N° 14. Indicadores de Uso del suelo y ecología	43
Tabla N° 15. Indicadores de Contaminación	44
Tabla N° 16. Sectores socioeconómicos en Lima por hogares	55
Tabla N° 17. Incidencia de sectores socioeconómicos en distritos de Lima	55
Tabla N° 18. Cantidad de edificios según distritos	57
Tabla N° 19. Información general de edificios evaluados	57
Tabla N° 20. Tipo de zona ante peligros naturales	60
Tabla N° 21. Utilización de terrenos vírgenes	60
Tabla N° 22. Edad de edificios evaluados	61
Tabla N° 23. Ocupación y alteración del terreno	62
Tabla N° 24. Intervalos por ocupación y alteración del terreno	63
Tabla N° 25. Peso según tipo de servicio básico	64
Tabla N° 26. Sumatoria de pesos por servicios básicos	65
Tabla N° 27. Intervalos por servicios básicos	66
Tabla N° 28. Peso según tipo de servicio de transporte público	67
Tabla N° 29. Sumatoria de pesos por transporte público	67
Tabla N° 30. Intervalos por transporte público	68
Tabla N° 31. Cantidad de estacionamientos para bicicletas	69

Tabla N° 32. Intervalos por empleo de bicicletas	70
Tabla N° 33. Puestos de trabajo	71
Tabla N° 34. Intervalos por puestos de trabajo	71
Tabla N° 35. Huella energética	73
Tabla N° 36. Intervalos por consumo energético	74
Tabla N° 37. Cordeles para secado de prendas	74
Tabla N° 38. Intervalos por cordeles para secado de prendas	75
Tabla N° 39. Huella hídrica	76
Tabla N° 40. Intervalos por consumo hídrico	77
Tabla N° 41. Valoración por nivel de Humedad	79
Tabla N° 42. Temperatura y humedad	80
Tabla N° 43. Intervalos por temperatura	80
Tabla N° 44. Intervalos por humedad	81
Tabla N° 45. Valoración por percepción sonora	82
Tabla N° 46. Intensidad sonora	82
Tabla N° 47. Intervalos por intensidad sonora	83
Tabla N° 48. Intensidad luminosa	84
Tabla N° 49. Intervalos por intensidad luminosa	85
Tabla N° 50. Niveles de percepción olfativa	85
Tabla N° 51. Percepción olfativa	86
Tabla N° 52. Intervalos por percepción olfativa	86
Tabla N° 53. Valoración por nivel de CO ₂	88
Tabla N° 54. Contaminación en el aire	88
Tabla N° 55. Intervalos por contaminación en el aire	89
Tabla N° 56. Áreas verdes	89
Tabla N° 57. Intervalos por áreas verdes	90
Tabla N° 58. Agua potable	91
Tabla N° 59. Intervalos por agua potable	92
Tabla N° 60. Características seleccionadas para evaluación	94
Tabla N° 61. Puntaje por nivel de vulnerabilidad del edificio	96
Tabla N° 62. Puntaje por Ubicación del edificio	97
Tabla N° 63. Puntajes por Aprovechamiento del terreno	99
Tabla N° 64. Peso según tipo de servicio básico	100
Tabla N° 65. Puntajes por Cercanía a servicios básicos	102
Tabla N° 66. Peso según tipo de servicio de transporte público	103

Tabla N° 67. Puntajes por Cercanía a servicios de transporte público	105
Tabla N° 68. Puntajes por Fomento del empleo de bicicletas	107
Tabla N° 69. Puntajes por Puestos de trabajo generados	108
Tabla N° 70. Peso por facilidad de acceso a centros laborales	109
Tabla N° 71. Peso por cantidad de puestos de trabajo	110
Tabla N° 72. Puntajes alternativos por puestos de trabajo	111
Tabla N° 73. Puntajes por Consumo energético	112
Tabla N° 74. Puntajes por Zona para el secado de ropa	114
Tabla N° 75. Puntajes por Consumo hídrico	116
Tabla N° 76. Puntajes por Confort higrotérmico	119
Tabla N° 77. Puntajes por Confort térmico	121
Tabla N° 78. Puntajes por Confort acústico	123
Tabla N° 79. Puntajes por Confort visual	125
Tabla N° 80. Valoración de olores percibidos	126
Tabla N° 81. Puntajes por Confort olfativo	127
Tabla N° 82. Puntajes por Concentración de CO ₂	128
Tabla N° 83. Puntajes por Calidad de espacios	130
Tabla N° 84. Puntajes por Calidad del agua	132
Tabla N° 85. Incidencia en dimensiones de la sostenibilidad	133
Tabla N° 86. Incidencia de certificación GREEN UNI en la sostenibilidad	136
Tabla N° 87. Precisión del medidor de CO ₂ , Temperatura y Humedad	137
Tabla N° 88. Mediciones en sala de edificio piloto	139
Tabla N° 89. Comparación entre mediciones en sala	139
Tabla N° 90. Precisión del equipo Luxómetro	141
Tabla N° 91. Precisión del Multi-parámetro para la calidad del agua	142
Tabla N° 92. Tipo de indicador	145
Tabla N° 93. Incidencia de indicadores en la categoría N° 1	146
Tabla N° 94. Incidencia de indicadores en la categoría N° 2	146
Tabla N° 95. Incidencia de indicadores en la categoría N° 3	146
Tabla N° 96. Incidencia de indicadores en la categoría N° 4	146
Tabla N° 97. Incidencia entre categorías	147
Tabla N° 98. Escalas de sostenibilidad	147
Tabla N° 99. Promedio de puntajes obtenidos en edificios evaluados	148
Tabla N° 100. Análisis creciente en cumplimiento de puntajes	149
Tabla N° 101. Cantidad de edificios con puntaje nulo en indicadores	150

Tabla N° 102. Indicadores con mayor cantidad de puntajes nulos	151
Tabla N° 103. Intervalos de puntajes	152
Tabla N° 104. Escalas obtenidas en edificios evaluados	153
Tabla N° 105. Porcentaje de puntajes por distrito	153
Tabla N° 106. Semejanza entre indicadores	154
Tabla N° 107. Medición de Temperatura, Humedad y Punto de Rocío	159
Tabla N° 108. Error en mediciones de T = 26.6 °C	159
Tabla N° 109. Error en mediciones de T = 25.5 °C	160
Tabla N° 110. Error en mediciones de T = 25.6 °C	160
Tabla N° 111. Valores de Temperatura Efectiva	164
Tabla N° 112. Cumplimiento de zona de confort	166
Tabla N° 113. Cumplimiento por distrito	168
Tabla N° 114. Densidad poblacional en edificios	168

Lista de Figuras

	Página
Figura N° 01. Puntajes máximos y mínimos en LEED	22
Figura N° 02. Puntajes en certificaciones LEED del Perú	23
Figura N° 03. Representación gráfica del ciclo de vida de un edificio	24
Figura N° 04. Mapa de zonas propensas a inundaciones y huaycos	55
Figura N° 05. Equipo medidor de CO ₂ , Temperatura y Humedad	137
Figura N° 06. Prueba de medición	140
Figura N° 07. Luxómetro	141
Figura N° 08. Equipo Multi-parámetro para la calidad del agua	142
Figura N° 09. Decibelímetro	143
Figura N° 10. Variables de calidad interior del aire	156
Figura N° 11. Cuadrado de Validación	156
Figura N° 12. Gráfica de Dispersión en T = 26.6 °C	161
Figura N° 13. Gráfica de Dispersión en T = 25.5 °C	162
Figura N° 14. Gráfica de Dispersión en T = 25.6 °C	162
Figura N° 15. Región de confort en Lima para el verano	165
Figura N° 16. Región de confort en Lima para el invierno	165
Figura N° 17. Región permisible de CO ₂	166

LISTA DE SÍMBOLOS

I_{at}	:	Indicador del aprovechamiento del terreno.
I_{ca}	:	Indicador del confort acústico
I_{cae}	:	Indicador de la calidad de espacios
I_{cag}	:	Indicador de la calidad del agua
I_{cai}	:	Indicador de la concentración de CO ₂
I_{ce}	:	Indicador del consumo energético.
I_{cfh}	:	Indicador del confort higrotérmico
I_{ch}	:	Indicador del consumo hídrico.
I_{co}	:	Indicador del confort olfativo
I_{csb}	:	Indicador de la cercanía a servicios básicos.
I_{cstp}	:	Indicador de la cercanía a servicios de transporte público.
I_{ct}	:	Indicador del confort térmico
I_{cv}	:	Indicador del confort visual
I_{feb}	:	Indicador del fomento de empleo de bicicletas.
I_{ptg}	:	Indicador de los puestos de trabajo generados.
I_{ue}	:	Indicador de la ubicación del edificio.
I_{zsr}	:	Indicador de zonas para el secado de ropa manualmente

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

En el año 1990, en Inglaterra se crea la metodología BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology), la cual permite evaluar y certificar el nivel de sostenibilidad en una edificación, cuyo alcance involucra tanto a las fases de diseño y post-construcción en proyectos de edificios nuevos, rehabilitaciones mayores, ampliaciones y combinaciones de estas (Instituto Tecnológico de Galacia, 2011). Esta metodología es considerada una de las más avanzadas técnicamente, hasta el año 2013 ha certificado a más de 541 mil edificios en 77 países del mundo (BREEAM® ES, 2018). La evaluación se encuentra dividida en 10 categorías:

- | | | |
|----------------------|---------------|----------------------|
| 1) Gestión | 5) Agua | 8) Uso ecológico del |
| 2) Salud y bienestar | 6) Materiales | suelo |
| 3) Energía | 7) Residuos | 9) Contaminación |
| 4) Transporte | | 10) Innovación |

El proceso para obtener la certificación consiste en evaluar al edificio en cada una de las categorías, dentro de las cuales existe una serie de indicadores que se califican para que se acumule cierto puntaje. El puntaje final permite reconocer si el edificio se encuentra dentro del rango aprobatorio considerado por BREEAM para certificarse en sostenibilidad o si requiere de mejoras.

Luego de algunos años, en marzo del 2000 se crea en Estados Unidos el sistema para la calificación de edificios verdes llamado LEED, que es sigla de Leadership in Energy & Environmental Design (U.S. Green Building Council, 2018). Su alcance abarca tanto las etapas de diseño, construcción, operación y mantenimiento de edificios, certificación de viviendas, escuelas y desarrollo de barrios. Este sistema consta de 7 categorías:

- | | |
|--------------------------|------------------------------------|
| 1) Sitios sustentables | 5) Calidad de ambientes interiores |
| 2) Ahorro de agua | 6) Diseño e Innovación |
| 3) Energía y atmósfera | 7) Prioridad regional |
| 4) Materiales y recursos | |

De forma similar a BREEAM, se evalúa al edificio en cada una de las categorías, calificando los distintos indicadores que poseen respecto a los estándares del sistema y así se acumula cierto puntaje. El puntaje finalmente acumulado permite ubicar al edificio en un rango de aprobatorio o desaprobatorio para la obtención de la certificación LEED respecto al nivel de sostenibilidad requerido. En la actualidad, existen aproximadamente 400 millones de metros cuadrados alrededor del mundo que han sido certificados por LEED.

En el año 2004, la asociación francesa HQE (“Alta Calidad Ambiental”, por sus siglas en francés) genera su sistema de calificación que permite evaluar la calidad medioambiental basada en los objetivos de eco – construcción, eco – gestión, confort y salud (Haute Qualité Environnementale, s.f.).

De la misma forma, alrededor del mundo se han creado una serie de asociaciones que proponen un modelo de certificación para edificios sostenibles, basándose en los estándares de su país de origen y expandiendo la aplicación del mismo a países cercanos. LEED ha sido el modelo de certificación que mayor expansión ha tenido en el Perú; sin embargo, es de origen extranjero y no ha sido adaptado a la realidad peruana ya que se basa en estándares de EEUU.

1.2 PROBLEMÁTICA

1.2.1 Problema general

El planeta afronta actualmente problemas como el cambio climático, el agotamiento de la capa de ozono, la pérdida de la biodiversidad, la contaminación atmosférica y del agua, entre otros (Movimiento Político MIRA, 2010). Ante dichas consecuencias medioambientales, generadas en su mayoría por la globalización, nace el término “Sostenibilidad” (UNESCO, 2012). Adicional a ello, el sector construcción presenta una alta incidencia respecto a dicha problemática mundial (U.S. Green Building Council, 2009).

Adicional a ello, se reconoce una serie de problemáticas en el sector urbano actual (Susunaga, 2014):

- Alto déficit habitacional.
- Asentamientos informales, sin adecuada provisión de servicios públicos y saneamiento básico.

- Déficit de espacio público y dificultades en la movilidad.
- Deficiencias en el manejo de escombros y desperdicios de la construcción.
- Falta de cultura de reciclaje.
- Vulnerabilidad ante desastres naturales.

De la misma forma, para el caso del Perú, se identifica la falta de un modelo de certificación nacional para medir el nivel de sostenibilidad en edificios basado en estándares propios del país, que permita obtener resultados más realistas y concretar adecuados planes de acción para afrontar los problemas reconocidos. Respecto al confort y calidad ambiental de interiores, existen una serie de requerimientos básicos tanto para las condiciones del agua potable (Ministerio de Salud, 2011), los niveles de iluminación (Ministerio de Vivienda, 2006), del ruido (Presidencia del Consejo de Ministros, 2003), temperatura y humedad (Wieser, 2006), ente otros.

A su vez, se reconoce la ausencia de acciones concretas a nivel nacional frente al cambio climático, la contaminación del agua y del aire, las condiciones laborales y demás preocupaciones de la sociedad actual.

Cabe señalar que el fin principal de la investigación tendrá un alcance enfocado solamente a los edificios de vivienda en el sector socioeconómico "C" en la ciudad de Lima, decisión que se explica en capítulos posteriores de la presente tesis.

Ante lo anteriormente expuesto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo medir el nivel de sostenibilidad en edificios de viviendas en la ciudad de Lima (Perú) del sector "C", tomando aspectos propios del país?

1.2.2 Problemas específicos

Con el objetivo de identificar la solución del problema general planteado, este se descompone en problemas específicos, con el fin de ahondar en investigar cada uno de ellos y así concurrir en la solución del problema mayor:

- Tal como fue explicado en el primer punto del presente capítulo, existen otras certificaciones en sostenibilidad para edificios alrededor del mundo; sin embargo, es necesario saber si los indicadores, estándares y reglamentos que emplean se adaptan a la realidad de la ciudad de Lima. Por ello, se plantea el

siguiente problema específico: ¿Las certificaciones extranjeras para edificios sostenibles son adaptables a la realidad de los edificios del sector "C" en la ciudad de Lima?

- Si bien el objetivo de la investigación es evaluar los niveles de sostenibilidad en edificios, primero se requiere saber qué comprende dicha característica, con el fin de saber qué se debe evaluar. Así, se plantea el siguiente problema específico: ¿Qué características repercuten en el nivel de sostenibilidad que presenta un edificio de vivienda del sector "C" en la ciudad de Lima?
- Debido a que se requerirá ponderar las distintas características que comprende la sostenibilidad de un edificio, es necesario basarse en una toma de datos previa. De esta forma, se plantea el siguiente problema específico: ¿Cuál es el estado actual de las características que repercuten en el nivel de sostenibilidad en los edificios de vivienda del sector "C" de Lima?
- Dado que el objetivo es proponer una metodología estandarizada para medir el nivel de sostenibilidad, es necesario agrupar toda información en un solo documento. Por eso, se plantea el siguiente problema específico: ¿Cómo estandarizar una metodología de evaluación para definir el nivel de sostenibilidad en un edificio de vivienda del sector "C" en Lima?
- Cuando ya se encuentre definido el modelo de certificación GREEN UNI, es necesario aplicarlo en una muestra de edificios, con el fin de reconocer aproximadamente el estado actual en Lima. Así, se plantea el siguiente problema específico: ¿Cuál es el nivel de sostenibilidad en los edificios de vivienda del sector "C" en la ciudad de Lima?
- Con el fin de evaluar con mayor detalle la característica de calidad interior del aire en los ambientes de los edificios en Lima, se plantea el siguiente problema específico: ¿Cuál es el estado actual del nivel de calidad interior del aire dentro en los edificios de vivienda del sector "C" en Lima?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Plantear una metodología para evaluar el nivel de sostenibilidad en edificios de vivienda del sector "C" en la ciudad de Lima, a la cual se le llamará GREEN UNI, con mayor enfoque a la calidad interior del aire.

1.3.2 Objetivos Específicos

Con el fin de cumplir con el objetivo general propuesto, definido a partir del problema general, este se desglosa en una serie de objetivos específicos, los cuales responden individualmente a cada problema específico indicado:

- Analizar la adaptabilidad de las certificaciones extranjeras LEED y BREEAM a la realidad de los edificios de vivienda del sector "C" en Lima.
- Diagnosticar características que repercutan en el nivel de sostenibilidad en los edificios de vivienda del sector "C" en Lima.
- Realizar un estudio exploratorio en 20 edificios de vivienda del sector "C" en Lima, sobre aquellas características que repercuten en sus sostenibilidad.
- Proponer un conjunto de indicadores que conformarán la metodología de certificación GREEN UNI, su forma de evaluación y puntajes.
- Aplicar la certificación GREEN UNI en una muestra de 20 edificios del sector "C" y reconocer tendencias.
- Profundizar el análisis de indicadores relacionados a la calidad interior del aire dentro de los edificios de vivienda del sector "C" en Lima.

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1 Hipótesis general

El nivel de sostenibilidad en los edificios de vivienda del sector "C" en la ciudad de Lima se encuentra en una situación deficiente, especialmente la calidad del aire interior y las condiciones de entorno.

1.4.2 Hipótesis específicas

Con el fin de comprobar la veracidad de la hipótesis general, esta se descompone en una serie de hipótesis específicas, que a la vez se relacionan con cada problema y objetivo específico indicado anteriormente:

- Las certificaciones extranjeras para edificios sostenibles no presentan una adecuada adaptabilidad a la realidad de los edificios de vivienda del sector "C" en la ciudad de Lima.
- Las características que repercuten en el nivel de sostenibilidad en los edificios de vivienda del sector "C" en la ciudad de Lima se pueden identificar mediante un estudio comparativo con otras certificaciones y un análisis teórico.

- El levantamiento de información sobre una muestra de edificios de vivienda del sector "C" en la ciudad de Lima permitirá identificar, de forma exploratoria, el estado en que se encuentran sus respectivas características sostenibles.
- La propuesta de un modelo de certificación (GREEN UNI) permitirá estandarizar el proceso de evaluación de un edificio de vivienda del sector "C" en la ciudad de Lima, con lo cual se podrá definir su nivel de sostenibilidad.
- La aplicación del modelo de certificación GREEN UNI a una muestra de 20 edificios del sector "C" permitirá identificar, de forma exploratoria, el estado actual del nivel de sostenibilidad que presentan los edificios de vivienda en Lima.
- Los edificios de vivienda del sector "C" en la ciudad de Lima presentan un bajo nivel en cuanto a la calidad interior del aire dentro de sus ambientes.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 SOSTENIBILIDAD

El término sostenibilidad es empleado por primera vez en el Informe Brundtland, publicado en el año 1987, el cual fue elaborado por las Naciones Unidas luego de alertar por primera vez las consecuencias medioambientales del desarrollo económico y la globalización (UNESCO, 2012). En este, la sostenibilidad se define como aquel desarrollo en el que se satisfacen las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer las suyas.

La sostenibilidad abarca 3 dimensiones (Artaraz, 2002):

- Dimensión ambiental o ecológica. Reconocer que los recursos naturales existen en una cantidad limitada, por lo que deben ser protegidos y empleados de manera racional.
- Dimensión social. Fomentar el desarrollo de la sociedad y alcanzar niveles satisfactorios de calidad de vida, educación e higiene.
- Dimensión económica. Fomentar el desarrollo económico de manera equitativa y respetando al medio ambiente.

2.2 CERTIFICACIONES PARA EVALUAR LA SOSTENIBILIDAD EN EDIFICIOS

Según valores presentados en la guía de aprendizaje de la certificación LEED en el año 2009 (U.S. Green Building Council, 2009), el sector construcción en los Estados Unidos, considerando tanto los edificios, las comunidades, los recursos empleados para crearlos, así como la energía, el agua y los materiales necesarios para poder operarlos, son responsables de los siguientes problemas:

- El 14 % del consumo de agua potable.
- El 30 % de la producción de desechos.
- El 40 % del uso de materias primas.
- El 38 % de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂).
- Entre el 24 al 50 % del consumo de energía de origen fósil.
- El 72 % del consumo de electricidad.

Dichos valores exponen el alto nivel de influencia que presenta el sector inmobiliario residencial, no solo en Estados Unidos sino en todos los países alrededor del mundo, en lo que respecta a los problemas que afectan actualmente

al planeta como son la contaminación ambiental, el cambio climático y el agotamiento de recursos naturales. Es por ello que, como medida de mitigación y corrección a dichos problemas, se propone monitorear indicadores ambientales y sociales mediante las certificaciones en sostenibilidad de edificios, las cuales acreditan que estas generan un impacto ambiental menor respecto al promedio. Pero como se explicó, la sostenibilidad no solo abarca aspectos ambientales, por lo que acreditan además que el edificio cumple tanto estándares de sostenibilidad social como económica.

Para realizar la evaluación, las asociaciones certificadoras plantean una serie de categorías que abarcan los aspectos sostenibles de un edificio y dentro de cada una incluyen una serie de indicadores, los cuales son evaluados respecto a los estándares que la asociación propone convenientes para lograr calificar con cierto puntaje a cada uno. La suma total de dichos puntajes le otorga un puntaje final, el cual permite reconocer, según rangos establecidos, si este obtiene o no la certificación en sostenibilidad.

2.2.1 Certificación LEED

Una de las asociaciones certificadoras que mayor impacto ha tenido alrededor del mundo y dentro del Perú es la certificación LEED, la cual proviene de EEUU y divide sus indicadores en 7 categorías (U.S. Green Building Council, 2009), teniendo cada una un puntaje máximo alcanzable que se muestra a continuación entre paréntesis:

- 1) Sitios sustentables (26 puntos)
- 2) Eficiencia hídrica (10 puntos)
- 3) Energía y atmósfera (35 puntos)
- 4) Materiales y recursos (14 puntos)
- 5) Calidad interior de ambientes (15 puntos)
- 6) Innovación en el diseño (6 puntos)
- 7) Prioridad regional (4 puntos)

La máxima puntuación posible es de 110 puntos. Cuando el edificio acumula en total entre 40 a 49 puntos obtiene la certificación y el rango de Certificado, cuando acumula entre 50 a 59 puntos obtiene el rango de Plata, al conseguir entre 60 a

79 puntos obtiene el rango de Oro, y acumulando entre 80 a 110 puntos obtiene el rango de Platino (Ver figura N° 01).



Figura N° 01. Puntajes máximos y mínimos en LEED

Fuente: Página web LEED / Elaboración propia

2.2.2 Certificación BREEAM

Otra de las asociaciones certificadoras que mayor impacto ha tenido alrededor del mundo es la certificación BREEAM, la cual proviene de Inglaterra y divide sus indicadores en 10 categorías (Instituto Tecnológico de Galicia, 2011), cada una de las cuales posee un porcentaje de incidencia dentro de la calificación final del edificio:

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| 1) Gestión (11.5 %) | 6) Materiales (12 %) |
| 2) Salud y bienestar (14 %) | 7) Residuos (7 %) |
| 3) Energía (18 %) | 8) Uso del suelo y ecología (9.5 %) |
| 4) Transporte (8 %) | 9) Contaminación (9.5 %) |
| 5) Agua (10.5 %) | 10) Innovación (10 %) |

Cuando el edificio acumula entre el 30 al 44 % de los puntos, se le otorga la certificación y el rango de Aprobado, cuando acumula entre el 45 al 54 %, se le otorga el rango de Bueno, con el 55 al 69 % de puntos obtiene el rango de Muy bueno, con el 70 al 84 % obtiene el rango de Excelente, y con más del 84 % obtiene el rango de Excepcional.

2.2.3 Tendencia de certificación en el Perú

Según el informe de la UNEP el año 2014 (United Nations Environment Programme, 2014), la certificación LEED es reconocida como instrumento nacional para la implementación de prácticas de edificación sostenible. Por ello, se realiza el análisis de los puntajes obtenidos por todos los edificios peruanos

que han logrado certificarse con esta (*Información obtenida de la página web de la empresa*). Analizando los resultados en la figura N° 02, se observa la tendencia de obtener altos puntajes en las categorías de sitios sustentables, eficiencia hídrica e innovación en el diseño, pero hay una tendencia de obtener bajos puntajes en las categorías de energía y atmósfera, materiales y recursos, y calidad interior de ambientes. Sin embargo, en el puntaje global se encuentran aprobados, reconociendo por lo tanto que no se puede acreditar el que un edificio tenga aspectos desarrollados de sostenibilidad. Además de la evaluación del puntaje global, se debería contar con el requisito de obtener un puntaje mínimo en cada una de las categorías o indicadores para lograr certificarse.

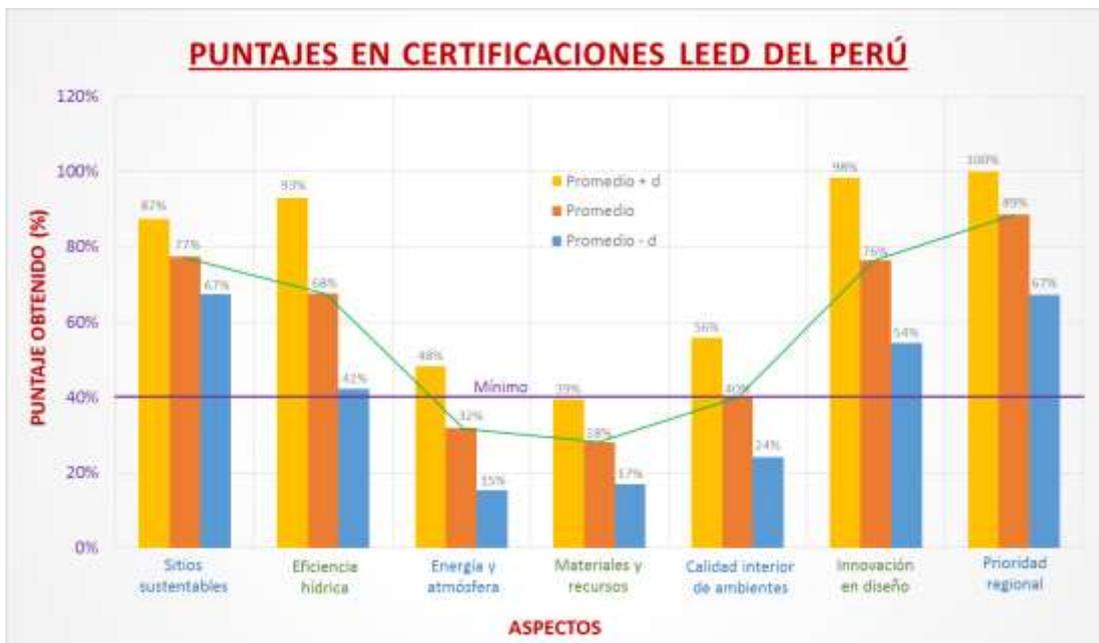


Figura N° 02. Puntajes en certificaciones LEED del Perú

Fuente: Elaborado en el curso "Gestión de Proyectos III" – FIC UNI (2016)

2.3 CICLO DE VIDA DE UN EDIFICIO

Los edificios producen impactos en el medioambiente a lo largo de todas las etapas de su vida útil, comenzando por la extracción de las materias primas y su transporte, el consumo de energía necesario para la fabricación de los materiales de construcción y su transporte desde las plantas de producción hasta la obra, los movimientos de tierra, consumos energéticos y residuos que se producen durante la construcción, el consumo de energía y agua para satisfacer las distintas demandas durante el uso, su mantenimiento, demolición, así como la disposición final de todos sus elementos constructivos al término de su vida útil (Life Cycle

Assessment for Energy Efficiency in Buildings, 2012). Todas las fases expuestas componen el ciclo de vida de un edificio (Ver figura N° 03).



Figura N° 03. Representación gráfica del ciclo de vida de un edificio

Fuente: Instituto de Ecología, UNAM, México

A pesar del elevado impacto energético y ambiental que presentan los edificios en su fase de uso, es imprescindible también analizar el resto de fases del ciclo de vida con objetivo de poder contemplar todas las oportunidades de mejora.

2.4 CALIDAD INTERIOR DEL AIRE

Se logra una adecuada calidad del aire cuando no existen contaminantes a concentraciones nocivas respecto a estándares de las autoridades competentes y cuando la mayoría de las personas (80%) no expresan insatisfacción ante este (ASHRAE, 2010). El nivel interior de CO₂ es comúnmente usado al referirse a la calidad interior del aire (Ponsoni, 2010). De la misma forma, al momento de evaluar la calidad interior del aire, se toman en cuenta los siguientes parámetros (TSI Incorporated, 2013):

- Temperatura (°C)
- Humedad relativa (%)
- Movimiento del aire (m/s)
- Ventilación exterior (volumen / persona)
- Ventilación (Concentración de CO₂)
- Partículas ultra-finas
- Concentración de CO

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE CERTIFICACIONES EXTRANJERAS

Dentro del presente capítulo, se describen cada uno de los indicadores de las certificaciones extranjeras LEED y BREEAM destinados a la etapa de Ocupación. Luego, se identifican aquellos aciertos o discrepancias respecto a las características sostenibles resaltantes en los edificios de vivienda en la ciudad de Lima. Respecto a los objetivos de responsabilidad social y desarrollo sostenible del país trazados por la casa de estudios (Universidad Nacional de Ingeniería, 2018), se trata de enfocar la investigación a los sectores socioeconómicos más bajos: C, D y E. Sin embargo, dado que estos dos últimos presentan ciertas limitaciones, como el acceso al servicio público de agua o luz, la evaluación de la sostenibilidad se vería limitada. Por ello, se decide enfocar la investigación solamente al sector socioeconómico C.

3.1. CERTIFICACIÓN LEED

A continuación, se presentan cada una de las categorías de la certificación LEED AP Operaciones y Mantenimiento (U.S. Green Building Council, 2009), y dentro de ellas un listado de sus indicadores y su descripción respectiva.

3.1.1. Sitios sustentables

Se realiza la descripción de indicadores y la problemática en la tabla N° 01.

Tabla N° 01. Indicadores de sitio sustentable

Fuente: Elaboración propia basado en USGBC, 2009

Indicador	Descripción
Diseño y construcción certificados LEED	Demostrar que el diseño del edificio ya ha sido certificado previamente de conformidad con LEED.
Plan de gestión de superficies duras y del exterior del edificio	Elaborar y ejecutar un plan de gestión de las superficies duras y del exterior del edificio respecto a su mantenimiento (ruido, emisiones de equipos a emplear), limpieza (compuestos químicos que posee), jardinería (empleo de plantas no nativas o contaminación del agua por uso de fertilizantes), etc.
Plan de gestión integrada de control de plagas, control de erosión y del paisajismo	Elaborar y ejecutar un plan que emplee prácticas recomendadas respecto a la gestión de plagas (pesticida no tóxico), erosión, sedimentación (mantener pendientes de drenaje, estabilización y limpieza), residuos por paisajismo (no incinerar residuos si no es un biocombustible) y empleo de fertilizantes químicos (empleo de plantas nativas y adaptadas). Demostrar que se ha aplicado por lo menos un 20% del tiempo.

Transporte alternativo de ida y vuelta	Reducir la cantidad de viajes de ida y vuelta de los ocupantes habituales del edificio que usan vehículos de un solo pasajero con combustible convencional desde un 10% a un 75%. Ello se consigue mediante la aplicación de un programa que genere las reducciones.
Desarrollo del sitio: Protección o restauración del hábitat abierto	Durante el periodo de desempeño, contar con vegetación nativa o adaptada que cubra como mínimo el 25% del área.
Control de la cantidad de aguas pluviales	Elaborar y ejecutar un plan de gestión de aguas pluviales que se infiltren, colecten y reutilicen de la escorrentía (ej. riego) o evapotranspiración de al menos el 15% en el predio del edificio. Se puede lograr con ayuda de vegetación nativa.
Reducción de islas de calor: Sin techo	En al menos el 50% de las áreas con superficie dura del proyecto, emplear sombra de árboles, de paneles solares, materiales de SRI (Índice de reflectancia solar, el cual mide la capacidad de un material de rechazar el calor solar) menor a 29. De otra forma, colocar al menos el 50% de los espacios de estacionamiento bajo techo con dicho material.
Reducción de islas de calor: Techo	Emplear en al menos el 75% del techo materiales con SRI de 78 cuando la pendiente es menor a 2:12 y con SRI de 29 cuando es mayor a 2:12. De otra forma, instalar un techo verde en el 50% de la superficie.
Reducción de la contaminación luminosa	Todos los accesorios de iluminación con visión directa hacia las aberturas de la envolvente del edificio deben incorporar controles automáticos para ser desconectadas durante periodos fuera de hora. En cuanto a su iluminación externa, se deben cubrir parcial o totalmente los accesorios superiores a 50 W.

3.1.2. Eficiencia del agua

Se realiza la descripción de indicadores y la problemática en la tabla N° 02.

Tabla N° 02. Indicadores de eficiencia del agua

Fuente: Elaboración propia basado en USGBC, 2009

Indicador	Descripción
Pre-requisito. Eficiencia mínima de accesorios y apliques de plomería interna	Reducir el uso de agua potable a un nivel de operación básico equivalente, siendo el 120% de la norma para una antigüedad menor al año 1993 y el 160% para una antigüedad mayor, respecto a cada accesorio en función de los estándares UPC (Uniform Plumbing Code) e IPC (International Plumbing Code).

Eficiencia adicional de accesorios y apliques de plomería interna	Reducir mínimo en 10% el consumo básico (Consumo que se obtiene de los estándares UPC e IPC para cada accesorio sanitario).
Medición del desempeño del agua	Instalar medidor que mida el total de agua potable que se usa para todo el edificio y los recintos. Instalar un sistema de submedición en los puntos de irrigación, plomería interna, entre otros.
Paisajismo con eficiencia del agua	Reducir el uso de agua potable para el riego en comparación con las prácticas convencionales (el consumo real antes de aplicar a la certificación LEED), como mínimo en un 50%. Se pueden emplear técnicas de goteo, lluvia recolectada, etc.
Gestión del agua de la torre de enfriamiento	Desarrollar e implementar un plan de gestión del agua de la torre de enfriamiento e instalar un medidor de conductividad con controles automáticos. También, puede emplearse agua que contenga como mínimo un 50% de agua no potable.

3.1.3. Energía y atmósfera

Se realiza la descripción de indicadores y la problemática en la tabla N° 03.

Tabla N° 03. Indicadores de energía y atmósfera

Fuente: Elaboración propia basado en USGBC, 2009

Indicador	Descripción
Prerrequisito. Prácticas recomendables de gestión de la eficiencia energética: Planificación, documentación y evaluación de oportunidades	Realizar una auditoría energética que cumpla con los requisitos del ASHRAE (Asociación Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado) Nivel I, el cual involucra el análisis de revisión y desarrollo de documentos de construcción esenciales, como un plan operativo, una narrativa de sistemas y del mantenimiento preventivo. Se genera un análisis preliminar del uso de energía.
Prerrequisito. Desempeño mínimo de la eficiencia energética	Lograr un índice de desempeño mínimo de 69 mediante la herramienta Gestor de cartera ENERGY STAR de EPA, la cual es una medida del desempeño energético de un edificio en comparación con edificios similares, según lo determinado por este (Una puntuación de 50 representa un desempeño promedio del edificio). Se inicia instalando medidores de energía en todo el edificio para poder calificar al crédito.

Prerrequisito. Gestión de refrigerante fundamental	Emplear refrigerantes que no contengan CFC en los sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración. El objetivo es certificar que no existe CFC en los sistemas de HVAC&R del edificio.
Optimización del desempeño de la eficiencia energética	Obtener puntos adicionales respecto al índice de desempeño mínimo calculado con la herramienta ENERGY STAR (69 puntos), el cual se obtiene en función del consumo del edificio en unidades kBtu/ft ² . Las mejoras se obtienen por medio de actualizaciones del sistema o las instalaciones, con operaciones y estrategias de mantenimiento, y la actualización de equipos.
Comisionamiento de instalaciones existentes: Investigación y análisis	Construir lo planteado en el primer prerrequisito durante el Comisionamiento o aplicar la norma ASHRAE (Asociación Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado) Nivel II, la cual consiste en una auditoría energética, encuestas de energía y análisis. Identificar medidas recomendadas de eficiencia energética y viceversa. Presentar una tabla de costos y desglose del uso de energía.
Comisionamiento de instalaciones existente: Implementación	Implementar mejoras de bajo costo operativo (reparación de equipos) o sin ningún costo (cambios operativos o de procedimientos), creando un plan de capital para las modernizaciones o actualizaciones principales. Demostrar el costo beneficio financiero anticipado y brindar capacitación al personal de gestión, implementándose como mínimo el 50% de las propuestas.
Comisionamiento de instalaciones existentes: Comisionamiento en curso	Implementar un programa de comisionamiento continuo y un plan por escrito que resuma el ciclo de aprovisionamiento en general. Completar como mínimo la mitad del alcance en el primer ciclo de comisionamiento. Los resultados se basan en la prueba de desempeño, identificando oportunidades de mejora.
Medición de desempeño: Sistema de automatización para edificios	Poseer un sistema de automatización para edificios, basado en una computadora y un programa de mantenimiento preventivo para la calefacción, enfriamiento, ventilación e iluminación como mínimo. Los sensores del sistema deben calibrarse cada cierto tiempo.

Medición de desempeño: Medición del nivel del sistema	Respecto al desglose del uso de energía, utilizar una medición del nivel del sistema que abarque al menos el 40% y 80% del consumo total anual de energía esperado, respecto a la incidencia en porcentaje que representa cada subsistema (Calefacción, enfriamiento, iluminación, entre otros).
Energía renovable en el sitio y fuera del sitio	Emplear sistemas de energía renovables que representen el 3% como mínimo del total. Pueden emplearse sistemas fotovoltaicos, energía eólica, sistemas solares, biocombustibles, geotérmicos, entre otros.
Gestión de refrigerante mejorado	No emplear refrigerantes en los sistemas de supresión de incendios o HVAC&R del edificio o verificar que no se supere un umbral máximo las contribuciones combinadas (los umbrales máximos se presentan en la guía LEED respecto a cada tipo de refrigerante: Clorofluocarbonados, hidroclorofluocarbonados, entre otros). Probar con refrigerantes naturales, como el agua, el dióxido de carbono y el amoniaco.
Informe de reducción de emisiones	Realizar un seguimiento, registros e informes de las reducciones de emisiones mediante las mejoras en la eficiencia energética y la energía renovable para los sistemas operativos del edificio, respecto a la línea base de CO ₂ equivalente antes de aplicar a la certificación. Considerar las emisiones por uso de combustible, electricidad y energías renovables.

3.1.4. Materiales y recursos

Se realiza la descripción de indicadores y la problemática en la tabla N° 04.

Tabla N° 04. Indicadores de materiales y recursos

Fuente: Elaboración propia basado en USGBC, 2009

Indicador	Descripción
Prerrequisito. Política de compras sostenibles	Implementar una política de compra ecológica que cumpla con los requisitos de los cuatro primeros créditos, para aquellos objetos comprados con regularidad. Además, debe incluir objetivos de reducción de desechos, el uso de recursos, la disminución de contaminación y toxinas, y beneficios económicos. La guía LEED presenta una referencia de política de compras.

<p>Prerrequisito. Política de gestión de desechos sólidos</p>	<p>Implementar una política de gestión de desechos sólidos por consumibles periódicos, baterías, bienes duraderos, modificaciones y adiciones a las instalaciones, y lámparas que contienen mercurio. Entre los objetivos se debe tener el reciclado, la reutilización, el control de desechos y la reducción de recursos. La guía LEED presenta una referencia de política de gestión de desechos.</p>
<p>Compras sostenibles: Consumibles periódicos (Por ejemplo, papel para impresora y baterías)</p>	<p>Realizar un seguimiento de los consumibles adquiridos durante el periodo de desempeño. El 60% de las compras como mínimo debe cumplir con los criterios de sostenibles: El 50% de las compras como mínimo deben ser materiales rápidamente renovables, un 50% deben haber sido cosechados o extraídos en un radio máximo de 500 millas, un 50% del papel debe estar certificado por el Consejo de Manejo Forestal y emplear baterías recargables. Se debe promover la participación de los residentes.</p>
<p>Compras sostenibles: Bienes duraderos (Por ejemplo, muebles, artefactos eléctricos)</p>	<p>Realizar un seguimiento de los bienes duraderos durante el periodo de desempeño. El 60% como mínimo de las compras debe cumplir con los criterios de sostenibles. Se aplica ya sea a equipos eléctricos (el 40% debe estar certificado con ENERGY STAR o ser reemplazados a combustible), muebles (el 40% debe tener mínimo un 70% de material recuperado fuera del lugar o en el sitio, a través de un programa de reutilización) o una combinación de ambos.</p>
<p>Compras sostenibles: Adiciones y modificaciones en las instalaciones (Por ejemplo, calefacción)</p>	<p>Realizar un seguimiento a las compras adicionales y a las modificaciones de las instalaciones. Como mínimo el 50% de las compras debe adaptarse a los criterios de sostenibles (deben tener mínimo un 70% de material recuperado fuera del lugar o en el sitio, a través de un programa de reutilización). Los cálculos se realizan sobre el costo de los materiales, sin considerar la mano de obra.</p>
<p>Compras sostenibles: Lámparas con reducción de mercurio</p>	<p>Desarrollar un plan de compra de artefactos de iluminación que especifique el nivel de mercurio permitido en las lámparas que lo poseen. Se debe tener un objetivo con máximo promedio de 90 pictogramos por hora de lumen o menos.</p>

<p>Compras sostenibles: Alimentos</p>	<p>Realizar un seguimiento de las compras de alimentos y bebidas durante el periodo de desempeño que satisfacen los criterios de sostenibles como mínimo en un 25% del total. Algunos de los criterios es que sean orgánicas o certificadas por asociaciones verdes. Además, deben efectuarse en un radio máximo de 100 millas (160 Km).</p>
<p>Gestión de desechos sólidos: Auditoría de la corriente de desechos</p>	<p>Realizar una auditoría a la corriente de desechos sólidos del edificio (calculando el volumen de los incinerados, desechados o enviados a vertederos), incluyendo el reciclado y los desechos convencionales. Con ello, generar una línea base para identificar oportunidades de mayor reciclado y desvío de desperdicios.</p>
<p>Gestión de desechos sólidos: Consumibles periódicos</p>	<p>Reutilizar, reciclar o utilizar para compost el 50% de la corriente de desechos de productos consumibles periódicos. Además, implementar un programa de reciclado de baterías de por lo menos el 80% de las desechadas. Se debe verificar el desempeño una vez al año.</p>
<p>Gestión de desechos sólidos: Bienes duraderos</p>	<p>Reutilizar, reciclar o donar por lo menos el 75% de la corriente de desechos de bienes duraderos durante el periodo de desempeño. Los bienes duraderos son aquellos de alto costo en relación a los consumibles periódicos, que no se utilizan ni reemplazan de forma regular (Ej. Equipos de oficina, televisores, audiovisuales).</p>
<p>Gestión de desechos sólidos: Adiciones y modificaciones en las instalaciones</p>	<p>Reutilizar, reciclar o desviar como mínimo un 70% de los desechos generados por modificaciones en el establecimiento. Identificar las oportunidades de desmontaje de estructuras y recuperación, procesadores de desechos reciclables y mercados potenciales para lo recuperado.</p>

3.1.5. Calidad ambiental interior

Se realiza la descripción de indicadores y la problemática en la tabla N° 05.

Tabla N° 05. Indicadores de calidad ambiental interior

Fuente: Elaboración propia basado en USGBC, 2009

Indicador	Descripción
Prerrequisito. Desempeño de la calidad mínima del aire interior	Modificar o hacer mantenimiento de cada toma de aire exterior, ventiladores de suministro de aire y/o los sistemas de distribución de ventilación, para que se suministre la tasa mínima que exige el ASHRAE (0.28 m ³ /min/persona).
Prerrequisito. Control de humo ambiental del tabaco	Establecer la prohibición de fumar en áreas comunes y designar áreas para fumadores en el exterior, a una distancia mínima de 7.60 metros de las entradas, tomas de aire y ventanas operables. Sellar paredes, cielorrasos, pisos y ductos verticales entre las unidades residenciales y colocar burletes en las puertas que conducen a los pasillos comunes. Realizar pruebas de aire periódicas.
Prerrequisito. Política de limpieza ecológica	Implementar una política de limpieza ecológica que trate la compra de productos y equipo de limpieza, y establecer los procedimientos estándares operativos, estrategias para la higiene de manos, pautas de manipulación y almacenamiento seguro de sustancias químicas de limpieza, requisitos para la contratación de personal y un programa de mejora continua.
Prácticas recomendadas de gestión de calidad del aire interior: Programa de gestión de la calidad del aire interior	Implementar un programa de gestión de la calidad del aire interior basado en el modelo de EPA. Se inicia realizando una auditoría e identificando problemas, generándose un plan para corregirlas, empleando el modelo I-BEAM para ello. Establecer protocolos para gestionar todas las fuentes de sustancias contaminantes significativas y desarrollar procedimientos ante reclamos de los residentes.

<p>Prácticas recomendadas de gestión de calidad del aire interior: Control del suministro de aire exterior</p>	<p>Instalar sistemas de control continuos y permanentes que proporcionen información acerca del sistema de ventilación. En caso de la ventilación mecánica, proporcionar un dispositivo que mida el flujo de aire exterior. En caso de espacios muy ocupados, colocar sensores de CO₂ y compararlo con valores ambientales externos. En cuanto a la ventilación natural, colocar sensores de CO₂ en las zonas de respiración de cada habitación densamente poblada (25 personas o más cada 93 m²) y en las zonas de ventilación natural. Los sensores deben emitir una alarma sonora o visual para alertar condiciones mayores de 530 ppm en el exterior o mayores a 1000 ppm en total.</p>
<p>Prácticas recomendadas de gestión de calidad del aire interior: Mayor ventilación</p>	<p>Superar la exigencia de ventilación del ASHRAE en un 30% en el caso de espacios ventilados de forma mecánica. En caso de los ventilados naturalmente, se debe diseñar el sistema para que se adecúe a las recomendaciones del Good Practice Guide 237 de Carbon Trust. Se debe implementar un programa de HVAC que incluya inspecciones visuales, de las tomas de aire, limpieza programada habitualmente, reemplazo de filtros y gestión de la torre de enfriamiento.</p>
<p>Prácticas recomendadas de gestión de calidad del aire interior: Reducción de material particulado en la distribución del aire</p>	<p>Colocar filtros con un valor de eficiencia mínimo reportado de 13 o superior (siendo el máximo 16) en todas las tomas de aire exteriores y en los retornos de recirculación del aire interior. Establecer un programa de mantenimiento regular y de reemplazo de filtros.</p>
<p>Prácticas recomendadas de gestión de calidad del aire interior: Gestión de la calidad del aire interior para adiciones y modificaciones en las instalaciones</p>	<p>Implementar un plan de gestión de la calidad del aire interior para la construcción y ocupación, durante las fases de mejorar por medio de modificaciones y adiciones. Un profesional u organización acreditada deberá supervisarlo, teniéndose como objetivo la protección de todo el equipo de HVAC del polvo y los olores.</p>

<p>Confort de los ocupantes: Encuesta entre los ocupantes</p>	<p>Implementar una encuesta de confort entre los ocupantes y un sistema de respuesta con medidas correctivas para recopilar respuestas anónimas sobre el confort térmico, la acústica, la calidad del aire interior, la iluminación, limpieza del edificio, entre otros. Cada pregunta debe poseer una escala de 7 puntos, desde satisfecho (+3) hasta insatisfecho (-3). Debe encuestarse como mínimo al 30% de residentes y si más del 20% de los encuestados está insatisfecho con una de las preguntas, se deben tomar medidas correctivas (control solar, modificaciones, ajustes del flujo de aire y control de HVAC).</p>
<p>Controlabilidad de los sistemas: Iluminación</p>	<p>Proporcionar controles de iluminación para un mínimo del 50% de los ocupantes y de los espacios grupales. Se deberá educar a los ocupantes respecto al correcto uso de los controles.</p>
<p>Confort de los ocupantes: Control del confort térmico</p>	<p>Implementar sistema de control permanente del desempeño edilicio que cumpla con criterios de confort deseados: Temperatura, humedad, velocidad del aire y temperatura radiante. Contar con alarmas para los estados que requieren ajustes o reparaciones. Las condiciones de comodidad para el proyecto se calculan con el estándar de ASHRAE 55-2004.</p>
<p>Iluminación natural y vistas</p>	<p>La iluminación natural medida en las menos el 50% de las áreas ocupadas debe demostrar 25 pie-candela o más. Deben tomarse en un área de 3 m² y registrarse en los planos del edificio. Asimismo, se debe alcanzar una línea de visión directa a los espacios abiertos por medio de paneles de vidrio para los ocupantes en el 45% de todas las áreas ocupadas habitualmente.</p>
<p>Limpieza ecológica: Programa de limpieza de alto desempeño</p>	<p>Poseer un programa de limpieza ecológico, considerando la contratación de personal apropiado, capacitación del personal de mantenimiento, uso de químicos, productos, materiales y equipos sostenibles.</p>
<p>Limpieza ecológica: Evaluación de efectividad de la limpieza / mantenimiento</p>	<p>Completar la auditoría de "Pautas de contratación de personal de limpieza/mantenimiento" de la Asociación de Administradores de Plantas Físicas.</p>

<p>Limpieza ecológica: Compra de productos y materiales de limpieza sostenibles</p>	<p>Implementar un programa de compras para los productos y materiales de limpieza, productos desechables de papel y bolsas de residuos. Existen una serie de criterios estandarizados para los múltiples productos de limpieza.</p>
<p>Limpieza ecológica: Equipos de limpieza sostenibles</p>	<p>Implementar un programa de compra y utilización de equipos para conserjería. Mantener un registro de la fecha de compra, especificaciones y actividades de reparación o mantenimiento realizadas. Por ejemplo, las aspiradoras deben estar certificadas por el Programa Green Label Testing de CRI para aspiradoras.</p>
<p>Limpieza ecológica: Control de fuentes de sustancias contaminantes y productos químicos en interiores</p>	<p>Implementar sistemas permanentes en los ingresos (rejillas, parrillas, tapetes) como mínimo de 3 metros en todos los puntos de ingreso público y desarrollar estrategias de limpieza. Proporcionar drenajes conectados para la correcta eliminación de residuos líquidos peligrosos en lugares donde hay mezclas.</p>
<p>Limpieza ecológica: Gestión integrada de control de plagas en interiores</p>	<p>Desarrollar, implementar y mantener un plan de gestión integrada de control de plagas en interiores. Debe concentrarse en tener bajo control las poblaciones de plagas de insectos y animales, evitando que ingresen al edificio: Eliminación de vegetación invasiva, desinfecciones, métodos no tóxicos de control, mantenimiento de la envolvente, entre otros.</p>

3.1.6. Innovación en las operaciones

Se realiza la descripción de indicadores y la problemática en la tabla N° 06.

Tabla N° 06. Indicadores de innovación en las operaciones

Fuente: Elaboración propia basado en USGBC, 2009

Indicador	Descripción
Innovación en operaciones	Se genera una mejora en el desempeño ambiental usando una actualización de operaciones, mantenimiento o sistemas. Deben ser significativas, mensurables y repetibles.
LEED Accredited Professional	Al menos un participante del equipo del proyecto debe ser un LEED AP.

<p>Documentación de los impactos de costos de edificios sostenibles</p>	<p>Documentar los costos operativos generales del edificio de cinco años anteriores o de los años que lleva ocupado, lo que sea más corto. Incluir el impacto financiero de la implementación de LEED-EB y realizar un seguimiento durante el periodo de desempeño.</p>
---	---

3.2. CERTIFICACIÓN BREEAM

A continuación, se presentan cada una de las categorías de la certificación BREEAM Vivienda (Instituto Tecnológico de Galicia, 2014), y dentro de ellas un listado de sus indicadores y su descripción respectiva. No se considera la categoría de Innovación, ya que esta se encuentra dentro del resto de indicadores, cuando se consigue un rendimiento ejemplar.

3.2.1. Gestión

Se realiza la descripción de indicadores y la problemática en la tabla N° 07.

Tabla N° 07. Indicadores de Gestión

Fuente: Elaboración propia basado en el Instituto Tecnológico de Galicia, 2014

Indicador	Descripción
<p>Código de conducta social y medioambiental de los constructores</p>	<p>Demostrar evidencias que existe un compromiso de seguir principios recomendados de gestión de obras o mejores. Entre estos principios se encuentran los siguientes: Brindar accesos seguros a la obra, causar pocas molestias de tráfico por recepción de materiales, enviar cartas de presentación a los vecinos informándose del proyecto, cumplir con restricciones horarias del trabajo ruidoso, entre otros.</p>
<p>Impactos en la zona de obras</p>	<p>Se debe cumplir con los siguientes puntos: Controlar e informar los objetivos establecidos de emisiones de CO₂ por actividades de obra, transportes, el consumo de agua, aplicación de prácticas ambientales, entre otros. BREEAM no establece objetivos, ya que estos son muy específicos para cada proyecto.</p>

<p>Guía del usuario de la vivienda</p>	<p>Elaborar una guía para los usuarios de la vivienda que abarque información sobre el funcionamiento y las prestaciones ambientales de su vivienda. Detallar elementos y estrategias de diseño ambiental, informar de las exigencias de mantenimiento de sus instalaciones para no usar mayor energía que la necesaria, anexas medidas de ahorro de agua, orientación sobre reciclaje y eliminación sostenible de residuos, entre otros. En esta guía no se establecen parámetros, solamente detalles de medidas de buenas prácticas y recomendaciones.</p>
--	--

3.2.2. Salud y Bienestar

Se realiza la descripción de indicadores y la problemática en la tabla N° 08.

Tabla N° 08. Indicadores de Salud y Bienestar

Fuente: Elaboración propia basado en el Instituto Tecnológico de Galicia, 2014

Indicador	Descripción
<p>Iluminación natural</p>	<p>Demostrar que cocinas, salas de estar, comedores y estudios reciban iluminación natural adecuada y que al menos el 80% reciba luz proveniente del cielo. Los factores mínimos de luz natural dependen de la latitud de la vivienda.</p>
<p>Iluminación de alta frecuencia</p>	<p>Demostrar que todos los elementos de iluminación fluorescente contienen balastos de alta frecuencia (Normalmente 30 kHz).</p>
<p>Calidad del aire interior</p>	<p>Demostrar que las ventanas de las estancias principales poseen una superficie mínima de ventilación (la octava parte de la superficie útil) y que al menos el 70% de las categorías de productos existentes cumplen con los estándares sobre COV.</p>
<p>Zonificación térmica</p>	<p>Sistemas de control para la refrigeración/calefacción permiten el ajuste independiente de temperatura de cada estancia principal de la vivienda (dormitorios, comedor, salón, despacho, cocina y baño).</p>
<p>Aislamiento acústico</p>	<p>Aplicar mejoras en el aislamiento acústico ante el ruido aéreo entre recintos y ante el impacto, en comparación con la legislación vigente. Los valores mínimos de aislamiento deben estar entre 3 dB a 15 dB. Las pruebas de mediciones se realizan en un laboratorio acreditado.</p>

Espacio privado	Edificio habilitado con un espacio al aire libre (privado o semiprivado), con un tamaño suficiente que permita que todos los ocupantes puedan sentarse afuera, con acceso fácil. Deben estar próximos a la vivienda.
Viviendas adaptables	Cumplir con lo siguiente: Poseer al menos un estacionamiento reservado para personas con movilidad reducida próximos al núcleo del ascensor o a la entrada de la vivienda, los caminos peatonales deben tener un ancho mínimo de 1.50 m, iluminados y las estancias deben permitir ser modificadas en el futuro.

3.2.3. Energía

Se realiza la descripción de indicadores y la problemática en la tabla N° 09.

Tabla N° 09. Indicadores de Energía

Fuente: Elaboración propia basado en el Instituto Tecnológico de Galicia, 2014

Indicador	Descripción
Iluminación externa	Poseer luminarias energético-eficientes en las vías de acceso y caminos peatonales, controladas mediante detectores de luz natural (Reloj astronómico, temporizador o sensor de luz natural). Además, poseer una eficacia luminosa de al menos 50 lúmenes/vatio cuando la luminaria tenga un índice de reproducción cromática (IRC) mayor o igual a 60.
Tecnologías bajas en carbono o carbono cero	Realizar estudio de viabilidad considerando el aprovechamiento de recursos energéticos renovables o gratuitos, aplicando tecnologías locales de baja o nula emisión de carbono, y se han implementado los resultados de dicho estudio. Se demuestran reducciones entre el 10% al 20% en las emisiones de CO ₂ sin la implementación de ningún sistema.
Ascensores	Realizar un estudio energético para seleccionar el tipo de ascensor de menor consumo, mediante el análisis de la demanda y patrones de transporte del edificio por parte del equipo de diseño para determinar la situación de los núcleos en planta dentro del edificio, el número y tamaño óptimo y el ratio de contrapeso sobre la base de la demanda anticipada de usuarios (Estudio de tráfico).

Electrodomésticos energético eficientes	Aportar información para la provisión de electrodomésticos energético - eficientes, siendo adquiridos en función al Sistema Europeo de Etiquetado de Eficiencia Energética con una calificación "A". De otra forma, se emplean electrodomésticos bitérmicos.
Tasa de emisión de la vivienda	Cumplir con el Método Nacional de Cálculo para la determinación de las emisiones de CO ₂ y que el edificio haya sido modelado con un programa informático adaptado al Método Nacional de Cálculo. Adicionalmente, diseñarse para ser un edificio neutro en carbono.
Envoltura térmica del edificio	Demostrar mejora en la pérdida térmica del edificio (demanda energética y de permeabilidad al airea) en relación a la base normativa.
Iluminación interna: Vivienda	Poseer como mínimo un 75% de luminarias internas fijas equipadas con lámparas de bajo consumo de energía (LBCEs).
Iluminación interna: Zonas comunes	Poseer luminarias equipadas con lámparas de bajo consumo de energía en todas las zonas comunes.
Espacio de secado	Habilitar espacio para el secado de ropa, con longitudes que dependen de la cantidad de dormitorios en la vivienda (entre 4 a 6 metros como mínimo).

3.2.4. Transporte

Se realiza la descripción de indicadores y la problemática en la tabla N° 10.

Tabla N° 10. Indicadores de Transporte

Fuente: Elaboración propia basado en el Instituto Tecnológico de Galicia, 2014

Indicador	Descripción
Disponibilidad de servicios de transporte público	Poseer al menos un nodo de transporte situado a menos de 1,000 metros con un buen servicio de funcionamiento (hacia un núcleo urbano local con un servicio a cada hora desde las 7:00 hasta las 22:00 de cada día).
Cercanía a servicios	Presentar rutas peatonales seguras a los servicios locales (comercial, docente, cultural, sanitario, servicio, hotelero, ocio), estando ubicado a menos de 1,000 metros, en una cantidad mayor o igual a 2.

Modos alternativos de transporte	Implementar medidas para uso de bicicletas: Almacenamiento seguro, accesible, en una cantidad suficiente respecto al número de habitantes por vivienda. Negociar con compañías locales de autobuses para incrementar la dotación de servicios en el área del edificio. Además, poseer una estación de carga eléctrica por cada 5 estacionamientos. De la misma forma, poseer un club de vehículos para compartir el transporte, así como su alquiler.
Oficina en casa	Presentar espacios y servicios suficientes que permitan a los ocupantes realizar su trabajo a distancia. Deben presentar una toma de red, luz natural y ventilación adecuada, zonas de aseo y salas de reuniones.

3.2.5. Agua

Se realiza la descripción de indicadores y la problemática en la tabla N° 11.

Tabla N° 11. Indicadores de Agua

Fuente: Elaboración propia basado en el Instituto Tecnológico de Galicia, 2014

Indicador	Descripción
Consumo de agua	Incorporar aparatos sanitarios y grifos de bajo consumo de agua. Los inodoros deben presentar una descarga con caudal de 3 litros o menos, los urinarios de 1.2 litros, los grifos de 6lt/min (debiendo ser temporizados con pulsador, eléctricos y de bajo caudal) y de 9lt/min en el caso de las duchas.
Contadores de agua	Instalar un contador de agua con salida por impulsos en el suministro de la red, para cada una de las siguientes zonas: Suministro de viviendas, riego, piscinas, almacenamiento, eliminación de residuos, entre otros.
Reciclaje de agua	Presentar una combinación entre aguas grises y pluviales de 75% (en zonas húmedas) o del 50% (en zonas secas) respecto a la demanda prevista en la descarga de inodoros, riego y baldeo.

Sistema de riego	Incorporar un sistema de riego por goteo (superficial o subterráneo) con agua reciclada, empleándose también plantas autóctonas. Debe incorporar sensores de humedad en el suelo y ser zonificado para permitir un riego variable para las diferentes distribuciones de elementos verdes.
Tratamiento sostenible de agua en el emplazamiento	Realizar el estudio de viabilidad para establecer un sistema sostenible de tratamiento de aguas residuales más apropiado para la ubicación del edificio y llegar a ser implementado. Se debe tener en cuenta el tipo de suelo, el suministro necesario, las caídas, tolerancia a la infiltración, a la fluctuación de carga, el costo de la instalación, mantenimiento, cronograma y análisis del programa, superficie requerida y la calidad de las aguas residuales.

3.2.6. Materiales

Se realiza la descripción de indicadores y la problemática en la tabla N° 12.

Tabla N° 12. Indicadores de Materiales

Fuente: Elaboración propia basado en el Instituto Tecnológico de Galicia, 2014

Indicador	Descripción
Conservación de fachadas	Poseer por lo menos un 50% de la fachada total conservada in situ y al menos el 80% de la fachada en masa compuesta de materiales reutilizados in situ.
Conservación de la estructura	Poseer un 80% de la estructura principal existente, la cual se conserva sin trabajos significativos (alteración o refuerzo).
Materiales de bajo impacto ambiental	Emplear materiales que contienen productos con etiquetas o declaraciones ambientales, donde se ha utilizado una herramienta del Análisis del Ciclo de Vida (Green Guide to Specification de BRE Global, Eco-Quantum del IVAM, etc.) y se puede demostrar que dicha evaluación ha influido positivamente en el diseño del edificio.

<p>Aprovisionamiento responsable de materiales: Elementos básicos del edificio</p>	<p>Adquirir de forma responsable al menos el 80% de los materiales empleados en los siguientes elementos: Estructura, escaleras, cubiertas, fachadas, tabiques, cimientos y carpintería exterior. Además, toda madera debe haber sido adquirida de forma legal.</p>
<p>Aprovisionamiento responsable de materiales: Elementos de acabado</p>	<p>Adquirir de forma responsable al menos el 80% de los materiales empleados en los siguientes elementos: Carpintería interior, revestimientos horizontales y verticales, muebles, etc. Además, toda madera debe haber sido adquirida de forma legal.</p>

3.2.7. Residuos

Se realiza la descripción de indicadores y la problemática en la tabla N° 13.

Tabla N° 13. Indicadores de Residuos

Fuente: Elaboración propia basado en el Instituto Tecnológico de Galicia, 2014

Indicador	Descripción
<p>Gestión de residuos de la obra</p>	<p>Realizar un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, empleando objetivos de reutilización, reciclado u otra forma de valorización en al menos el 70% en peso o volumen de lo generado. Evaluar alternativas de prevención y minimización en la generación de residuos mediante el empleo de técnicas, procedimientos o materiales que atenúen o eliminen los flujos comunes de residuos. Identificar alternativas y/o mercados para los materiales reciclados, cuantificándose beneficios ambientales derivados.</p>
<p>Áridos reciclados</p>	<p>Emplear una cantidad de áridos reciclados y secundarios mayor al 25% del total (por peso o volumen). Pueden obtenerse de la obra, de instalaciones de procesamiento de residuos en radios menores a 25 Km (en caso de obras mayores) u 80Km (en caso de obras menores).</p>

<p>Almacenamiento de residuos domésticos reciclables y no reciclables</p>	<p>Poseer un espacio externo adecuado con contenedores de almacenamiento internos, y papeleras de reciclaje individuales para los residuos reciclables y no reciclables ordinarios. Proporcionar además una guía de almacenamiento y recogida de residuos. A su vez, debe existir un sistema de recogida y recuperación de residuos domésticos reciclables.</p>
<p>Compostaje de residuos domésticos</p>	<p>Presentar instalaciones, individuales o comunitarias, para realizar el compostaje de los residuos alimentarios y/o residuos de poda y jardinería, así como un espacio para su adecuado almacenamiento. Al mismo tiempo, debe existir una toma de agua dotada de válvula de cierre para limpiar la instalación y sus alrededores. Asimismo, debe existir un plan de gestión para que esta actividad se lleve a cabo adecuadamente.</p>

3.2.8. Uso del suelo y ecología

Se realiza la descripción de indicadores y la problemática en la tabla N° 14.

Tabla N° 14. Indicadores de Uso del suelo y ecología

Fuente: Elaboración propia basado en el Instituto Tecnológico de Galicia, 2014

Indicador	Descripción
<p>Reutilización del suelo</p>	<p>Demostrar que la mayoría de la huella de la urbanización propuesta (75% como mínimo) se asienta sobre suelo urbanizado previamente.</p>
<p>Suelo contaminado</p>	<p>Utilizar un suelo que ha sido definido como “contaminado” y que se ha recuperado con las medidas adecuadas a efecto de descontaminación del emplazamiento.</p>
<p>Valor ecológico del emplazamiento y protección de elementos de valor ecológico</p>	<p>Ubicar la obra en una zona considerada como suelo de bajo valor ecológico y que todos los elementos con valor ecológico estarán protegidos íntegramente contra posibles daños durante la preparación del terreno y las obras.</p>
<p>Mitigación del impacto ecológico</p>	<p>Poseer un equipo de diseño con un ecologista con calificación adecuada para que preste asesoramiento y redacte informes sobre la mejora y protección del valor ecológico del emplazamiento, e implemente las recomendaciones.</p>

Impacto en obra y Plan de gestión de la Biodiversidad	Compromiso del cliente de cumplir los siguientes criterios obligatorios: Designar un ecologista calificado al inicio de las actividades, el cual confirme que durante el diseño y construcción se haya cumplido con la legislación pertinente comunitaria y nacional, elaborar un Plan de Gestión de la Biodiversidad del Emplazamiento (gestión de hábitats existentes, elementos protegidos, monitoreo, etc.).
Superficie de la huella del proyecto	Poseer una proporción entre la Superficie Construida y la Superficie de la Huella superior a 2.5:1 en caso de unifamiliares y de 3:1 en caso de multifamiliares.
Control de la erosión	Realizar un informe de control de la erosión por parte de un especialista, cuyas medidas a implementar estén indicadas.

3.2.9. Contaminación

Se realiza la descripción de indicadores y la problemática en la tabla N° 15.

Tabla N° 15. Indicadores de Contaminación

Fuente: Elaboración propia basado en el Instituto Tecnológico de Galacia, 2014

Indicador	Descripción
PCG (Potencial de calentamiento global) de los refrigerantes – instalaciones del edificio	No emplear refrigerantes o, en caso de usarlos, presentar un PAO (Potencial de agotamiento del ozono, el cual es la relación entre la cantidad relativa de degradación de la capa de ozono causada por una sustancia específica en relación al agotamiento) de cero y un PCG (Potencial de calentamiento global, se define como el potencial de cambio climático de una sustancia química comparado con una unidad de CO ₂) menor de 5.
Emisiones de NOx de la fuente de calefacción	Presentar emisiones de NOx en seco de la energía suministrada para la calefacción menores a 100 mg/kWh.
Riesgo de inundaciones	Construir en una zona con baja probabilidad de inundaciones, o en su caso en una de media o alta probabilidad. En todo caso, aplicar medidas que atenúen el agua de escorrentía para minimizar dichos riesgos.

<p>Minimización de la contaminación de cursos de agua</p>	<p>Implementar sistemas de tratamiento de agua in situ eficaces tales como Sistemas de Drenaje Sostenibles o separadores de aceite en las áreas que son, o podrían ser, fuentes de contaminación para los cursos de agua.</p>
<p>Reducción de la contaminación lumínica nocturna</p>	<p>Presentar parámetros técnicos de iluminación exterior, seguridad y prevención que cumplen con CIE 150-2003 y CIE 126-1997. Asimismo, los anuncios luminosos cumplen con valores establecidos de luminancia máxima (Cd/m^2) en función de la superficie iluminada y la zona de iluminación según el entorno: Natural ($50 Cd/m^2$), rural (300 a $400 Cd/m^2$), suburbano (600 a $800 Cd/m^2$) y urbano (600 a $1000 Cd/m^2$).</p>

3.3. ANÁLISIS DE INDICADORES

Respecto a los indicadores presentados de las certificaciones LEED y BREEAM, se procede a identificar aquellos aciertos y discrepancias de forma general respecto a las condiciones de los edificios de vivienda en Lima, en cuanto a los sectores socioeconómicos D, E y F.

3.3.1. Aciertos

- Existe la necesidad que los edificios posean áreas verdes dentro de su terreno para la purificación del aire inhalado por sus residentes. Además, estas deben ser de origen nativo para reducir su mantenimiento, consumo de agua y asegurar un mayor periodo de vida.
- En la ciudad de Lima se presencia el gran problema del tráfico en ciertos horarios, por lo cual es necesario la reducción de viajes en vehículos particulares, el empleo de sistemas compartidos o alquiler de vehículos. Asimismo, el fomento de los medios de transporte sostenible como bicicletas.
- En beneficio a la sociedad se deben preservar estacionamientos para las personas con discapacidades. También, es necesaria la cercanía a servicios de transporte público para la conexión con el resto de la ciudad, así como la cercanía a servicios básicos para la satisfacción de necesidades de todo tipo.
- Debe fomentarse el empleo de agua reciclada con fines de riego o en los aparatos sanitarios.
- Las instalaciones requieren de un mantenimiento periódico con el fin de reducir los consumos de agua y energía. Además, es necesario fomentar el empleo de energías renovables, diseño considerando la implicancia de la iluminación

natural y prácticas amigables de bajo costo, como el secado manual de prendas y el empleo de luminarias de bajo consumo.

- Se resalta la importancia de fomentar el reciclaje, reutilización y reúso de los residuos domésticos, alternativas como el compostaje, emplear contenedores diferenciados, entre otros, no son soluciones de alto costo.
- En cuanto a la ubicación del edificio, para la seguridad de sus residentes es necesario que se encuentre en una zona fuera de peligros naturales como las inundaciones. De forma similar, los terrenos deben ser aprovechados al máximo para reducir la huella del edificio.

3.3.2. Discrepancias

- Si bien los planteamientos propuestos en los indicadores de estas certificaciones impactan positivamente en la sostenibilidad, la presente investigación está destinada a analizar las viviendas de los sectores socioeconómicos bajos, reconociéndose así la poca probabilidad de que se generen cambios que requieran recursos monetarios, como la adquisición de nuevos equipos que posean etiquetas verdes u otras acreditaciones extranjeras, aparatos sanitarios de bajo consumo, implementación de sistemas de medición de agua o luz, controles de iluminación y de la calidad el aire, sistemas de tratamientos de aguas residuales, entre otros.
- Los edificios de clases socioeconómicas bajas no poseen sistemas de aire acondicionado (no hay problemas con los refrigerantes) ni calefacción. Gran parte de estos han sido auto-construidos. Se deben aprovechar aspectos naturales de ventilación, iluminación, entre otros.
- La adquisición de alimentos se realiza mayormente en mercados locales, donde los productos de consumo masivo no poseen acreditaciones verdes.
- Gestionar aguas pluviales en Lima no generaría gran beneficio, ya que su cantidad es muy poca según las características climáticas, siendo el promedio anual de 150 mm (Ministerio de Agricultura, 2015).
- Son citados muchos reglamentos y herramientas extranjeras (Ej. ASHRAE), las cuales han sido elaboradas basándose en la realidad de su país de origen.
- Si bien pueden existir ambientes sin una adecuada iluminación natural (Ej. Cocinas), las instalaciones tanto sanitarias como eléctricas ya se encuentran construidas para dichos fines, siendo complicado que sean reubicadas. Se deberá generar soluciones propias.

CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE LIMA

En el presente capítulo, se propone un panorama de sostenibilidad en los edificios de vivienda en la ciudad de Lima durante su etapa de Ocupación, con el fin de reconocer todas aquellas características importantes de estudiar al momento realizar la evaluación dentro de los tres ejes de análisis: Ambiental, social y económico. Dicha selección de características parte del análisis de los indicadores en certificaciones extranjeras, realizado en el capítulo III, luego de haber identificado los aciertos y discrepancias con aquellos que no se relacionarían con la realidad de los edificios de vivienda en Lima para el caso del sector socioeconómico "C". De la misma forma, dado el gran alcance de las certificaciones extranjeras y debido a que la presente tesis es una propuesta inicial abierta a futuras mejoras continuas, existen algunas características que no han sido evaluadas por motivos de limitar el alcance y/o el acceso a la información. En capítulos posteriores se detallará la forma de recolección de datos para cada uno de estos.

Dichas características serán agrupadas de la siguiente forma:

- Armonía del edificio con el exterior. Se evalúa la interacción del edificio con su entorno, mediante el enfoque de la seguridad, la planificación urbana, el acceso al transporte público, la generación de empleo, el uso del suelo, entre otros.
- Eficiencia del edificio. Se evalúan los niveles de eficiencia hídrica y energética.
- Confort en ambientes interiores del edificio. Se evalúa la cercanía de los niveles de temperatura, humedad, iluminación y sonido respecto a los niveles de confort según estándares nacionales.
- Calidad de ambientes interiores. Se evalúan las condiciones del agua y aire dentro de los ambientes del edificio.

4.1 ARMONÍA DEL EDIFICIO CON EL EXTERIOR

Dentro del presente grupo, se encuentran todas aquellas características que relacionen al edificio con su ambiente exterior, como lo son los servicios de transporte público, los servicios básicos cercanos, el grado de seguridad de la propia ubicación del edificio, entre otros.

4.1.1 Nivel de vulnerabilidad ante desastres naturales

Dentro del diagnóstico de la vulnerabilidad en Lima (Flores, 2002), se explica que la costa peruana se encuentra en una zona tectónica de gran sismicidad. Por ello, la ciudad ha pasado por terremotos de gran intensidad, los cuales seguirán ocurriendo en el futuro. El gran crecimiento de la población limeña y el movimiento migratorio interno hacia la capital, ha incrementado la necesidad de vivienda por parte de la población. Al poseer bajos recursos económicos, se suelen realizar prácticas constructivas sin asesoría técnica o ingenieril, generando viviendas con alta vulnerabilidad sísmica. La mayoría de pérdidas humanas en terremotos recientes han ocurrido debido al colapso de estructuras que no fueron diseñadas para un comportamiento sísmico adecuado.

Existen zonas dentro del país que están expuestas a peligros naturales, como huaycos o inundaciones (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2012). Es importante tomarlo en cuenta al momento de decidir dónde construir o no una vivienda. Sin embargo, en la ciudad de Lima se han urbanizado zonas en distritos que presentan ubicaciones inseguras, siendo altamente vulnerables a los peligros mencionados.

4.1.2 Planificación urbana

El objetivo general del desarrollo urbano consiste en lograr una ciudad densa y compacta, volviéndose sostenible y competitiva ya que se evita la ocupación de zonas agrícolas, y disminuye los costos de servicios públicos y los de movilidad. Sin embargo, existen problemas como la falta de servicios públicos y equipamientos: Educación, salud, comunitarios, recreación, entre otros (Salazar, 2008).

Si bien en algunos distritos está aumentando la densidad, en dos tercios de la ciudad se identifican menos de 120 habitantes por hectárea. Es decir, hay muy poca población empleando una gran superficie del suelo (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2014). De acuerdo a estimaciones y proyecciones para Lima, al 30 de junio del 2016, la densidad poblacional en el distrito de Surquillo fue la más alta con 264.19 hab/Ha; sin embargo, en Punta Negra se tiene 0.624 hab/Ha, en Punta Hermosa 0.652 hab/Ha, entre otros (Diario Gestión, 2017).

Finalmente, la falta de planificación en muchos sectores impide optar por un transporte sostenible, como el empleo de bicicletas. Uno de los principales obstáculos para que aumente su empleo como medio de transporte es la falta de estacionamientos seguros. Los ciclistas no solo requieren de rutas seguras y cómodas, sino también facilidades para estacionar sus bicicletas en lugares apropiados (Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, 2009). En la ciudad de Lima existe la inseguridad de sufrir el hurto de bicicletas, ya que se convierten en objetos muy codiciados (Tam, 2004).

4.1.3 Impacto laboral

La salud de las personas es parte de la dimensión social de la sostenibilidad, tal como se explica en el capítulo II. La OMS indica que la salud no solo es la ausencia de enfermedad o padecimiento, sino también el estado de bienestar físico, mental y social (Alarcón, 2015). Como uno de los componentes del bienestar se encuentra el poseer empleo. Se reconoce que, ante la creación de un edificio inmobiliario, se crea la necesidad por parte de sus residentes para acceder a nuevos servicios: Limpieza de áreas verdes, seguridad, tratamiento de basura, entre otros. Es así que, ante la construcción de un edificio, se genera un impacto económico por crear nuevos puestos de trabajo, incrementando así su nivel de sostenibilidad.

4.2 EFICIENCIA DEL EDIFICIO

Dentro del presente grupo, se analizan las características de consumo hídrico y energético de un edificio en Lima, así como la generación de residuos sólidos por parte de sus habitantes, reconociendo la necesidad de estudiar dichos valores.

4.2.1 Huella hídrica

Tal como se comenta en el diario “Gestión” del mes de octubre en el año 2016, Lima es la segunda ciudad más grande del mundo asentada sobre un desierto. Sin embargo, la SUNASS indicó que se está consumiendo un 150% más del agua que recomienda la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual es solo de 100 litros por día y por persona (Guy, 2003). El 09 de febrero del año 2017, SEDAPAL dio a conocer que en el distrito de San Isidro cada habitante consume 349 litros de agua potable, seguido de Miraflores con 316 litros y luego San Borja con 227 litros. Según datos del World Economic Forum, los países que mayor

consumo presentan alrededor del mundo son EEUU (575 litros), Australia (493 litros), Italia (386 litros) y Japón (374 litros).

4.2.2 Huella energética

En el Perú, cerca del 43 % de la energía eléctrica se produce por la quema de combustibles fósiles, incluyéndose al gas natural (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, 2013). Según investigaciones (Andrade, Arteaga, & Segura, 2016), el cambio climático es causado por el aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero, especialmente el CO₂, provocado principalmente por el uso de combustibles fósiles (un aporte cercano al 68% junto con la producción de cemento a nivel mundial). El sector residencial es el segundo mayor consumidor de energía eléctrica en el Perú, luego del sector industrial (Carrasco, 2014).

4.2.3 Generación de residuos sólidos

En Lima se produce un total de 5'684,258 Kg de residuos sólidos diariamente, lo que corresponde a 1.10 Kg por habitante aproximadamente, siendo un 67% producto de los domicilios (INEI, 2017). El distrito con mayor generación per cápita de residuos es San Isidro con 2.6 Kg / habitante / día y el distrito con mayor incremento en su generación fue San Juan de Lurigancho a 0.5 Kg / habitante / día (INEI, 2015). El 70.8 % es llevado a un botadero a cielo abierto, el cual es perjudicial para el medio ambiente y la salud, ya que contamina el suelo y propaga microorganismos patógenos, metales pesados y sustancias tóxicas. En el año 2014, solamente se recicló un 25.3 % de dichos residuos sólidos (INEI, 2015).

La producción diaria por habitante en África es de 0.65 Kg, en Asia Oriental y el Pacífico es de 0.95 Kg, en Europa y Asia Central es de 1.12 Kg, en Latinoamérica y El Caribe es de 1.09 Kg, en el Medio Oriente y África del Norte es de 1.07 Kg y en Asia del Sur es de 0.45 Kg (The World Bank, 2012).

4.3 CONFORT EN AMBIENTES INTERIORES DEL EDIFICIO

En el presente grupo, se exponen todas aquellas características que repercuten en el grado de comodidad que perciben los residentes de un edificio de vivienda para realizar sus actividades, así como las características saludables del mismo.

4.3.1 Niveles de humedad y temperatura

Tras el análisis de distintas estaciones meteorológicas en cuanto a temperatura entre los años 2006 y 2015, la máxima media fue de 27.2 °C registrada en el mes de febrero y el valor más bajo fue de 15.2 °C en el mes de agosto (SENAMHI, 2016). Para un adecuado confort térmico en Lima, la temperatura durante el verano debe estar entre 20.7 a 24.8 °C y durante el invierno entre 18.3 a 21.7 °C (Wieser, 2006). La temperatura del ambiente repercute en el comportamiento del organismo humano, generando problemas de salud como el resfrío

De la misma forma, en cuanto a la humedad relativa, el promedio anual fue de 81 %, durante el periodo de verano fue de 77 %, en otoño 80 %, en invierno 83 % y en primavera 82 % (SENAMHI, 2016). El mayor valor registrado fue de 94 % en agosto y el más bajo de 70 % en febrero. De la misma forma, el nivel de humedad de confort debe estar entre 20 a 80 % para evitar la aparición de ácaros y moho, perjudiciales para la salud respiratoria (Wieser, 2006). El estar fuera de un valor de confort en dicho parámetro puede repercutir en problemas respiratorios por la generación de ácaros o moho.

4.3.2 Niveles de iluminación

La luz influye en la duración del sueño, en el grado de alerta, los hábitos alimentarios, el estado de ánimo, entre otros (Herrera, 2007). La ausencia de luz natural causa somnolencia matinal e insomnio de noche. La iluminación insuficiente en entornos de trabajo causa falta de atención, desánimo, depresión, estrés y fatiga, se supone la causa de accidentes, ausentismo y bajo rendimiento.

El nivel de iluminación se mide en unidades Lux según las normativas nacionales, y el estado de confort varía respecto al grado de visión que requiere la actividad que se realiza en el ambiente estudiado. Respecto a la normativa peruana (Ministerio de Vivienda, 2006), para viviendas se requieren los siguientes niveles de iluminación mínima:

- En dormitorios, 50 lux en general y 200 lux en la cabecera de la cama.
- En salas, 100 lux en general y 500 lux en las áreas de lectura.
- En cocinas, 300 lux en general y 500 lux en las áreas de trabajo.

Realizando una comparación, en caso de México se requieren los siguientes niveles de iluminación en áreas de trabajo (Secretaría del Trabajo y Prevención Social, 2008):

- En interiores, ya sean pasillos o escaleras, 50 lux.
- Dentro de áreas de circulación, salas y cuartos de almacén, 100 lux.
- En la recepción, casetas de vigilancia y despacho, 200 lux.
- En aulas y oficinas, 300 lux.

4.3.3 Percepción sonora

Según los estándares nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, el nivel de intensidad sonora para zonas residenciales debe ser como máximo 60 db en horario diurno y de 50 db en horario nocturno (Presidencia del Consejo de Ministros, 2003). Luego de realizar una evaluación en distintas zonas residenciales de Lima, en el 97.44 % no se respetan dichos estándares máximos (OEFA, 2016). Entre los principales causantes se reconoce al aumento en el tráfico automotor y aéreo, la mecanización de la vivienda, el poco grosor de tabiques, entre otros.

Realizando una comparación con el caso de Colombia, dentro de las zonas residenciales, para el horario diurno el valor máximo permisible es de 65 dB y para el horario nocturno es de 45 dB (Ministerio de Salud, 1983).

4.4 CALIDAD DE AMBIENTES INTERIORES

En el presente grupo, se presentan todas aquellas características que repercuten en la calidad de vida de los residentes en un edificio de vivienda, como la calidad del aire que respiran, la suficiencia o no de áreas verdes y la calidad del agua potable presente en sus viviendas.

4.4.1 Contaminación en el aire

Existen ciertos estándares permisibles respecto a la cantidad de contaminantes máximos que debe presentar el aire en el medio ambiente tales como los niveles

de PM10, PM 2.5, óxido de carbono, dióxido de azufre, entre otros (Ministerio del Ambiente, 2015). Por ejemplo, el estándar para el PM10 es de $150 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ como máximo, lo cual ha sido superado en cierto periodo por el distrito de Villa María del Triunfo (entre marzo y abril). De la misma forma, el estándar para el PM 2.5 de $25 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ como máximo, lo cual ha sido superado por mucho en Carabayllo, Puente Piedra, Villa María del Triunfo, Ate, San Borja y San Juan de Lurigancho. Debido a su pequeño tamaño, dichas partículas ingresan con facilidad al organismo del ser humano, siendo causante de problemas respiratorios.

En cuanto a emisiones de CO_2 , si bien no son un gas letal, al superar cierto nivel de concentración genera problemas como dolores de cabeza y náuseas. El 36 % del CO_2 proviene de emisiones por el transporte (consumo de combustible), un 32 % por emisiones de comercio y viviendas (consumo de energía), 18 % por emisiones de la industria y un 14 % por emisiones de residuos sólidos (Asociación UNACEM, 2014).

4.4.2 Áreas verdes

Las áreas verdes en Lima representan cerca del 20 % del total de la cobertura de la ciudad (Asociación UNACEM, 2014). Se calcula un promedio de 3.70 metros cuadrados de áreas verdes por habitante. El distrito que menor cantidad per cápita presenta es Breña ($0.7 \text{ m}^2/\text{persona}$), seguido de Independencia ($1.2 \text{ m}^2/\text{persona}$), Puente Piedra ($1.3 \text{ m}^2/\text{persona}$), Pucusana ($1.4 \text{ m}^2/\text{persona}$) y San Juan de Lurigancho ($1.9 \text{ m}^2/\text{persona}$).

El estándar recomendado por la OMS es de $8 \text{ m}^2/\text{persona}$, reconociendo que en la ciudad de Lima se está incumpliendo con ello (Rendón, 2010).

4.4.3 Agua potable

El agua destinada para el consumo humano debe cumplir con ciertas tolerancias para ser considerada potable según el reglamento nacional de la calidad del agua (ANA, 2010). A continuación, se presentan algunos parámetros:

- El valor del pH debe estar entre 6.50 a 8.50.
- La conductividad del agua (CA) a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ debe ser de $1\,500 \mu\text{mho}/\text{cm}$ como máximo.

- La cantidad de sólidos totales disueltos (TDS) debe ser de 1 000 *mg/Lt* como máximo.

Según estudios de la USIL (Larios, Gonzáles, & Morales, 2015), en el Perú solamente se ha ejecutado el 30% de la inversión pública en tratamiento del agua, de acuerdo con el Plan Nacional de Saneamiento Urbano y Rural 2006-2015. Se afirma que el 70% de las aguas residuales en Latinoamérica no son tratadas, se devuelven contaminadas a los ríos. Ello ocasiona que no se cumplan los estándares de tratamiento de agua establecidos.

CAPÍTULO V: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

En el presente capítulo, se presenta el levantamiento de la información obtenida en una muestra de edificios respecto a las características presentadas en el capítulo IV. Dentro del anexo N° 01, se presenta con mayor detalle la información recolectada en cada uno de los edificios.

5.1. PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA

En primer lugar, tal como se ha explicado en los capítulos anteriores, el objeto de estudio serán los edificios dentro del sector socioeconómico C en la ciudad de Lima. Para ello, en la Tabla N° 16 se presenta la información de CPI (2017), donde se reconoce la incidencia de cada sector respecto al total de hogares en la ciudad.

Tabla N° 16. Sectores socioeconómicos en Lima por hogares

Fuente: Elaboración propia basado en CPI, 2017

Sector	Cantidad de hogares (miles)	Incidencia (%)
A / B	751.5	27.5
C	1, 106.8	40.5
D	664.0	24.3
E	210.4	7.7
Total	2, 732.7	100.0

De forma complementaria, en la tabla N° 17 se reconoce la incidencia que poseen los sectores socioeconómicos en cada grupo de distritos para la ciudad de Lima.

Tabla N° 17. Incidencia de sectores socioeconómicos en distritos de Lima

Fuente: Elaboración propia basado en CPI, 2017

Zona	% Incidencia en sectores socioeconómicos			
	A / B	C	D	E
Lima Norte Carabayllo, Comas, Independencia, Los Olivos, Puente Piedra y San Martín de Porres	22.0	48.6	24.4	5.0
Lima Centro Breña, La Victoria, Lima, Rímac y San Luis	22.1	57.0	16.9	4.0

Lima Moderna Barranco, Jesús María, La Molina, Lince, Magdalena del Mar, Miraflores, Pueblo Libre, San Borja, San Isidro, San Miguel, Santiago de Surco y Surquillo.	75.5	20.8	3.6	0.1
Lima Este Ate, Chaclacayo, Cieneguilla, El Agustino, Lurigancho (Chosica), San Juan de Lurigancho y Santa Anita.	18.0	43.4	29.9	8.7
Lima Sur Chorrillos, Lurín, Pachacamac, San Juan de Miraflores, Villa el Salvador y Villa María del Triunfo.	14.7	40.8	31.7	12.8
Callao Bellavista, Callao, Carmen de la Legua Reynoso, La Perla, La Punta, Mi Perú y Ventanilla.	21.9	43.4	23.9	10.8
Balnearios Ancón, Pucusana, Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo, Santa María del Mar y Santa Rosa.	11.2	56.5	23.1	9.2

Con la información presentada anteriormente, se podría reconocer el universo de estudio y en función a ello, obtener el tamaño de la muestra necesaria. Sin embargo, se podrá apreciar en el siguiente capítulo que el modelo de certificación consta de un total de 18 indicadores, de los cuales en algunos se requiere evaluar independientemente cada ambiente de la vivienda. Por ello, la evaluación completa de un edificio llega a requerir una labor de un día completo. Asimismo, la disponibilidad de tiempo del investigador se encontraba limitada por laborar a tiempo completo durante la investigación, y los dueños de las viviendas no aceptaban realizar la evaluación los días domingos, por ser de carácter familiar.

Ante dicha limitación, se reconoce que no se podrá cumplir con la cantidad mínima de muestras de edificios que la estadística solicita, sino que solo se obtendrá una muestra pequeña y reducida. Por ello, se decide orientar la presente tesis a un fin netamente “Exploratorio”. Tal como se indica en Hernández, Fernández & Baptista (2014), los estudios Exploratorios sirven como previa preparación a investigaciones de mayor alcance y de mayor rigurosidad, respecto a un tema poco estudiado. Permiten obtener información de la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa respecto a un contexto particular, para establecer las prioridades de investigaciones futuras, o sugerir afirmaciones y postulados.

Para realizar el estudio exploratorio, se plantea la propuesta de evaluar un total de 20 edificios, seleccionados de forma aleatoria, a los cuales se deba tener acceso completo a la información necesaria. En el Anexo N° 06 se puede apreciar un mapa de los edificios elegidos aleatoriamente. En la tabla N° 18, se presenta los distritos y la cantidad de edificios evaluados en cada uno. Luego, en la tabla N° 19 se muestra la información sobre la ubicación de estos, así como la cantidad de residentes que poseen.

Tabla N° 18. Cantidad de edificios según distritos

Fuente: Elaboración propia

Ítem	Distrito	Cantidad de edificios evaluados
1	Ate Vitarte	2
2	Carabaylo	1
3	Cercado de Lima	2
4	Comas	1
5	El Agustino	1
6	Independencia	1
7	Jesús María	1
8	Los Olivos	1
9	Puente Piedra	1
10	Rímac	1
11	San Juan de Lurigancho	1
12	San Martín de Porres	3
13	San Miguel	1
14	Santiago de Surco	1
15	Surquillo	1
Callao		1
Total		20

Tabla N° 19. Información general de edificios evaluados

Fuente: Elaboración propia

Número de edificio	Referencia	Distrito	Cantidad de niveles	Cantidad de residentes
1	Manzana B-2, Urbanización el Pinar	Comas	2	5
2	Jirón coronel Inclán, Urbanización Los Libertadores	San Martín de Porres	3	5

3	Avenida Alcázar	Rímac	8	47 4 (*)
4	Avenida 17 de noviembre	Independencia	4	22
5	Avenida Los Olivos	San Martín de Porres	4	13 2 (*)
6	Manzana "Y", parque industrial "El asesor"	Ate Vitarte	4	9
7	Avenida El Pacayal, Manzana D	Carabaylo	2	6
8	Calle Torres Paz	Cercado de Lima	5	31 3 (*)
9	Avenida Circunvalación, Urbanización San Ignacio de Monterrico	Santiago de Surco	10	70 3 (*)
10	Avenida Manuel Bonemaison	El Agustino	2	8
11	Manzana "B", "Las Casuarinas del Norte"	Puente Piedra	2	9
12	Manzana "L", Asociación "Santa Rosa"	Callao	3	12
13	Avenida Arnaldo Márquez	Jesús María	10	360 5 (*)
14	Asentamiento Humano "27 de marzo"	San Juan de Lurigancho	2	8
15	Asociación de viviendas "Río Santa"	Los Olivos	3	7
16	Calle Manuel Villar	San Martín de Porres	3	13
17	Jirón Manuel Casos	Cercado de Lima	4	13
18	Avenida Parque de las Leyendas	San Miguel	13	220 4 (*)
19	Calle Valdemar Moser	Surquillo	5	65 4 (*)
20	Las Cascadas de Javier Prado, Manzana "H"	Ate Vitarte	3	8

Durante el levantamiento de información, en la mayoría de los casos se ha tenido acceso solo a un departamento o nivel del edificio para la evaluación específica, y un acceso a nivel macro sobre el resto del mismo. Es así que en lo que respecta a la cantidad de residentes se presentan 2 valores, el primero representa el total que posee todo el edificio y el segundo (*) representa la cantidad que posee el departamento de análisis.

5.2. ARMONÍA DEL EDIFICIO CON EL EXTERIOR

5.2.1. Nivel de vulnerabilidad

En el capítulo anterior, dentro de esta característica se detallaron dos conceptos claves: Delincuencia y vulnerabilidad. Sin embargo, dada la dificultad de medir en campo el índice delictivo en una ubicación específica, y ya que el estudio del comportamiento estructural de una vivienda es materia de otra rama en la ingeniería civil, se decide solamente evaluar la vulnerabilidad en cuanto al nivel de exposición ante peligros naturales. Así, la delincuencia no será un indicador que será evaluado, tampoco el comportamiento estructural.

Para ello, se emplean mapas de geodinámica externa del Ministerio del ambiente sobre aquellas zonas en el territorio nacional que están expuestas a huaycos e inundaciones (Ver figura N° 04). Se identifica la ubicación del edificio en dichos mapas, se conoce su situación en cuanto a seguridad y se obtiene la estadística sobre los 20 que han sido evaluados (Ver tabla N° 20).

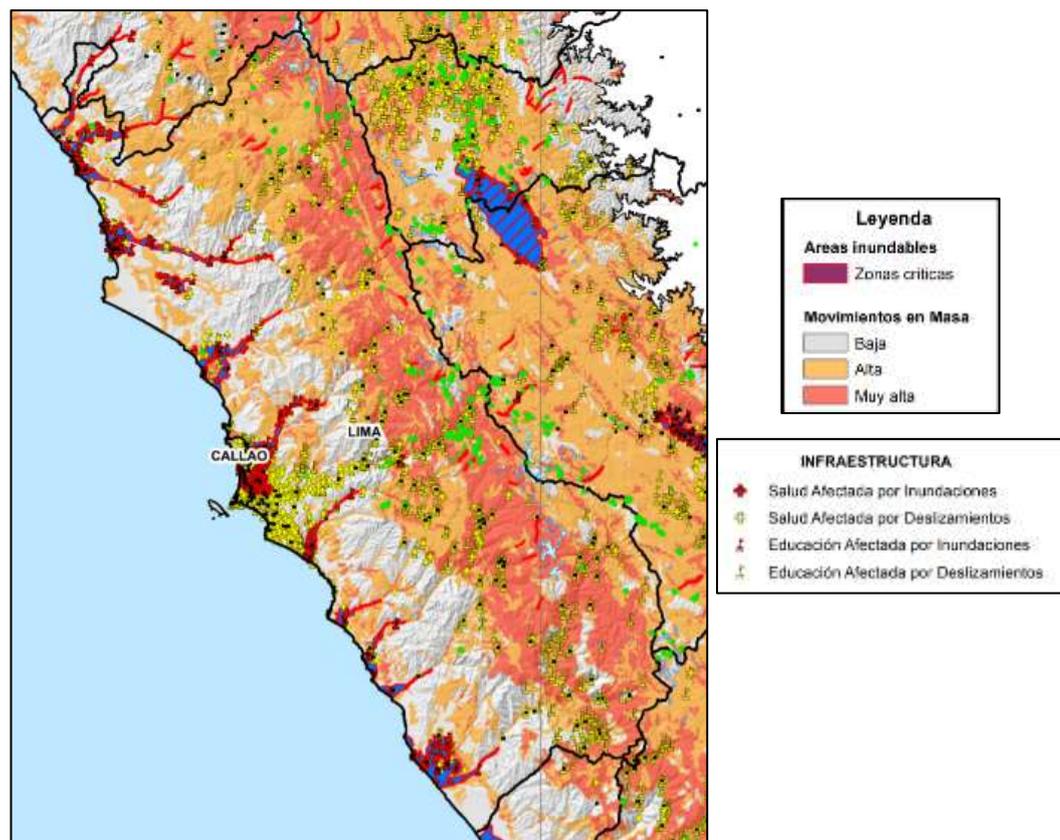


Figura N° 04. Mapa de zonas propensas a inundaciones y huaycos

Fuente: Ministerio del ambiente, 2014

Tabla N° 20. Tipo de zona ante peligros naturales

Fuente: Elaboración propia

Tipo de zona	Cantidad	Incidencia
Segura	20	100 %
Insegura	0	0 %

Si bien, de la muestra seleccionada se puede concluir que ninguno de los edificios presenta una condición insegura ante peligros naturales, se puede comprobar en noticias locales en las fechas de marzo del 2017, que distritos como San Juan de Lurigancho, se vieron afectados por inundaciones como consecuencia del Fenómeno del Niño. Así, se reconoce la necesidad de abordar una mayor cantidad de edificios para poder representar la situación real del país. Sin embargo, la presente investigación solamente posee un carácter referencial ante la propuesta del indicador como parte del modelo de certificación GREEN UNI.

5.2.2. Planificación urbana

En relación a la explicación de esta característica en el capítulo anterior, se identificó una serie de parámetros a evaluar, los cuales serán tratados a continuación.

5.2.2.1. Utilización de áreas sin urbanizar

Se evalúa el que el edificio haya requerido o no la utilización, de forma parcial o en su totalidad, de terrenos que no hayan sido previamente urbanizados, como las zonas agrícolas, zonas silvestres o parques públicos. Es así que se toman los datos respectivos (Ver tabla N° 21).

Tabla N° 21. Utilización de terrenos sin urbanizar

Fuente: Elaboración propia

Nivel de utilización	Cantidad	Incidencia
Nulo	13	65 %
Parcial o total	7	35 %

Con dichos datos, se puede reconocer que aproximadamente la tercera parte de los edificios han utilizado para su construcción, de forma parcial o en su totalidad, terrenos que no habían sido previamente urbanizados. A continuación, se presenta la edad de dichos edificios (Ver tabla N° 22).

Tabla N° 22. Edad de edificios evaluados

Fuente: Elaboración propia

Número de edificio	Edad (años)
1	30
2	15
3	20
4	25
5	35
6	25
7	40
8	15
9	10
10	20
11	25
12	35
13	10
14	40
15	35
16	40
17	15
18	10
19	25
20	30

5.2.2.2. Ocupación y alteración del terreno

Realizando una evaluación a toda la propiedad que le corresponde al edificio, se reconoce el área que ha sido alterada mediante la impermeabilización o construcción de una estructura. Por ejemplo, el camino de ingreso con pavimento de concreto, la zona de las piscinas y el área construida del propio edificio, entre otros. Se evalúa ello en vista de la inadecuada tendencia por alterar gran parte de la superficie terrestre y solamente habitar una pequeña parte de ella, como se indica en el capítulo III “hay muy poca población empleando una gran cantidad de superficie”.

Para evaluar ello, se elaboran croquis (Ver Anexo N° 02) donde se ha levantado información respecto a las distintas dimensiones dentro del terreno, obteniendo el área alterada respectiva. Con el objetivo de adimensionar dicho valor, se relaciona el área construida del edificio, que es igual a la suma del área construida en cada uno de sus niveles, con el valor del área alterada (Ver tabla N° 23). De dicha forma, cuanto mayor sea el cociente, de mejor forma se ha aprovechado el terreno.

$$\text{Cociente} = \frac{\text{Área construida del edificio (m}^2\text{)}}{\text{Superficie alterada del terreno (m}^2\text{)}}$$

Tabla N° 23. Ocupación y alteración del terreno

Fuente: Elaboración propia

Número de edificio	Área construida (m ²)	Área alterada (m ²)	Cociente
1	231.0	141.6	1.63
2	417.6	156.8	2.66
3	488.5	188.0	2.60
4	640.0	214.0	2.99
5	282.0	257.8	1.09
6	318.68	91.45	3.48
7	360.0	180.0	2.0
8	1,054.32	181.44	5.81
9	3,657.3	600.0	6.10
10	173.0	113.0	1.53
11	375.10	317.29	1.18
12	485.46	172.26	2.82
13	5,634.5	813.59	6.93
14	203.78	118.56	1.72
15	510.0	170.0	3.0
16	444.0	148.0	3.0
17	908.8	227.2	4.0
18	7,744.1	595.7	13.0
19	824.25	386.06	2.14
20	371.04	148.2	2.50

Con dicha información, se obtienen los intervalos entre los que se encuentra el valor del cociente calculado y la cantidad de edificios que se reconocen para cada caso (Ver tabla N° 24).

Tabla N° 24. Intervalos por ocupación y alteración del terreno

Fuente: Elaboración propia

Intervalo	Cantidad	Incidencia
≤ 1	0	0 %
$\langle 1; 2.0]$	6	30 %
$\langle 2.0; 3.0]$	8	40 %
$\langle 3.0; 4.0]$	2	10 %
4.0 a más	4	20 %

Presentando como referencia a la certificación inglesa BREEAM, se otorga el máximo puntaje cuando el cociente resulta mayor a 3 en caso de edificios unifamiliares y mayor a 4 en caso de multifamiliares (Instituto Tecnológico de Galicia, 2011). En el caso de los edificios evaluados, se reconoce que solamente el 30% superan el valor de 3 en el cociente.

5.2.2.3. Servicios básicos

Como parte de la evaluación de la sostenibilidad social del edificio, se estudia el nivel de acceso que presenta hacia distintos servicios necesarios para la actividad humana: Adquisición de alimentos y otros productos, centros de estudio, zonas de esparcimiento y centros de salud. Para la presente investigación, al agrupamiento de todos estos se le da el nombre de "Servicios básicos". La importancia de la evaluación es reconocer si los residentes pueden acceder a estos transportándose a pie, generándose un impacto positivo hacia su salud por la actividad física y hacia el medio ambiente, ya que se evita el transporte vehicular.

Es así que se considera un tiempo máximo estimado de 12 minutos en que las personas pueden caminar con comodidad, sin cansancio y no preferir el transporte vehicular. Considerando que la velocidad promedio de una persona es de 5 Km/h (Martín, 2007), se obtiene que, dentro de un radio de 600 metros y tomando como centro al edificio, se cumple dicho intervalo de tiempo. Es por ello que, para los

edificios, se han elaborado croquis (Ver anexo N° 03) en los cuales se identifica, dentro del radio, mencionado todos aquellos servicios básicos que se enlistan a continuación:

- Bodega
- Mercado
- Supermercado
- Universidad
- Instituto superior
- Colegio
- Restaurante
- Gimnasio
- Farmacia
- Centro comercial
- Clínica
- Hospital
- Posta médica
- Parque
- Iglesia
- Templo de oración

Para poder comparar la situación de los distintos edificios se requiere de un valor cuantitativo. Se puede contar la cantidad de servicios básicos reconocidos dentro del radio de análisis; sin embargo, dado que a lo largo del día o de la semana se emplean con distinta frecuencia, es que se decide agruparlos y se propone asignarse un peso respecto a su frecuencia de uso (Ver tabla N° 25).

Tabla N° 25. Peso según tipo de servicio básico

Fuente: Elaboración propia

Peso	Servicio básico
5	<ul style="list-style-type: none"> • Bodega • Mercado • Supermercado
4	<ul style="list-style-type: none"> • Universidad • Instituto superior • Colegio
3	<ul style="list-style-type: none"> • Restaurante • Gimnasio
2	<ul style="list-style-type: none"> • Farmacia • Centro comercial • Clínica • Hospital • Posta médica • Parque
1	<ul style="list-style-type: none"> • Iglesia • Templo de oración

Así, se identifican todos los servicios básicos dentro del radio de análisis y se propone una ponderación con su respectivo peso, generándose valores que se compararán entre los edificios evaluados (Ver tabla N° 26).

$$\text{Peso por servicios básicos} = \sum (\text{Cantidad de servicios}) * (\text{Peso del servicio})$$

Tabla N° 26. Sumatoria de pesos por servicios básicos

Fuente: Elaboración propia

Número de edificio	Peso por servicios básicos
1	361
2	171
3	369
4	361
5	217
6	547
7	179
8	260
9	90
10	307
11	577
12	380
13	302
14	524
15	688
16	417
17	317
18	403
19	101
20	367

Con ello, se realiza la estadística respecto a los distintos intervalos entre los que se encuentran los valores calculados (Ver tabla N° 27).

Tabla N° 27. Intervalos por servicios básicos

Fuente: Elaboración propia

Intervalo	Cantidad	Incidencia
(0 ; 100]	1	5 %
(100 ; 200]	3	15 %
(200 ; 300]	2	10 %
(300 ; 400]	8	40 %
(400 ; 500]	2	10 %
Más de 500	4	20 %

5.2.2.4. Estaciones de transporte público

De forma similar al punto anterior, como parte del análisis de la sostenibilidad social en la evaluación de un edificio, la cercanía a servicios de transporte brinda una mayor calidad de vida a los residentes para el acceso a sus lugares de estudio, trabajo, ocio, entre otros. Además, el hecho de emplear medios de transporte masivo genera un impacto ambiental menor que uno particular.

Es así que se considera un tiempo máximo estimado de 15 minutos en que las personas pueden caminar con comodidad, sin cansancio hacia su estación antes de preferir el transporte particular. Considerando 5 Km/h la velocidad promedio de una persona caminando (Martín, 2007), se encuentra que el radio de análisis debe ser de 750 metros, tomando como centro al edificio. Por otro lado, en el caso de estándares de EEUU, se recomienda que un edificio debe estar localizado a una distancia caminable de un kilómetro de una estación de transporte público o a menos de 500 metros en caso de una estación de servicio directo (Institute for Transportation and Development Policy, 2015).

En la ciudad de Lima se pueden encontrar estaciones con vehículos de transporte masivo del siguiente tipo:

- Metro de Lima (Tren eléctrico)
- Bus Alimentador del Metropolitano
- Bus Expreso (Metropolitano)
- Corredor de buses
- Autobuses
- Combi

Es así que se generan croquis (Ver anexo N° 04) ubicando al edificio y el radio de análisis, identificando la cantidad de estaciones dentro de este, solamente en un sentido de dirección vehicular. Sin embargo, para poder comparar la situación de los veinte edificios evaluados, se propone el conteo de cada tipo de vehículo que sea reconocido en cada paradero durante un periodo continuo de 15 minutos. Finalmente, se realiza un promedio ponderado respecto a pesos asignados debido al aforo de pasajeros que posee cada medio de transporte (Ver tabla N° 28), información obtenida de las instituciones SIMUS (Asociación Latinoamericana de Sistemas Integrados para la Movilidad Urbana Sustentable) y AATE (Autoridad Autónoma del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo en Lima y Callao).

Tabla N° 28. Peso según tipo de servicio de transporte público

Fuente: Elaboración propia basado en SIMUS y AATE

Peso	Servicio de transporte público	Capacidad de pasajeros
12	• Metro de Lima o Tren eléctrico	1,000
8	• Bus expreso o "Metropolitano"	160
5	• Bus grande	80
	• Bus Alimentador del Metropolitano	80
	• Bus de corredor	80
3	• Bus mediano	40
1	• Combi	20

Realizando la identificación de vehículos en todos los paraderos reconocidos dentro del radio de análisis, se pondera la cantidad de cada tipo de transporte público con su respectivo peso (Ver tabla N° 29).

$$\text{Peso por transporte público} = \sum (\# \text{ transportes reconocidos}) * (\text{Peso})$$

Tabla N° 29. Sumatoria de pesos por transporte público

Fuente: Elaboración propia

Número de edificio	Peso por transporte público
1	248
2	62

3	168
4	226
5	293
6	424
7	113
8	616
9	453
10	190
11	321
12	198
13	183
14	107
15	377
16	274
17	233
18	347
19	238
20	173

Con ello, se realiza la estadística respecto a los distintos intervalos entre los que se encuentran los valores calculados (Ver tabla N° 30).

Tabla N° 30. Intervalos por transporte público

Fuente: Elaboración propia

Intervalo	Cantidad	Incidencia
<0 ; 100]	1	5 %
<100 ; 200]	7	35 %
<200 ; 300]	6	30 %
<300 ; 400]	3	15 %
<400 ; 500]	2	10 %
Más de 500	1	5 %

5.2.2.5. Empleo de bicicletas

Como principal medio factible de transporte sostenible en la ciudad de Lima se encuentran las bicicletas. Tal como lo comentado en el capítulo III, el principal obstáculo para su uso masivo es la falta de estacionamientos seguros (Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, 2009). Es por ello que se evalúa que dentro de las instalaciones de los edificios inmobiliarios se cuente con ello, generando una relación respecto a la cantidad de estacionamientos presentes y el total de residentes (Ver tabla N° 31).

$$\% \text{ Estacionamientos} = \frac{\text{Cantidad de estacionamientos para bicicletas}}{\text{Cantidad total de usuarios del edificio}} * 100 \%$$

Tabla N° 31. Cantidad de estacionamientos para bicicletas

Fuente: Elaboración propia

Número de edificio	% Estacionamientos
1	0 %
2	0 %
3	14.89 %
4	0 %
5	0 %
6	0 %
7	0 %
8	0 %
9	0 %
10	0 %
11	0 %
12	0 %
13	0 %
14	0 %
15	0 %
16	0 %
17	0 %
18	0 %
19	0 %
20	0 %

Se comenta nuevamente que dentro del anexo N° 01 se detalla, para cada edificio, el origen de los datos presentados. Luego, se realiza la estadística respecto a los distintos intervalos entre los que se encuentran los valores calculados (Ver tabla N° 32). Recordar que la relación porcentual es respecto a la cantidad de residentes de un edificio, mas no respecto a la cantidad de viviendas, lo cual se emplea en otros modelos de certificaciones.

Tabla N° 32. Intervalos por empleo de bicicletas

Fuente: Elaboración propia

Intervalo	Cantidad	Incidencia
0 %	19	95 %
⟨ 0 ; 10] %	0	0 %
⟨ 10 ; 20] %	1	5 %
⟨ 20 ; 30] %	0	0 %
Más de 30 %	0	0 %

5.2.3. Creación de puestos de trabajo

Los puestos de trabajo generados tras la construcción de un edificio se encuentran tanto en el interior como en el exterior del mismo. Dado que los que se generan en el exterior interactúan con un mayor entorno, para el análisis de la sostenibilidad se evaluará únicamente aquellos que se llevan a cabo dentro del edificio. Es así que se reconocen los siguientes puestos:

- Jardinería (en las áreas verdes del edificio)
- Ayudantes de hogar
- Seguridad (solo para el edificio)
- Recepción
- Limpieza

Se realiza el conteo en cada edificio y se relaciona con la cantidad total de residentes para comparar su situación en esta característica (Ver tabla N° 33).

$$\% \text{ puestos de trabajo} = \frac{\text{Cantidad de puestos de trabajo generados}}{\text{Cantidad de usuarios del edificio}} * 100 \%$$

Tabla N° 33. Puestos de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Número de edificio	% Puestos de trabajo
1	0 %
2	0 %
3	8.51 %
4	13.63 %
5	0 %
6	33.33 %
7	0 %
8	29.03 %
9	7.14 %
10	12.5 %
11	11.1 %
12	25 %
13	2.5 %
14	25 %
15	28.6 %
16	7.69 %
17	7.69 %
18	0.91 %
19	6.15 %
20	12.5 %

Con ello, se realiza la estadística respecto a los distintos intervalos entre los que se encuentran los valores calculados (Ver tabla N° 34).

Tabla N° 34. Intervalos por puestos de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Intervalo	Cantidad	Incidencia
0 %	4	20 %
$\langle 0 ; 5]$ %	2	10 %
$\langle 5 ; 10]$ %	5	25 %
$\langle 10 ; 15]$ %	4	20 %
$\langle 15 ; 20]$ %	0	0 %
Más de 20 %	5	25 %

Respecto a estadísticas de Lima, el desempleo ascendió a 8.1 % durante el primer trimestre del año 2018 y es el más alto que se ha reportado según la INEI (CNN, 2018).

5.3. EFICIENCIA DEL EDIFICIO

La evaluación del nivel de eficiencia de un edificio se delimitará al análisis de la huella hídrica y energética, dada las complicaciones en cuanto a toma de información sobre los residuos sólidos generado por los edificios.

5.3.1. Huella energética

Considerando que cerca del 43 % de la energía eléctrica se produce por la quema de combustibles fósiles (OSINERMIN, 2013), se decide delimitar la evaluación al consumo eléctrico que presente el edificio evaluado. Para ello, se obtiene información en sus boletas mensuales de consumo energético (KW/mes) respecto al conjunto de artefactos electrodomésticos empleados. Tal como ya ha sido mencionado, existen edificios en los cuales solamente se tuvo acceso a uno de los departamentos, siendo este el evaluado en cuanto a su huella energética.

Tomando en cuenta la información dada por la CIA World Factbook el año 2014 sobre el consumo de electricidad per cápita de los múltiples países del mundo, se observa que en el Perú el consumo promedio es de 1, 136 KWh por habitante al año. Los países de mayor consumo eléctrico son Islandia, Noruega, Kuwait y Finlandia. Realizando la comparación con un país Sudamericano como Bolivia, en el cual su consumo per cápita resulta de 653 KWh al año, se puede comprobar que en nuestro país se consume mayor energía respecto a la necesaria para una adecuada calidad de vida. Con dicha información se puede obtener el ratio de un consumo ideal, el cual sería 50 KWh/mes/persona.

*Consumo ideal (KWh/mes) = 50 KWh/mes/persona * #personas de la vivienda*

Por otro lado, dichos consumos se comparan con los generados por modelos de viviendas pasivas, las cuales se caracterizan por poseer una buena envolvente protectora y un buen aprovechamiento del calor del sol almacenado en los edificios. En estos, se combina un elevado confort interior con un consumo de energía muy bajo, ya que se posee un alto grado de aislamiento, un control riguroso de puentes térmico y de las infiltraciones de aire indeseadas, y un

aprovechamiento óptimo del sol mediante la ventilación mecánica. Para el caso de dichas viviendas, el consumo generado es de 60 KWh/m² (Energy Management Agency, 2011).

Es así que, para generar una comparación respecto a la situación de los edificios evaluados, se relaciona el consumo real respecto al consumo ideal considerando la cantidad de habitantes en cada uno (Ver tabla N° 35).

$$Diferencia = \frac{\text{Consumo ideal (KWh/mes)} - \text{Consumo real (KWh/mes)}}{\text{Consumo ideal (KWh/mes)}} * 100 \%$$

Tabla N° 35. Huella energética

Fuente: Elaboración propia

Número de edificio	Consumo real (KWh / mes)	Consumo ideal (KWh / mes)	Diferencia
1	176	250	29.6 %
2	301	300	0 %
3	66	200	67.0 %
4	642	1, 100	41.64 %
5	71	100	29.0 %
6	518	450	- 15.11 %
7	241	300	19.7 %
8	104.5	150	30.33 %
9	207.9	150	- 38.6 %
10	671.5	400	- 67.9 %
11	403	450	10.4 %
12	577	600	3.83 %
13	334.1	250	- 33.64 %
14	286	400	28.5 %
15	266	350	24.0 %
16	714	650	- 9.85 %
17	35	50	30.0 %
18	180	200	10.0 %
19	243	200	- 21.5 %
20	267	400	33.25 %

Con ello, se realiza la estadística respecto a los distintos intervalos entre los que se encuentran los valores calculados (Ver tabla N° 36).

Tabla N° 36. Intervalos por consumo energético

Fuente: Elaboración propia

Intervalo	Cantidad	Incidencia
Menos de 0 %	6	30 %
[0; 20] %	5	25 %
(20; 40] %	7	35 %
(40; 60] %	1	5 %
(60; 80] %	1	5 %
(80; 100] %	0	0 %

5.3.2. Método de secado de prendas

(RPP Noticias, 2017) El segundo electrodoméstico que mayor consumo eléctrico genera, luego de la cocina eléctrica (4500 W) que no es muy utilizada en el país aún, es la secadora de ropa (4200 W). Dicho artefacto representa aproximadamente el 12% del consumo total en las viviendas que lo utilizan. Así, se decide analizar el fomento del proceso sostenible de secado de ropa mediante la presencia de cordeles en la cantidad suficiente, por lo que se mide la longitud de los mismos (ml) y se relaciona con la cantidad de residentes (Ver tabla N° 37).

$$\text{Presencia de cordeles} = \frac{\text{Longitud total de cordeles para tendido de ropa (ml)}}{\text{Cantidad total de usuarios}}$$

Tabla N° 37. Cordeles para secado de prendas

Fuente: Elaboración propia

Número de edificio	Presencia de cordeles (ml / persona)
1	2.0
2	0.7
3	1.6
4	3.64
5	7.85
6	3.5

7	5.5
8	1.5
9	0
10	4.0
11	2.7
12	8.2
13	0
14	3.1
15	2.14
16	3.23
17	3.0
18	3.25
19	0
20	1.13

Con ello, se realiza la estadística respecto a los distintos intervalos entre los que se encuentran los valores calculados (Ver tabla N° 38).

Tabla N° 38. Intervalos por cordeles para secado de prendas

Fuente: Elaboración propia

Intervalo	Cantidad	Incidencia
0	3	15 %
< 0; 1.0]	1	5 %
< 1.0 ; 2.0]	4	20 %
< 2.0 ; 3.0]	2	10 %
< 3.0 ; 4.0]	7	35 %
Más de 4	3	15 %

Dichos valores se pueden comparar con el estándar de la certificación BREEAM, la cual otorga 1 punto si es que se demuestra la existencia de 4 o más metros de cordeles para secado de ropa en el caso de viviendas con 1 o 2 dormitorios, y la existencia de 6 o más metros en el caso de viviendas con 3 a más dormitorios (Instituto Tecnológico de Galicia, 2011).

5.3.3. Huella hídrica

Respecto al consumo hídrico en los edificios, se toma la información presente en las boletas de consumo de agua mensuales (m³) comparándose con el total de residentes. De la misma forma, existen edificios en los cuales solamente se tuvo acceso a uno de los departamentos, siendo solamente este el evaluado en cuanto a su huella hídrica.

Tomando en cuenta los datos del World Economic Forum en el año 2017 acerca del consumo hídrico per cápita al día, los países que mayor consumo presentan son Estados Unidos (575 litros), Australia (493 litros) e Italia (386 litros). En el caso de Perú, se indica que dicho valor es aproximadamente 170 litros; sin embargo, analizando países como China donde el consumo es de 85 litros, se concluye que se emplea más agua de la necesaria para una adecuada calidad de vida. Por ello, se propone considerar como referencia de consumo ideal al valor de 85 litros / persona / día.

Es así que, para generar una comparación respecto a la situación de los edificios evaluados, se relaciona el consumo real respecto al consumo ideal considerando la cantidad de habitantes en cada uno (Ver tabla N° 39).

$$Diferencia = \frac{\text{Consumo ideal (m}^3/\text{mes)} - \text{Consumo real (m}^3/\text{mes)}}{\text{Consumo ideal (m}^3/\text{mes)}} * 100 \%$$

Tabla N° 39. Huella hídrica

Fuente: Elaboración propia

Número de edificio	Consumo real (m ³ / mes)	Consumo ideal (m ³ / mes)	Diferencia
1	19.0	12.75	- 49.02 %
2	32.01	12.75	- 151.06 %
3	11.7	10.2	- 14.71 %
4	54.5	52.8	- 3.22 %
5	2.0	5.1	60.78 %
6	52.0	22.95	- 126.6 %
7	11.0	15.3	28.1 %
8	8.0	7.65	- 4.57 %
9	8.79	7.65	- 14.9 %

10	26.0	20.4	- 27.45 %
11	24.0	22.95	- 4.58 %
12	41.5	30.6	- 35.62 %
13	15.0	12.75	- 17.65 %
14	40.0	20.4	- 96.0 %
15	27.0	17.85	- 51.26 %
16	40.0	33.15	- 20.66 %
17	3.5	2.55	- 37.25 %
18	11.12	10.2	- 9.02 %
19	12.4	10.2	- 21.57 %
20	21.2	20.4	- 3.92 %

Se puede observar que en algunos casos los consumos son menores al ideal calculado, lo cual se debe a que en dichas viviendas residen estudiantes que ocupan poco tiempo del día en este. Con ello, se realiza la estadística respecto a los distintos intervalos entre los que se encuentran los valores calculados (Ver tabla N° 40).

Tabla N° 40. Intervalos por consumo hídrico

Fuente: Elaboración propia

Intervalo	Cantidad	Incidencia
Menos de 0 %	18	90 %
[0; 20] %	0	0 %
<20 ; 40] %	1	5 %
<40 ; 60] %	0	0 %
<60 ; 80] %	1	5 %
<80 ; 100] %	0	0 %

Se encuentra que el 90 % de la muestra presenta un consumo real mayor que el consumo hídrico ideal, por lo que existe un uso ineficiente del recurso.

5.4. CONFORT EN AMBIENTES INTERIORES

Previamente a realizar la evaluación de este grupo de parámetros, se vuelve a mencionar que la base de datos detallada para cada edificio evaluado se encuentra en el Anexo N° 01, la cual no se presenta en los capítulos para evitar la aglomeración de valores y tablas.

5.4.1. Niveles de temperatura y humedad

Para realizar la evaluación de los niveles de temperatura y humedad dentro de los ambientes de un edificio, se empleó un equipo de medición que permite tomar lectura de ambos parámetros al mismo tiempo. Se reitera nuevamente que existen edificios donde solamente se tuvo acceso a uno de los departamentos, dentro de los cuales se realizó el levantamiento de información; incluso en algunos casos de edificios de pocos pisos, solamente se tuvo acceso a un solo nivel.

En primer lugar, se realizó un croquis del departamento o edificio evaluado (Ver Anexo N° 05) para identificar las dimensiones de todos los ambientes que presenta. Luego, el equipo se colocó en el centroide aproximado de cada uno y se realizó la toma de datos durante 5 minutos, obteniendo un total de 300 medidas ya que el equipo las genera cada segundo. Finalmente, mediante una opción del equipo se obtiene el promedio de estas.

Dicha evaluación se realiza en el momento del día donde se encuentre la mayor presencia de personas, dependiendo de las actividades que realicen. Considerando el caso donde la familia posee hijos los cuales salen a estudiar por las mañanas, así como el padre sale a trabajar y la madre se queda en casa realizando labores domésticas, lo ideal es realizar la evaluación por las tardes a partir de las 5 pm, cuando es más probable que se encuentre todos o la mayoría de miembros de la familia (Dicha consideración puede variar para casos específicos del hogar analizado). De la misma forma, se evaluarán todos aquellos ambientes donde existe la mayor cantidad de personas durante el día, por lo que se descartan almacenes, pasadizos, servicios higiénicos, entre otros. Asimismo, deben encontrarse sin personas durante la toma de datos.

Dado que se analizan los niveles de confort, se toma en cuenta que en Lima la temperatura durante el verano debe estar entre 20.7 a 24.8 °C y durante el invierno entre 18.3 a 21.7 °C (Wieser, 2006). De la misma forma, el nivel de humedad de

confort debe estar entre 20 a 80 % para evitar la aparición de ácaros y moho, perjudiciales para la salud respiratoria. Generalmente, se considera como límite más cercano al 70%, pero se asume una extensión debido a una aclimatación a las zonas húmedas por parte de la población local. Por otro lado, dentro del indicador de “Prevención del moho” en la certificación LEED, se indica que para prevenir dicho problema es necesario mantener la humedad por debajo del 60%. Considerando las referencias antes mencionadas, luego de realizar la evaluación en cada ambiente se propone asignar una valoración a cada uno dependiendo del intervalo donde se encuentre la humedad calculada (Ver tabla N° 41).

Tabla N° 41. Valoración por nivel de Humedad
Fuente: Elaboración propia

Intervalo (%)	Valoración
[20 ; 60] %	1.5
⟨60; 70] %	1.0
⟨70; 80] %	0.5
Mayor a 80 %	0.0

Con ello, se propone generar una ponderación de la situación de cada ambiente en la vivienda para reconocer el porcentaje de cumplimiento que presenta, empleándose la siguiente ecuación:

$$\text{Cumplimiento por humedad} = \frac{\sum \text{Valoración} * \text{Área de ambientes (m}^2\text{)}}{1.5 * \text{Área total de ambientes (m}^2\text{)}} * 100 \%$$

Dicho procedimiento no se realiza en el caso de la temperatura, ya que diferentes personas en un mismo ambiente sienten confort a diferentes temperaturas. Ya que resulta complejo reconocer la temperatura a la que cada residente de la vivienda se encuentra en confort, solamente se trabajará con el cumplimiento del intervalo

Con el objetivo de comparar la situación de cada edificio, se calcula un porcentaje ponderado respecto al cumplimiento de los estándares y su respectiva área en cada uno de los ambientes (Ver tabla N° 42).

$$\text{Cumplimiento} = \frac{\text{Área de ambientes que cumplen el estándar (m}^2\text{)}}{\text{Área total de ambientes (m}^2\text{)}} * 100 \%$$

Tabla N° 42. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia

Número de edificio	Cumplimiento de la Temperatura (%)	Cumplimiento de la Humedad (%)
1	0 %	41.1 %
2	0 %	33.3 %
3	0 %	12.7 %
4	79.5 %	54.1 %
5	75.4 %	33.3 %
6	100 %	66.7 %
7	100 %	43.4 %
8	0 %	26.3 %
9	0 %	0 %
10	73.2 %	82.4 %
11	100 %	66.7 %
12	100 %	33.3 %
13	100 %	66.7 %
14	100 %	66.7 %
15	48.6 %	42.4 %
16	100 %	33.3 %
17	0 %	0 %
18	48.2 %	33.3 %
19	0 %	19.8 %
20	40.8 %	46.9 %

Con ello, se realiza la estadística respecto a los distintos intervalos entre los que se encuentran los cumplimientos calculados (Ver tablas N° 43 y 44).

Tabla N° 43. Intervalos por temperatura

Fuente: Elaboración propia

Intervalo	Cantidad	Incidencia
[0 ; 20] %	7	35 %
< 20 ; 40] %	0	0 %
< 40 ; 60] %	3	15 %

< 60 ; 80] %	3	15 %
< 80 ; 100] %	7	35 %

Tabla N° 44. Intervalos por humedad

Fuente: Elaboración propia

Intervalo	Cantidad	Incidencia
[0 ; 20]%	4	20 %
< 20 ; 40] %	6	30 %
< 40 ; 60] %	5	25 %
< 60 ; 80] %	4	20 %
< 80 ; 100] %	1	5 %

En un capítulo posterior se presentará la validación respectiva de los datos que han sido recogidos.

5.4.2. Percepción sonora

Para la evaluación de la percepción sonora en los ambientes de un edificio, se realiza la medición del nivel de intensidad sonora mediante un equipo llamado “Sonómetro” o “Decibelímetro”, el cual calcula dicho parámetro en unidades de decibelios (db). Según los estándares nacionales de Calidad Ambiental para Ruido en el Perú, el nivel de intensidad sonora para zonas residenciales debe ser como máximo 60 db en horario diurno y de 50 db en horario nocturno (Presidencia del Consejo de Ministros, 2003).

Realizando el mismo proceso que el punto anterior para cada ambiente (Procedimiento de toma de datos, momento del día, ambientes a evaluar y su ocupación), se propone asignar una valoración a cada uno dependiendo del intervalo donde se encuentre la intensidad sonora calculada respecto a los estándares de 50 db y 60 db (Ver tabla N° 45).

Tabla N° 45. Valoración por percepción sonora

Fuente: Elaboración propia

Intervalo (db)	Valoración
Menor a 50	1.5
(50; 55]	1.0
(55; 60]	0.5
Mayor a 60	0.0

Con ello, se propone generar una ponderación de la situación de cada ambiente en la vivienda para reconocer el porcentaje de cumplimiento que presenta, empleándose la siguiente ecuación:

$$\text{Cumplimiento por sonido} = \frac{\sum \text{Valoración} * \text{Área de ambientes (m}^2\text{)}}{1.5 * \text{Área total de ambientes (m}^2\text{)}} * 100 \%$$

Finalmente, se genera una comparación entre los edificios según su respectivo porcentaje de cumplimiento por percepción sonora (Ver tabla N° 46).

Tabla N° 46. Intensidad sonora

Fuente: Elaboración propia

Número de edificio	Cumplimiento de la Intensidad sonora (%)
1	87.9 %
2	88.1 %
3	82.4 %
4	19.7 %
5	66.7 %
6	33.3 %
7	100 %
8	38.9 %
9	47.5 %
10	100 %
11	66.7 %
12	49.4 %
13	100 %

14	100 %
15	20.2 %
16	100 %
17	100 %
18	62.3 %
19	47.5 %
20	83.1 %

Con ello, se realiza la estadística respecto a los distintos intervalos entre los que se encuentran los valores calculados (Ver tabla N° 47).

Tabla N° 47. Intervalos por intensidad sonora
Fuente: Elaboración propia

Intervalo	Cantidad	Incidencia
[0 ; 20] %	1	5 %
(20 ; 40] %	3	15 %
(40 ; 60] %	3	15 %
(60 ; 80] %	3	15 %
(80 ; 100] %	10	50 %

5.4.3. Niveles de iluminación

Para la evaluación del confort respecto a los niveles de iluminación presentes en los ambientes de los edificios evaluados, se empleará un equipo llamado “Luxómetro”, el cual mide dicho parámetro en unidades Lux.

El valor del nivel de iluminación de confort varía respecto al grado de visión que requiere la actividad que se realiza en el ambiente estudiado. En cuanto a viviendas, se requieren los siguientes niveles de iluminación mínima (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006):

- En dormitorios, 50 lux en general y 200 lux en la cabecera de la cama.
- En salas, 100 lux en general y 500 lux en las áreas de lectura.
- En cocinas, 300 lux en general y 500 lux en las áreas de trabajo.

Realizando el mismo proceso que los puntos anteriores (Procedimiento de toma de datos, momento del día, ambientes a evaluar y su ocupación), se relacionan

los valores reales y de confort, generando así una comparación entre los edificios evaluados (Ver tabla N° 48).

$$\text{Cumplimiento} = \frac{\text{Área de ambientes que cumplen el estándar (m}^2\text{)}}{\text{Área total de ambientes (m}^2\text{)}} * 100 \%$$

Tabla N° 48. Intensidad luminosa

Fuente: Elaboración propia

Número de edificio	Cumplimiento de la Intensidad luminosa (%)
1	91.4 %
2	52.1 %
3	62.0 %
4	83.6 %
5	83 %
6	100 %
7	100 %
8	91.7 %
9	100 %
10	100 %
11	100 %
12	23.3 %
13	100 %
14	30.0 %
15	48.6 %
16	100 %
17	100 %
18	88.8 %
19	58.3 %
20	76.5 %

Con ello, se realiza la estadística respecto a los distintos intervalos entre los que se encuentran los valores calculados (Ver tabla N° 49).

Tabla N° 49. Intervalos por intensidad luminosa

Fuente: Elaboración propia

Intervalo	Cantidad	Incidencia
[0 ; 20] %	0	0 %
< 20 ; 40] %	2	10 %
< 40 ; 60] %	3	15 %
< 60 ; 80] %	2	10 %
< 80 ; 100] %	13	65 %

5.4.4. Percepción olfativa

Dentro de la evaluación del confort de ambientes, se reconoce la necesidad de incluir el parámetro de la percepción olfativa. Sin embargo, dada la complejidad de poder realizar una medición cuantitativa de este mediante un equipo, se emplea una escala de Likert para los distintos niveles de percepción reconocido en cada uno de los ambientes (Ver tabla N° 50). Para el levantamiento de información, se realiza el mismo proceso que los puntos anteriores (Procedimiento de toma de datos, momento del día, ambientes a evaluar y su ocupación).

Tabla N° 50. Niveles de percepción olfativa

Fuente: Elaboración propia

Valoración	Descripción del olor
1	Totalmente desagradable
2	Muy desagradable
3	Desagradable
4	Poco desagradable
5	Muy poco desagradable
6	Cómodo
7	Muy cómodo

De esta forma, se pondera la valoración reconocida en cada ambiente respecto a su área y así se realiza una comparación entre los edificios evaluados (Ver tabla N° 51).

$$\text{Percepción olfativa} = \frac{\sum[\text{Valoración} * \text{Área del ambiente}(m^2)]}{\text{Área total de ambientes } (m^2)}$$

Tabla N° 51. Percepción olfativa

Fuente: Elaboración propia

Número de edificio	Percepción olfativa
1	6.91
2	6.0
3	6.0
4	6.05
5	6.0
6	6.0
7	6.59
8	6.46
9	6.54
10	5.20
11	6.0
12	4.65
13	7.0
14	7.0
15	5.45
16	6.40
17	6.0
18	6.28
19	6.35
20	6.86

Con ello, se realiza la estadística respecto a los distintos intervalos entre los que se encuentran los valores calculados (Ver tabla N° 52).

Tabla N° 52. Intervalos por percepción olfativa

Fuente: Elaboración propia

Intervalo	Cantidad	Incidencia
[0 ; 1.0]	0	0 %
< 1.0; 2.0]	0	0 %
< 2.0 ; 3.0]	0	0 %
< 3.0 ; 4.0]	0	0 %

< 4.0 ; 5.0]	1	5 %
< 5.0 ; 6.0]	8	40 %
< 6.0 ; 7.0]	11	55 %

5.5. CALIDAD DE AMBIENTES INTERIORES

Previamente a realizar la evaluación de este grupo de parámetros, se vuelve a mencionar que la base de datos detallada para cada edificio evaluado se encuentra en el Anexo N° 01, la cual no se presenta en los capítulos para evitar la aglomeración de valores y tablas.

5.5.1. Concentración de CO₂

Tal como se describe en el capítulo III, en el aire se encuentran presentes una serie de gases contaminantes. Dada la complejidad de poder realizar una medición de la totalidad de gases existentes, se ha decidido delimitar el estudio únicamente al CO₂. Además, cuando la concentración en el aire de dicho gas es muy elevada, se empieza a acumular en la sangre y en los tejidos provocando efectos nocivos en las personas (incremento del ritmo respiratorio, dolor de cabeza, disminución de la eficiencia mental, irritación de ojos, entre otros), por lo que la concentración debe mantenerse siempre por debajo de 1, 000 ppm o partes por millón (Rodríguez & Mance, 2009). Por otro lado, existen ciertas personas sensibles que manifiestan incomodidad a partir de los 600 ppm (Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España, 2000). Asimismo, existen referencias donde se indica que el confort se encuentra entre los 600 a 800 ppm (VAISALA, 2018).

Para realizar la toma de datos, el equipo se coloca aproximadamente en el centroide de cada habitación a evaluar dentro de los edificios, durante un total de 5 minutos para obtener 300 mediciones en unidades ppm, las cuales se promediarán. En cuanto al levantamiento de información, se realiza el mismo proceso que los puntos anteriores (Procedimiento de toma de datos, momento del día, ambientes a evaluar y su ocupación). Dicho procedimiento se realiza en cada ambiente y se reconoce la valoración que poseerá respecto a los rangos propuestos bajo las referencias analizadas (Ver tabla N° 53).

Tabla N° 53. Valoración por nivel de CO₂

Fuente: Elaboración propia

Intervalo (ppm)	Valoración
[0 ; 600]	1.5
< 600; 800]	1.0
< 800; 1,000]	0.5
Mayor a 1,000	0.0

Con ello, se propone generar una ponderación de la situación de cada ambiente en la vivienda analizada, para reconocer el porcentaje de cumplimiento que presenta:

$$\text{Cumplimiento} = \frac{\sum \text{Valoración} * \text{Área de ambientes (m}^2\text{)}}{1.5 * \text{Área total de ambientes (m}^2\text{)}} * 100 \%$$

Mediante dicha ecuación, se calcula el cumplimiento de los edificios evaluados (Ver tabla N° 54).

Tabla N° 54. Contaminación en el aire

Fuente: Elaboración propia

Número de edificio	Cumplimiento del nivel de CO₂ (%)
1	89.9 %
2	100 %
3	100 %
4	73.5 %
5	42.2 %
6	81.2 %
7	100 %
8	90.1 %
9	100 %
10	100 %
11	100 %
12	100 %
13	100 %

14	97.9 %
15	100 %
16	100 %
17	100 %
18	90.2 %
19	66.3 %
20	100 %

Con ello, se realiza la estadística respecto a los distintos intervalos entre los que se encuentran los valores calculados (Ver tabla N° 55).

Tabla N° 55. Intervalos por contaminación en el aire

Fuente: Elaboración propia

Intervalo	Cantidad	Incidencia
[0 ; 20] %	0	0 %
< 20; 40] %	0	0 %
< 40; 60] %	1	5 %
< 60; 80] %	2	10 %
< 80; 100] %	17	85 %

5.5.2. Áreas verdes

Tal como se plantea en el capítulo III, el ser humano requiere como mínimo 8 m² / persona de áreas verdes para una adecuada calidad de vida (Rendón, 2010). Se cuantificará dentro del edificio el área que posea de áreas verdes, generándose para ello los croquis del terreno en el Anexo N° 02, y se obtendrá una relación respecto al total de residentes. De esta forma, se realizará una comparación entre la situación de todos los edificios evaluados (Ver tabla N° 56).

Tabla N° 56. Áreas verdes

Fuente: Elaboración propia

Número de edificio	Áreas verdes (m ² /persona)
1	0.27
2	0.00
3	1.44

4	0.27
5	4.37
6	0.00
7	1.77
8	0.00
9	0.15
10	5.88
11	0.00
12	0.00
13	0.23
14	0.00
15	0.00
16	0.00
17	0.00
18	0.00
19	0.44
20	1.25

Con ello, se realiza la estadística respecto a los distintos intervalos entre los que se encuentran los valores calculados (Ver tabla N° 57).

Tabla N° 57. Intervalos por áreas verdes

Fuente: Elaboración propia

Intervalo	Cantidad	Incidencia
[0 ; 2.0]	18	90 %
< 2.0; 4.0]	0	0 %
< 4.0 ; 6.0]	2	10 %
< 6.0 ; 8.0]	0	0 %

En el siguiente capítulo, dentro de la propuesta de la metodología de la certificación, se proponen variables cualitativas para dichos intervalos.

5.5.3. Agua potable

Existe una serie de rangos permisibles para aquellos parámetros que caracterizan como potable a una muestra de agua (Ministerio de Salud, 2011). Dada la dificultad de realizar la medición de todos estos, se propone solamente estudiar el pH, la conductividad y el total de sólidos disueltos, quienes deben cumplir lo siguiente:

- El valor del pH debe estar entre 6.50 a 8.50.
- La conductividad (CA) a 25 °C debe ser 1,500 $\mu\text{mho}/\text{cm}$ como máximo.
- La cantidad de sólidos totales disueltos (TDS) debe ser de 1 000 mg/Lt como máximo.

Para la evaluación, se emplea un equipo que permite medir los tres parámetros mencionados de una muestra de agua, la cual se obtiene de las distintas fuentes presentes en el edificio o departamento analizado. Con el fin de comparar la situación de todos los edificios, se realiza un promedio ponderado respecto al cumplimiento de los estándares y a la cantidad de tomas de agua reconocidas (Ver tabla N° 58). Cabe resaltar que el equipo empleado presenta valores fijos de las propiedades evaluadas, por lo cual no presenta información estadística de la media o desviación estándar.

Tabla N° 58. Agua potable

Fuente: Elaboración propia

Número de edificio	Calidad del agua
1	100 %
2	100 %
3	100 %
4	100 %
5	100 %
6	100 %
7	100 %
8	100 %
9	100 %
10	100 %
11	100 %
12	100 %
13	100 %

14	100 %
15	100 %
16	100 %
17	100 %
18	100 %
19	100 %
20	100 %

Con ello, se realiza la estadística respecto a los distintos intervalos entre los que se encuentran los valores calculados (Ver tabla N° 59).

Tabla N° 59. Intervalos por agua potable

Fuente: Elaboración propia

Intervalo	Cantidad	Incidencia
[0 ; 20] %	0	0 %
< 20; 40] %	0	0 %
< 40; 60] %	0	0 %
< 60; 80] %	0	0 %
< 80; 100] %	20	100 %

CAPÍTULO VI: METODOLOGÍA DE CERTIFICACIÓN GREEN UNI

Luego de haber realizado el diagnóstico inicial y de generar una base de datos, se procede a realizar la propuesta de la metodología de certificación GREEN UNI. Esta se conformará de una serie de indicadores que representen las características que han sido evaluadas, agrupándolos en 4 categorías respecto al fin de cada uno. Es importante recordar que, dentro de la presente tesis, el alcance propuesto en los objetivos no considera profundizar en el análisis de cada uno de los indicadores, solamente generar un planteamiento de propuestas. Solamente serán profundizados aquellos que se relacionan con la calidad del aire interior.

Para ello, se inicia presentando el alcance que tiene esta propuesta inicial del modelo. Luego, se explican cada una de las categorías, dentro de las cuales se encontrarán sus respectivos indicadores. Como parte de cada uno de estos, se detallarán los aspectos importantes como el motivo para trabajar con este, su forma de evaluación y el proceso para la obtención de puntajes. Finalmente, se presenta de forma global la influencia de cada uno de los indicadores y las categorías en el puntaje total.

6.1 ALCANCE DEL MODELO

El modelo propuesto presenta el siguiente alcance:

- En esta etapa, es aplicable solo a las zonas urbanas de la ciudad de Lima.
- Evalúa solo edificios de vivienda, tanto unifamiliares como multifamiliares.
- Evalúa los edificios solamente durante su etapa de ocupación.

Dentro de cada uno de los indicadores se detallan los siguientes aspectos:

- Introducción. Explicación breve del fin del indicador.
- Definición. Explicación del contexto que considera el indicador.
- Justificación. Expresa la razón por la cual se ha tomado en cuenta en el análisis de la sostenibilidad.
- Evaluación. Se indican los procedimientos de toma de datos, los entregables, las ecuaciones y el manejo de equipos en caso de ser necesario.
- Puntaje. Explica las distintas escalas de puntaje respecto a la situación del indicador que ha sido evaluado.
- Comparación. Se presentan indicadores semejantes en las certificaciones extranjeras LEED y BREEAM.

6.2 CATEGORÍAS E INDICADORES

A continuación, presenta un resumen de aquellas características que fueron seleccionadas para ser evaluadas en el capítulo IV (Ver tabla N° 60), asignándose un nombre al indicador que representará. Luego, se procede a detallar las categorías del modelo de certificación y los indicadores que cada una contiene.

Tabla N° 60. Características seleccionadas para evaluación

Fuente: Elaboración propia

Categoría	Característica	Nombre de Indicador
Armonía del edificio con el exterior	Exposición a peligros naturales	Nivel de vulnerabilidad del edificio
	Uso de terrenos sin previa urbanización	Ubicación del edificio
	Ocupación y alteración del suelo	Aprovechamiento del terreno
	Acceso a servicios públicos	Cercanía a servicios básicos
	Acceso al transporte público	Cercanía a servicios de transporte público
	Modo de transporte sostenible	Fomento del empleo de bicicletas
	Impacto laboral del edificio	Puestos de trabajo generados
Eficiencia del edificio	Eficiencia energética	Consumo energético
	Modo sostenible de secado de prendas	Zona para el secado de ropa manualmente
	Eficiencia hídrica	Consumo hídrico
Confort en ambientes interiores	Nivel de humedad relativa	Confort higrotérmico
	Temperatura	Confort térmico
	Nivel de intensidad acústica	Confort acústico
	Nivel de intensidad luminosa	Confort visual
	Percepción olfativa	Confort olfativo
Calidad de espacios	Concentración de CO ₂ en el aire	Concentración de CO ₂
	Presencia de áreas verdes	Calidad de espacios
	Evaluación del agua potable	Calidad del agua

Más adelante, se realiza la comparación de dichos indicadores con otras certificaciones extranjeras.

6.2.1 Categoría 1: Armonía de la edificación con el exterior

En la presente categoría se abarcan indicadores relacionados al impacto de la ubicación del edificio en cuanto al terreno empleado, su cercanía a servicios básicos o de transporte público, entre otros.

6.2.1.1 Nivel de vulnerabilidad del edificio

Introducción: Se realiza la evaluación del nivel de vulnerabilidad que presenta el edificio respecto a los peligros naturales a los que se encuentra expuesto.

Definición: En el presente indicador se identifica que la zona donde se encuentra el edificio no esté expuesta a peligros naturales, tal como el estar en el área de inundación de ríos o quebradas, así como la exposición a problemas de flujo de lodos (huaycos). Resaltar que no se encuentra dentro del alcance la vulnerabilidad a causa de eventos sísmicos.

Justificación: Como ya ha sido diagnosticado, dentro de la ciudad de Lima se han urbanizado ciertas zonas sin tener en cuenta el nivel de exposición a peligros naturales que presentan (un ejemplo de ello son aquellas zonas donde la gente ha invadido terrenos y ha autoconstruido). Es así que el indicador promueve que un edificio no se ubique en este tipo de zonas inseguras.

Evaluación: Se identifica si el edificio se ubica en una zona de inundación o exposición a huaycos mediante la localización del mismo dentro de los mapas de geodinámica externa del Perú que el ministerio del ambiente elaboró el año 2014 (Ver figura N° 04).

Puntaje: Dentro del proceso de levantamiento de datos se ha podido identificar dos condiciones respecto al indicador evaluado: Si el edificio se encuentra en una zona segura o insegura respecto a los peligros naturales señalados. Es así que se propone una tabla de puntaje (Ver tabla N° 61) con dichas opciones.

Tabla N° 61. Puntaje por nivel de vulnerabilidad del edificio

Fuente: Elaboración propia

Tipo de zona	Grado de vulnerabilidad	Puntaje	Puntaje relativo
Segura ante inundaciones y huaycos	Poco vulnerable	2	100 %
Inseguro ante inundaciones o huaycos	Vulnerable	1	50 %
Inseguro ante inundaciones y huaycos	Muy vulnerable	0	0 %

Comparación: La certificación BREEAM posee el indicador “Riesgo de Inundaciones”, el cual pertenece a la categoría “Contaminación”, donde se obtiene 1 punto (de un total de 2) si el edificio se ubica en una zona de media o alta probabilidad de inundaciones, y 2 puntos en una zona de baja probabilidad (Instituto Tecnológico de Galacia, 2011). La certificación LEED no presenta indicadores que realicen una evaluación semejante.

6.2.1.2 Ubicación del edificio

Introducción: El indicador permite el análisis del impacto que ha generado el edificio en el lugar donde se encuentra construido respecto al empleo de áreas sin previa urbanización (agrícola, rural, entre otros).

Definición: Se identifica que el lugar donde se ubique el edificio no requiera de la utilización de los siguientes tipos de terrenos sin previa urbanización:

- Terrenos agrícolas
- Terrenos con especies silvestres (animales y/o vegetales)
- Parques públicos

Justificación: Tal como ha sido diagnosticado, la ciudad de Lima ha sufrido un gran crecimiento poblacional y un gran movimiento migratorio, lo cual ha generado que se incremente la necesidad de viviendas y se realice una serie de construcciones sin planificación urbana. Una de las principales consecuencias de dicha demanda ha sido el que se destruyan terrenos sin previa urbanización para la construcción de edificaciones, alterando el ecosistema natural de estos.

Es por ello que el indicador promueve que los edificios hayan sido construidos en zonas previamente urbanizadas para evitar la necesidad de afectar terrenos sin alteración previa o terrenos que posean flora y fauna silvestre, ya que estas son beneficiosas para el cuidado del medio ambiente y la salud humana.

Evaluación: Se realiza la consulta a los residentes de viviendas cercanas al edificio sobre su anterior uso y se complementa con la inspección del lugar.

Puntaje: Dado que en la evaluación solo se califica si el edificio ha empleado o no un terreno sin previa urbanización, el puntaje en el indicador corresponde a dicha característica (Ver tabla N° 62).

Tabla N° 62. Puntaje por Ubicación del edificio

Fuente: Elaboración propia

Utilización	Puntaje	Puntaje relativo
No	1	100 %
Sí	0	0 %

Comparación: La certificación LEED cuenta con el indicador “Selección del Sitio”, el cual es parte de la categoría “Sitios sustentables”. Promueve que se evite construir en terrenos agrícolas, terrenos dentro de hábitats con especies amenazadas o en peligro de extinción, terrenos cercanos a humedales, terrenos que son parte de parques públicos, o terrenos no desarrollados previamente cerca de una masa de agua o inundables. Se califica con 1 punto si se ha respetado el no construir en dichos terrenos y con 0 puntos si se ha construido en alguno de estos (U.S. Green Building Council, 2009).

Por otro lado, la certificación BREEAM cuenta con el indicador “Valor ecológico del emplazamiento y protección de elementos de valor ecológico” dentro de la categoría “Uso del suelo y ecología”. Este califica con 1 punto cuando las evidencias demuestran que la zona de la obra está definida como suelo de bajo valor ecológico (No presentar árboles o arbustos de más de 1 metro de alto o con troncos mayores a 100 mm, estanques, arroyos o ríos intermedios, pantanos o humedales, praderas o pastizales, páramos, sin contaminación por residuos industriales y zonas pavimentadas) y que todos los elementos con valor ecológico

estarán protegidos durante la preparación del terreno y las obras, y califica con 0 puntos en caso de no cumplir lo antes mencionado (Instituto Tecnológico de Galacia, 2011).

La diferencia con el indicador propuesto es que, como parte de la realidad nacional, existen múltiples viviendas que han sido construidas en zonas vulnerables a peligros naturales como los huaycos e inundaciones. Es por ello que en el análisis de la ubicación del edificio es necesario incluir la posibilidad de ocurrencia de estos principalmente.

6.2.1.3 Aprovechamiento del terreno

Introducción: Se evalúa la optimización en el empleo del terreno por parte del edificio.

Definición: El indicador compara el área que ha sido construida para realizar la creación del edificio, respecto a la superficie del terreno que ha sido alterada en total. A dicha relación se le da el nombre de “Aprovechamiento del terreno”, como se muestra a continuación:

$$\text{Aprovechamiento del terreno: } I_{at} = \frac{\text{Área construida del edificio (m}^2\text{)}}{\text{Superficie alterada del terreno (m}^2\text{)}}$$

El área construida del edificio (o la Huella del Edificio, como también es conocida) se calculará como la suma de las áreas que ocupa cada nivel de la misma, sin considerar azoteas. La superficie alterada del terreno consta de la zona ocupada por los elementos construidos con cimentación permanente y zonas impermeabilizadas (se incluye garajes, piscinas, la pavimentación impermeable, etc.).

Justificación: La construcción de un edificio demanda la alteración de parte del terreno donde se encuentra, ya sea mediante la impermeabilización del mismo (siendo su comportamiento natural el dejar pasar el agua a través suyo) o por la misma zona del terreno donde se encuentra la edificación. Dado que, como ya ha sido mencionado, Lima no ha sido planificada en cuanto a urbanismo, se presentan zonas con poca densidad y verticalidad. Es decir, existen pocas

personas ocupando una gran área de terreno. Es por ello que el indicador promueve el aprovechar al máximo la superficie que ha sido alterada en el terreno, para así incrementar la construcción de forma vertical y no de forma horizontal, optimizando así el uso de espacios urbanos en el planeta. Por otro lado, en un indicador posterior se evalúa la presencia de áreas verdes dentro del terreno del edificio, con lo cual se promovería su presencia dentro de la huella del edificio en caso de ser mayoría en el terreno del mismo.

Evaluación: Realizando la inspección en campo dentro del terreno del edificio evaluado, se genera un croquis con todos los elementos que posee: El edificio, estacionamientos, jardín, piscina, etc. Luego, se realiza la toma de dimensiones mediante herramientas manuales, como una wincha. Después, se identifican aquellas áreas que corresponden a la superficie alterada del terreno y a su vez se calcula el área construida del edificio. Finalmente, se calcula el valor del “Aprovechamiento del terreno” con la expresión antes mostrada.

Puntaje: Dado que el objetivo del indicador es incentivar el aprovechar el terreno de forma vertical, el inicio de calificación es cuando las cantidades construidas y alteradas son las mismas, generando un I_{at} igual a 1. En caso que el indicador sea menor a 1, se está alterando una mayor área que la construida, lo cual no es sostenible, por lo que no se asigna puntaje. Luego, se presenta la tendencia de que cuanto mayor sea el factor, mayor es la cantidad de niveles en el edificio, siendo una característica sostenible que amerita un mayor puntaje. Con ello, se arma la respectiva escala de puntajes (Ver tabla N° 63).

Tabla N° 63. Puntajes por Aprovechamiento del terreno

Fuente: Elaboración propia

Valor de I_{at}	Puntaje	Puntaje relativo
Menor a 1.0	0	0 %
(1.0; 3.0]	1	33 %
(3.0; 4.0]	2	67 %
Más de 4.0	3	100 %

Comparación: La certificación BREEAM posee el indicador “Superficie de la huella del proyecto”, el cual pertenece a la categoría “Uso del suelo y ecología”, donde se realiza un proceso semejante al desarrollado. El indicador evalúa la relación

entre la superficie construida y la superficie alterada del edificio, calificando con 1 punto si resulta mayor o igual a 2.5:1 para unifamiliares, o a 3:1 para multifamiliares; y con 2 puntos si es mayor o igual a 3:1 para unifamiliares, o a 4:1 para multifamiliares (Instituto Tecnológico de Galacia, 2011).

La certificación LEED posee el indicador “Densidad del entorno”, dentro de la categoría “Sitios Sustentables”, en el cual se evalúa al edificio dentro de una densidad del entorno mediante un radio de 400 metros, pudiéndose obtener entre 2 a 3 puntos según el valor de la densidad combinada, residencial o no residencial (U.S. Green Building Council, 2009).

6.2.1.4 Cercanía a servicios básicos

Introducción: En el presente indicador se realiza la evaluación de la cercanía del edificio respecto a distintos servicios básicos.

Definición: Se analiza la presencia de servicios básicos cercanos al edificio en un radio de 600 metros medido desde el centroide del terreno del mismo. A cada uno de estos se le asigna un peso según la frecuencia con la que son empleados (Ver tabla N° 64).

Tabla N° 64. Peso según tipo de servicio básico

Fuente: Elaboración propia

Peso	Servicio básico
5	<ul style="list-style-type: none">• Bodega• Mercado• Supermercado
4	<ul style="list-style-type: none">• Universidad• Instituto superior• Colegio
3	<ul style="list-style-type: none">• Restaurante• Gimnasio
2	<ul style="list-style-type: none">• Farmacia• Centro comercial• Clínica• Hospital• Posta médica• Parque
1	<ul style="list-style-type: none">• Iglesia• Templo de oración

Se define:

I_{csb}: Suma de pesos de todos los servicios básicos identificados dentro del radio.

Justificación: Como se ha explicado, la sostenibilidad abarca más que solo el cuidado del medio ambiente. Uno de sus principales componentes es la calidad de vida de los usuarios del edificio, quienes requieren un fácil acceso a los diversos servicios básicos existentes para satisfacer sus necesidades. Es por ello que se considera un radio de 600 metros a partir del edificio, ya que siendo 5 Km/h la velocidad promedio de una persona caminando, el tiempo máximo de caminata hacia los distintos puntos de la circunferencia abarcada sería de aproximadamente 12 minutos, el cual es un tiempo aceptable y cómodo de caminata para una persona, y podría reducirse en caso de emplear el transporte por bicicletas. Además, se considera un tiempo tolerable antes del cual se opta por caminar en lugar de emplear un transporte público o privado, por ello se asignan valores a cada uno de estos que reflejen la frecuencia con la cual son empleados.

Evaluación: Se realiza primero el croquis de la ubicación del edificio y la circunferencia de 600 metros de radio empleando programas como Google Earth, o el plano de ubicación del edificio. Se puede realizar un análisis previo empleando el programa mencionado mediante un recorrido virtual de la zona para reconocer los servicios básicos presentes. Sin embargo, se deberá verificar de manera presencial que dichos servicios se encuentren en funcionamiento para no descartarlos, reconociendo además los servicios adicionales que no figuraban en el recorrido virtual. Finalmente, se realiza el conteo de los que se encuentren funcionando y se ponderan.

Puntaje: Considerando que, para una adecuada calidad de vida, el residente de un edificio inmobiliario requiere de al menos uno de cada servicio básico enlistado en la tabla N° 64, redondeándose a las centésimas se obtiene un peso total de 50. Así, cuando el edificio obtenga un peso menor, no recibe puntaje. En cambio, cuanto mayor sea el peso, será mayor el puntaje obtenido. Partiendo de dicha premisa y considerando los intervalos resultantes del levantamiento de información, se arma la tabla de puntajes (Ver tabla N° 65).

Tabla N° 65. Puntajes por Cercanía a servicios básicos

Fuente: Elaboración propia

Valor de I_{csb}	Puntaje	Puntaje relativo
Menor a 50	0	0 %
(50; 200]	1	33 %
(200; 350]	2	67 %
Mayor a 350	3	100 %

Comparación: La certificación LEED posee el indicador “Usos Diversos”, el cual pertenece a la categoría “Sitios Sustentables”, donde se realiza un proceso semejante al desarrollado. Considera los servicios básicos que se encuentren a una distancia peatonal máxima de 800 metros medidos desde la entrada principal del edificio, y califica con 1 punto si se identifican entre 4 a 7 servicios y de 2 puntos si se identifican 8 o más (U.S. Green Building Council, 2009).

La certificación BREEAM posee el indicador “Cercanía a servicios” dentro de la categoría “Transporte”. En esta se fomenta que las edificaciones estén situadas próximas a servicios locales, reduciendo así la necesidad de largos viajes o múltiples desplazamientos. Califica con un primer punto si se demuestra la provisión de rutas peatonales seguras hacia los servicios locales, cumpliendo ello puede otorgar un punto adicional si presenta entre 2 a 4 servicios básicos a no más de 500 metros o más de 4 servicios a no más de 1000 metros, y otorga 2 puntos adicionales si presenta más de 4 servicios en no más de 500 metros (Instituto Tecnológico de Galacia, 2011).

A diferencia de los anteriores, el indicador propuesto no trabaja con una distancia peatonal máxima para identificar la cantidad de servicios, sino con un radio de evaluación de 600 metros en el cual se estima un recorrido peatonal máximo de 1 Km. Finalmente, se realiza una agrupación para asignar pesos distintos a cada tipo, ya que la frecuencia del empleo de algunos es mayor que otros.

6.2.1.5 Cercanía a servicios de transporte público

Introducción: El indicador evalúa la cercanía del edificio a estaciones de transporte público.

Definición: Se analiza la cantidad de estaciones de transporte público próximas al edificio en un radio de 750 metros medido desde el centroide del terreno. Respecto a la capacidad del transporte de pasajeros que cada uno posee, se asigna un peso a cada medio (Ver tabla N° 66).

Tabla N° 66. Peso según tipo de servicio de transporte público
Fuente: Elaboración propia

Peso	Servicio de transporte público
12	<ul style="list-style-type: none">• Metro de Lima o Tren eléctrico
8	<ul style="list-style-type: none">• Bus expreso o “Metropolitano”
5	<ul style="list-style-type: none">• Bus grande• Bus Alimentador del Metropolitano• Bus de corredor
3	<ul style="list-style-type: none">• Bus mediano
1	<ul style="list-style-type: none">• Combi

Se define el valor:

$$I_{cstp} = \text{Suma de pesos de todos los tipos de vehículos reconocidos}$$

Justificación: Todas las personas requieren transportarse para poder conectarse ya sea con sus lugares de trabajo, estudio, ocio (para mejorar su calidad de vida), entre otros. El indicador evalúa que el edificio se encuentre próximo a estaciones de transporte público en una distancia adecuada, ya que tomando el radio de 750 metros y considerando la velocidad promedio de caminata de una persona antes mencionada, les tomaría aproximadamente como máximo 15 minutos llegar a dichos puntos dentro del área evaluada, siendo considerado un tiempo adecuado y cómodo. Además, se considera un tiempo máximo en el cual se opta por caminar hacia paraderos de transporte público antes de optar por el transporte privado. Así, se incentiva el uso de los medios de transporte masivo, se reduce el empleo

de vehículos a motor, logrando disminuir la emisión de gases de efecto invernadero producido por estos, menor contaminación del aire y reducir los daños a la salud.

Evaluación: Se realiza primero el croquis de la ubicación del edificio y del círculo de 750 metros de radio empleando programas como Google Earth, o el plano de ubicación del edificio. Se puede realizar un análisis previo empleando el programa mencionado mediante un recorrido virtual de la zona para reconocer los posibles paraderos de transporte público. Sin embargo, se deberá verificar de manera presencial que dichas estaciones se encuentren en funcionamiento para no descartarlas, reconociendo además los posibles adicionales que no se reconocieron en el recorrido virtual.

Luego, se debe ubicar en cada una de estas de forma presencial y realizar el conteo, durante 15 minutos, de todos los vehículos que son reconocidos. Después, se realiza una ponderación de las cantidades y pesos, para luego repetir el procedimiento en las otras estaciones, acumulando finalmente los pesos identificados.

Puntaje: Según estadísticas del INEI en junio del año 2016 respecto a la densidad poblacional de Lima, dentro de los distritos que abarcan los edificios evaluados se presenta aproximadamente 15 mil personas por Km² (INEI, 2017). El área que abarca un círculo con radio de 750 metros es de 1.77 Km², el cual al ser multiplicado por el valor de densidad poblacional promedio, se obtiene que aproximadamente 26,500 personas habitan dentro del círculo. Además, según la misma institución, el 21% de la población de Lima no estudia ni trabaja, por lo cual su complemento de 21,000 personas son aquellos quienes estudian y/o trabajan, dentro del círculo de análisis (750 metros de radio).

Respecto a estadísticas, el 32.5 % de la población limeña se moviliza en el transporte público con fines de ir a sus centros de trabajo o estudio (Asociación UNACEM, 2017), porcentaje que al ser multiplicado por la población anteriormente calculada, se estima que aproximadamente 6,800 personas, dentro del círculo, lo emplean para dirigirse a sus centros de trabajo o estudio durante el día. También, se toma en cuenta que dichas personas utilizan el servicio en distintos horarios,

ya sea porque la hora de ingreso a sus centros laborales no es la misma o por la diferente duración del viaje a realizar. Así, se considera que el caso más crítico de coincidir en el mismo horario se realiza con el 10 % de dicho total, con lo cual se obtiene un total de 680 personas que se encuentran en el mismo momento requiriendo del transporte público (dentro del radio de 750 metros).

Asimismo, se considera que la capacidad promedio de un bus es de 50 personas, entre quienes viajan parados y sentados. Pero, debido a la demanda, solo acceden 17 nuevos usuarios por cada bus a lo largo de todas las paradas que realiza en los distintos paraderos dentro del radio de análisis. Por ello, se estima la necesidad de un total de 40 unidades de buses para satisfacer la demanda de 680 personas, las cuales solamente 17 acceden a cada bus. Empleando la tabla N° 28, los 40 buses representan un peso total de 200. Es así que se parte para proponer la escala de puntajes a medida que dicho peso sea mayor (Ver tabla N° 67).

Tabla N° 67. Puntajes por Cercanía a servicios de transporte público

Fuente: Elaboración propia

Valor de I_{cstp}	Puntaje	Puntaje relativo
Menor a 200	0	0 %
(200; 300]	1	33 %
(300; 400]	2	67 %
Mayor a 400	3	100 %

Comparación: La certificación LEED posee el indicador “Acceso al transporte público de calidad” dentro de la categoría “Sitios Sustentables”. En este, se trabaja con un radio de 800 metros para la ubicación de estaciones de tren cercanas y con un radio de 400 metros para estaciones de autobuses. Se requiere la existencia de al menos una de las estaciones antes mencionadas, ya que la calificación es respecto a la cantidad de viajes diarios que realiza esta tanto días de semana como fines de la misma, pudiendo otorgar 1 punto si realiza entre 72 a 143 viajes diarios, 3 puntos si realiza entre 144 a 359 viajes y 5 puntos si realiza de 360 a más viajes (U.S. Green Building Council, 2009).

La certificación BREEAM posee el indicador “Disponibilidad de servicios de transporte público” el cual se encuentra en la categoría “Transporte”. En este se califica con 1 punto si se demuestra que hay al menos un modo de transporte hacia un núcleo urbano situado a menos de 1 Km con un buen servicio de funcionamiento. Otorga un segundo punto si es que la estación está a menos de 500 metros y tiene una frecuencia de 1 hora, o está a menos de 1 Km con una frecuencia de 30 minutos (Instituto Tecnológico de Galicia, 2011).

La diferencia principal con el indicador propuesto está relacionada a la realidad de nuestro país, donde circulan transportes de distinto tamaño en una misma estación, por lo cual se asignan pesos respecto a ello.

6.2.1.6 Fomento del empleo de bicicletas

Introducción: El indicador evalúa la disponibilidad del empleo de bicicletas por parte de los usuarios en el edificio.

Definición: Se analiza la cantidad de espacios que el edificio dispone para el estacionamiento de bicicletas. Ello se compara con la cantidad total de usuarios que presenta para obtener un porcentaje. Se da la siguiente expresión:

$$I_{feb} (\%) = \frac{\text{Cantidad de estacionamientos para bicicletas}}{\text{Cantidad total de usuarios del edificio}} * 100 \%$$

Justificación: Todas las personas requieren transportarse por distintos motivos. Sin embargo, el empleo de vehículos genera un impacto negativo tanto al medio ambiente como a la sociedad. Es por ello que con el indicador se fomenta el empleo de bicicletas, para tal fin el edificio debe contar con espacios exclusivos para su estacionamiento mientras no estén siendo empleadas, y al mismo tiempo asegurar condiciones de vigilancia adecuadas. Además, al fomentar su empleo se mejora la buena salud debido a la actividad física que representa.

Evaluación: Se cuantifica en el edificio la cantidad de espacios para bicicletas que dispone, consultando o estimando a su vez la cantidad total de usuarios que posee. Con los datos anteriores, se procede a realizar el cálculo de la expresión para conocer el porcentaje respectivo.

Puntaje: Tras la evaluación realizada en los 20 edificios, se reconoció que solamente uno de ellos presentaba estacionamientos para bicicletas. Dado que estos deben encontrarse en una cantidad suficiente respecto a la cantidad de residentes, se considera como premisa que al menos 1 de cada 20 deba tener acceso a este, lo cual representa un valor de 5 % como mínimo. Como valor excepcional, se considerará cuando al menos 1 de cada 10 residentes tenga acceso (10%). Así, se arma la tabla de puntajes (Ver tabla N° 68).

Tabla N° 68. Puntajes por Fomento del empleo de bicicletas

Fuente: Elaboración propia

Valor de I_{feb}	Puntaje	Puntaje relativo
0 %	0	0 %
$\langle 0; 10 \rangle$ %	1	33 %
$\langle 10; 20 \rangle$ %	2	67 %
$\langle 20; 30 \rangle$ %	3	100 %

Comparación: La certificación LEED posee el indicador “Transporte alternativo: Almacenamiento de bicicletas” dentro de la categoría “Sitios Sustentables”. En caso de edificios residenciales, otorga 1 punto si se posee un aparcamiento de bicicletas para al menos el 30 % de todos los ocupantes habituales del edificio (U.S. Green Building Council, 2009).

La certificación BREEAM posee el indicador “Modos alternativos de transporte” dentro de la categoría “Transporte”, donde se otorga 1 punto si se tiene un aparcamiento de bicicletas por vivienda y con 2 puntos si se tiene 2 aparcamientos por vivienda (Instituto Tecnológico de Galacia, 2011).

6.2.1.7 Puestos de trabajo generados

Introducción: El indicador evalúa la cantidad de puestos de trabajo generados en el interior del edificio.

Definición: Se realiza la identificación de puestos de trabajo que han surgido a causa de la construcción del edificio, tales como bodegas dentro del mismo, servicios de jardinería, seguridad, ayudantes de casa, entre otros. Todos estos se cuantifican y se obtiene la siguiente relación:

$$I_{ptg} = \frac{\text{Cantidad de puestos de trabajo generados}}{\text{Cantidad de usuarios del edificio}} * 100 \%$$

Justificación: La sostenibilidad no solo abarca aspectos ambientales, sino que también incluye aspectos sociales como la generación de puestos de trabajo. Las personas que residen en un edificio requieren servicios como la venta de productos alimenticios, servicios de lavandería, entre otros, los cuales se suelen destinar en ubicaciones dentro de este, originándose fuentes de trabajo. De la misma manera, se requieren los servicios de personales de seguridad, limpieza, recepción, jardinería, mantenimiento para el edificio, así como para cada vivienda independientemente.

Evaluación: Se debe realizar el reconocimiento in situ de la cantidad de puestos de trabajo. En primer lugar, aquellos perennes en el mismo, como lo son los puntos de venta de alimentos, servicios de lavandería, seguridad, recepción, entre otros. Luego, aquellos que tienen una frecuencia mayor a nivel global del edificio, como los servicios de jardinería o limpieza. Finalmente, se realiza el reconocimiento en cada vivienda individual sobre la contratación de personal, como por ejemplo una ama de casa.

Puntaje: Respecto a estadísticas propuestas por el INEI, en el trimestre de noviembre a diciembre del 2016 y enero del 2017, la tasa de desempleo en Lima Metropolitana fue de 7.2 %. Con ello, se puede estimar que aproximadamente 7 de cada 100 limeños no posee empleo, encontrándose en la edad para laborar. Para suplir dicha necesidad, se considera desde el punto de vista de un edificio inmobiliario, que por cada 10 residentes se debería crear como mínimo 1 puesto de trabajo (10 % de la población en un edificio). Partiendo de dicha premisa, se otorga mayor puntaje cuanto mayor sea el porcentaje de empleo (Ver tabla N° 69).

Tabla N° 69. Puntajes por Puestos de trabajo generados

Fuente: Elaboración propia

Valor de I_{ptg}	Puntaje	Puntaje relativo
Menor a 10 %	0	0 %
(10; 15] %	1	50 %
Mayor a 15 %	2	100 %

Comparación: Las certificaciones BREEAM y LEED no poseen indicadores semejantes.

Indicador alternativo: Dentro del análisis de los puestos de trabajo también pueden evaluarse los que se encuentran en las cercanías del edificio, considerando un radio de 750 metros con origen en el centro del mismo (Tal como el indicador de cercanía a servicios de transporte público), con el objetivo de que el acceso a ellos sea mediante caminata u otro medio sostenible (Ej. Bicicletas). Así, se propone diferenciar dos características de los centros laborales que se reconozcan dentro del radio definido:

- Facilidad de acceso. Se refiere al grado de conocimientos que se requieren para poder laborar en un cargo del rubro directo del centro de trabajo. Por ejemplo, dentro de una universidad si bien existen puestos de limpieza, vigilancia, entre otros, el cargo del rubro directo del centro de trabajo es el de docente, para lo cual se necesita poseer estudios superiores, por lo que presentaría un nivel de accesibilidad limitado. Por otro lado, en un mercado el cargo del rubro directo es el de ser comerciante, para lo cual no se requieren estudios superiores, por lo que se reconoce un nivel de accesibilidad mayor. Se propone asignar un peso a los centros laborales respecto al criterio mencionado (Ver tabla N° 70).

Tabla N° 70. Peso por facilidad de acceso a centros laborales

Fuente: Elaboración propia

Peso por facilidad de acceso	Centro laboral
3	Venta de alimentos (Bodega, mercado, supermercado, etc.)
	Venta de productos (Vestimenta, librería, etc.)
	Lavandería
	Parques
	Limpieza de calles
	Puestos de vigilancia
	Servicio de ayuda en el hogar

2	Restaurante
	Farmacia
	Colegio
	Banco
	Peluquería
	Mecánica
1	Oficinas
	Hospital
	Centro pre-universitario
	Universidad
	Instituto superior

- Cantidad de puestos de trabajo. Se propone asignar una apreciación aproximada de la cantidad de puestos de trabajo que presentan los centros laborales reconocidos dentro del radio de análisis, incluyendo no solamente a los cargos del rubro directo, sino todos los que puedan existir. De dicha forma, se propone asignar un peso de acuerdo a la cantidad reconocida (Ver tabla N° 71).

Tabla N° 71. Peso por cantidad de puestos de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Peso por cantidad de puestos	Cantidad de puestos
1	⟨0; 20]
2	⟨20; 40]
3	⟨40; 60]
4	⟨60; 80]
5	Más de 80

Finalmente, el puntaje que obtiene el edificio en el indicador se reconocerá según una valoración propuesta, resultante de la sumatoria de los productos de pesos por facilidad de acceso y cantidad de puestos, reconocidos en cada uno de los “n” centros laborales identificados en el radio de análisis (Ver tabla N° 72).

$$Valoración = \sum_{i=1}^n (\text{Peso por fácil acceso}_i) * (\text{Peso por cantidad de puestos}_i)$$

Tabla N° 72. Puntajes alternativos por puestos de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Valoración	Puntaje	Puntaje relativo
Menor a 40	0	0 %
<40; 100]	1	50 %
Mayor a 100	2	100 %

Cabe mencionar que lo anteriormente presentado es un “indicador alternativo” al original del modelo de certificación, como propuesta para futuras modificaciones, por lo que no se ha analizado a profundidad los sustentos para el cálculo de puntajes. Dentro de la presente tesis, se realiza el levantamiento de información con el indicador original.

6.2.2 Categoría 2: Eficiencia del edificio

En la presente categoría se estudia la eficiencia del edificio en lo que respecta a su consumo energético e hídrico, así como el empleo de la alternativa manual para el secado de prendas de vestir.

6.2.2.1 Consumo energético

Introducción: Se realiza la evaluación del consumo de energía real en el edificio, respecto al consumo óptimo que debería poseer.

Definición: Cada equipo empleado en una vivienda genera un consumo eléctrico por cada hora de funcionamiento, el total durante el mes se ve reflejado en las boletas de pago por servicios de luz. La eficiencia energética refleja el grado de optimización del consumo energético relativo a una cierta actividad, cuando se realice esta misma, pero empleando menos energía, se está incrementando su nivel de eficiencia energética. En el capítulo anterior se indica el ratio propuesto de 50 KWh/mes/persona, con lo cual se calcula el consumo ideal de la vivienda:

$$\text{Consumo ideal (KWh/mes)} = 50 \text{ KWh/mes/persona} * \#\text{personas de la vivienda}$$

Dicho valor se compara con el consumo real reflejado en las boletas de luz de la vivienda. Finalmente, se calcula el siguiente valor:

$$I_{ce} (\%) = \frac{\text{Consumo real (KW/mes)} - \text{Consumo ideal (KW/mes)}}{\text{Consumo ideal (KW/mes)}} * 100 \%$$

Justificación: Dentro de las necesidades que presenta el ser humano para una adecuada calidad de vida, se requiere el empleo de energía eléctrica tanto para equipos electrodomésticos, luz artificial, entre otros. Sin embargo, los malos hábitos generan que su uso se vuelva indiscriminado, consumiendo una mayor cantidad de energía que la necesaria (Por ejemplo, el dejar las luminarias encendidas cuando no se está empleando el ambiente). Es por ello que el indicador cuantifica el consumo eléctrico real de la vivienda, para así conocer la diferencia entre este y el valor ideal, identificando así situación energética de este.

Evaluación: En la vivienda evaluada, se solicita la boleta de consumo energético más actualizada que posean. Asimismo, se realiza el reconocimiento de la cantidad de personas que habitan en la misma. Finalmente, se realiza el cálculo del factor antes expuesto.

Puntaje: Dado que el objetivo del indicador es premiar la eficiencia energética del edificio, no se otorgará puntaje si es que el consumo real es mayor que el óptimo (cuando el indicador sea mayor a 0 %). Partiendo de ello, se incrementarán los puntajes obtenidos cuanto menor sea el consumo real respecto al óptimo y así se armará la escala respectiva (Ver tabla N° 73).

Tabla N° 73. Puntajes por Consumo energético

Fuente: Elaboración propia

Valor de I_{ce}	Puntaje	Puntaje relativo
Mayor a 0 %	0	0 %
$\langle -10; 0 \rangle$ %	1	20 %
$\langle -20; -10 \rangle$ %	2	40 %
$\langle -30; -20 \rangle$ %	3	60 %
$\langle -40; -30 \rangle$ %	4	80 %
Menor a - 40 %	5	100 %

Comparación: La certificación LEED presenta el indicador “Optimización de la eficiencia energética”, dentro de la categoría “Energía y Atmósfera”. Para la evaluación, se inicia generando una simulación energética respecto a las condiciones reales del edificio (orientación, materiales, equipos, entre otros). Luego, se simula el mismo edificio en sus 4 orientaciones perpendiculares, con características de la línea base propuestas por la norma ASHRAE, obteniendo un promedio de ello. Finalmente, se comparan ambos consumos y se calcula el porcentaje de diferencia que presenta. Se puede obtener desde 1 punto por una diferencia del 6 %, hasta un total de 18 puntos por una diferencia del 50 %.

La certificación BREEAM posee el indicador “Tasa de emisión de la vivienda”, donde se inicia calculando las emisiones de CO₂ del edificio mediante el Método Nacional de Cálculo (reconocido por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio) con un programa informático. Se calcula el índice de eficiencia real y se compara con los estándares, obteniéndose 1 punto si existe una mejora del 0 % y 15 puntos ante una mejora del 100 %.

6.2.2.2 Zona para el secado de ropa manualmente

Introducción: El indicador evalúa que el edificio proporcione espacios para secar la ropa de manera natural, tras la acción del viento.

Definición: Se debe reconocer que el edificio proporcione una forma de secado de ropa de bajo consumo de energía mediante la instalación de cables para el tendido de las mismas, en una cantidad suficiente para la cantidad de personas que posee cada vivienda. Se realiza el siguiente cálculo:

$$I_{zsr} (m) = \frac{\text{Longitud total de cordones para tendido de ropa (m)}}{\text{Cantidad total de usuarios}}$$

Justificación: Como parte de una adecuada calidad de vida para los usuarios de un edificio está el lavado y secado de sus prendas de vestir, actividad que de manera tradicional se realiza manualmente. Si bien el proceso de secado consiste solo en tender las prendas sobre cordones al aire libre, ante la necesidad de agilizar los resultados se crearon las máquinas secadoras, pero su uso significa un consumo eléctrico en la vivienda. Es por ello que el indicador propone incentivar el optar por el método tradicional para así ser amigable con el medio ambiente.

Evaluación: Se debe identificar que el edificio posea un espacio suficiente para el secado de ropa de cada una de las viviendas que lo comprenden, pudiéndose ubicar de manera interna o externa (en la azotea del edificio). En caso de ser cordeles de uso compartido para todo el edificio, se calcula la longitud total de los mismos y se divide entre la cantidad de residentes. En caso de ubicarse en el interior de cada vivienda, se calcula la longitud de estas y se divide entre la cantidad de personas que la habitan.

Puntaje: Luego de haber evaluado los 20 edificios, se ha reconocido que el espacio mínimo necesario para el tendido de las prendas básicas de una persona debe ser de 2.0 metros. El contar con una mayor longitud permite el secado de grupos más grandes de prendas o del secado de otro tipo de elementos: Frazadas, manteles, etc. Es así que se construye la escala de puntajes del indicador (Ver tabla N° 74).

Tabla N° 74. Puntajes por Zona para el secado de ropa

Fuente: Elaboración propia

Valor de I_{ZSR}	Puntaje	Puntaje relativo
Menor a 2.0 m	0	0 %
Mayor o igual a 2.0 m	1	100 %

Comparación: La certificación LEED no posee un indicador semejante. La certificación BREEAM posee el indicador “Espacio de Secado” dentro de la categoría “Energía”. Este otorga 1 punto si es que se demuestra la existencia de 4 o más metros de cordeles para secado de ropa en el caso de viviendas con 1 o 2 dormitorios, y la existencia de 6 o más metros en el caso de viviendas con 3 a más dormitorios (Instituto Tecnológico de Galacia, 2011).

Debido a que la cantidad de dormitorios en una vivienda no es determinante de la cantidad de personas que esta posea y teniendo cada una de estas las mismas necesidades del secado de sus prendas de vestir, es que se opta por realizar el cálculo de la longitud de los cordeles por persona, siendo esta una diferencia entre BREEAM con el indicador propuesto.

6.2.2.3 Consumo hídrico

Introducción: El indicador evalúa la cantidad real de agua que se consume en la vivienda evaluada y la compara con un valor óptimo.

Definición: El ser humano requiere de agua potable, ya sea para consumirla o para llevar a cabo diversas actividades dentro de casa de la manera higiénicamente adecuada. El consumo total durante el mes se ve reflejado en las boletas de pago por servicios de agua. La eficiencia hídrica refleja el grado de optimización en el consumo hídrico relativo a una cierta actividad; cuando se realice esta misma, pero empleando menos agua, se está incrementando el nivel de eficiencia hídrica.

Tomando en cuenta los datos del World Economic Forum en el año 2017 acerca del consumo hídrico per cápita al día, los países que mayor consumo presentan son Estados Unidos (575 litros), Australia (493 litros) e Italia (386 litros). En el caso de Perú, dicho valor resulta aproximadamente de 170 litros; sin embargo, analizando países como China donde el consumo es de 85 litros, se concluye que actualmente se emplea más agua de la necesaria para una adecuada calidad de vida. Por ello, se propone considerar como referencia de consumo ideal al valor de 85 litros / persona / día.

Dicho valor se compara con el consumo real obtenido con la revisión de la boleta de gasto hídrico más actual en la vivienda. Finalmente, se calcula el siguiente valor:

$$I_{ch} (\%) = \frac{\text{Consumo real (m}^3\text{)} - \text{Consumo ideal (m}^3\text{)}}{\text{Consumo ideal (m}^3\text{)}} * 100 \%$$

Justificación: Las diversas actividades que el ser humano realiza dentro de su hogar ameritan el empleo de agua potable, ya sea por higiene personal, labores de limpieza en la vivienda, elaboración de alimentos o para el consumo directo. Sin embargo, su uso se ha venido realizando de manera indiscriminada, empleando más agua que la realmente necesaria. Siendo el agua un recurso natural limitado y siendo también esencial para la vida humana, el indicador fomenta el empleo del mismo de manera eficiente, comparando el consumo real de la vivienda con el consumo óptimo que deberían presentar.

Evaluación: Se realiza la solicitud del recibo de consumo hídrico por parte de la vivienda y se compara con el valor óptimo, el cual depende de la cantidad de residentes de la misma.

Puntaje: Dado que el objetivo del indicador es premiar la eficiencia hídrica del edificio, no se otorgará puntaje si es que el consumo es mayor que el óptimo (cuando el indicador es mayor a 0 %). Partiendo de ello, se incrementarán los puntajes obtenidos cuanto menor sea el consumo real respecto al consumo óptimo y así se armará la escala respectiva (Ver tabla N° 75).

Tabla N° 75. Puntajes por Consumo hídrico

Fuente: Elaboración propia

Valor de I_{ch}	Puntaje	Puntaje relativo
Mayor a 0 %	0	0 %
$\langle -15; 0 \rangle$ %	1	25 %
$\langle -30; -15 \rangle$ %	2	50 %
$\langle -45; -30 \rangle$ %	3	75 %
Menor a - 45 %	4	100 %

Comparación: La certificación LEED posee el indicador “Reducción del consumo de agua en el interior”, dentro de la categoría “Eficiencia del Agua”. En este se fomenta el empleo de aparatos con bajo consumo y certificados con estándares de eficiencia hídrica (especialmente las lavadoras). Se obtiene desde 1 punto con una reducción del 25 % hasta 6 puntos con una reducción del 50 %.

La certificación BREEAM posee el indicador “Consumo de agua”, dentro de la categoría “Agua”. Para la evaluación, se requiere que los aparatos sanitarios y grifos sean de bajo consumo, por lo que se indican caudales máximos que deben presentar.

La diferencia con el indicador propuesto es que no se compara la eficiencia hídrica de los accesorios, sino el consumo real que generan los residentes, respecto a valores de una línea base.

6.2.3 Categoría 3: Confort en ambientes interiores

Dentro de la presente categoría se evalúan los indicadores relacionados con el confort percibido por los usuarios de los ambientes de un edificio.

6.2.3.1 Confort higrotérmico

Introducción: El indicador evalúa la humedad del aire en cada ambiente de las viviendas respecto a un valor de confort.

Definición: El confort higrotérmico analiza la cantidad de vapor de agua presente en el aire dentro de la vivienda evaluada, lo cual es conocido con el nombre de humedad del aire. Este valor se relaciona con la cantidad de vapor de agua que se presenta en condiciones saturadas y se calcula mediante la siguiente expresión (Minnárová, 2013):

$$\text{Humedad relativa} = \frac{\text{Peso de vapor de agua en el aire (Kg)}}{\text{Peso de vapor en condición saturada (Kg)}} * 100 \%$$

Justificación: El vapor de agua presente en el aire se condensa y se deposita en superficies como alfombras, paredes y techos. Un alto porcentaje genera la aparición de ácaros, organismos microscópicos cuyo excremento y cuerpos de los que fallecen, son causantes de diferentes alergias respiratorias. Aproximadamente, el 80% de los pacientes asmáticos son además alérgicos a los ácaros, agravándose así sus problemas en ambientes húmedos. Se establecen límites para la humedad, considerando entre 20 a 80% como valores prácticos (Wieser, 2006). Generalmente, se considera como límite más cercano al 70%, pero se asume una extensión debido a una aclimatación a las zonas húmedas por parte de la población local.

Por otro lado, dentro del indicador de “Prevención del moho” en la certificación LEED, se indica que para prevenir dicho problema es necesario mantener la humedad por debajo del 60%. Estos generan manchas en las paredes y techos, perjudicando la estética de la vivienda. Sin embargo, también se depositan en alfombras, tapices y en los mismos alimentos, generando así alergias respiratorias y problemas para personas asmáticas, como niños y ancianos que son sensibles por su poca resistencia y sistema inmune. Una adecuada ventilación e iluminación

natural permite que el vapor de agua que entra a la vivienda y se condensa, se vuelva a evaporar y regrese al ambiente (U.S. Environmental Protection Agency, 2013).

Evaluación: Se realiza la medición del nivel de humedad en el aire empleando el equipo de medición llamado “Higrómetro”. En las evaluaciones se realizarán las mediciones con un equipo que cuenta con un Higrómetro, Termómetro y medidor de CO₂ al mismo tiempo. El protocolo para la toma de datos se explica en el apartado 3.3.1 de la presente tesis. Se calcula el valor medio de las mediciones en cada ambiente, al igual que su desviación estándar, trabajando con la suma entre el valor medio de humedades y la desviación estándar.

Dicha evaluación se realiza en el momento del día donde se encuentre la mayor presencia de personas, dependiendo de las actividades que realicen. Considerando el caso donde la familia posee hijos los cuales salen a estudiar por las mañanas, así como el padre sale a trabajar y la madre se queda en casa realizando labores domésticas, lo ideal es realizar la evaluación por las tardes a partir de las 5 pm, cuando es más probable que se encuentre todos o la mayoría de miembros de la familia (Dicha consideración puede variar para casos específicos del hogar analizado). De la misma forma, se evaluarán todos aquellos ambientes donde existe la mayor cantidad de personas durante el día, por lo que se descartan almacenes, pasadizos, servicios higiénicos, entre otros. Asimismo, deben encontrarse sin personas durante la toma de datos.

El resultado obtenido en cada ambiente se ubica en los intervalos de la tabla N° 41, con lo cual se aplica la siguiente fórmula de ponderación:

$$I_{cfh} (\%) = \frac{\sum \text{Valoración} * \text{Área de ambientes (m}^2\text{)}}{1.5 * \text{Área total de ambientes (m}^2\text{)}} * 100 \%$$

Puntaje: Respecto a las áreas obtenidas de los croquis elaborados en los edificios evaluados, se considera que los dormitorios y la cocina son los ambientes que se ocupan por una mayor parte de tiempo durante el día, los cuales representan en promedio un 60 % del área de los ambientes analizados. Partiendo de ello, se elabora la respectiva escala de los mismos (Ver tabla N° 76).

Tabla N° 76. Puntajes por Confort higrotérmico

Fuente: Elaboración propia

Valor de I_{cfh}	Puntaje	Puntaje relativo
Menor a 60 %	0	0 %
$\langle 60; 80 \rangle$ %	1	50 %
$\langle 80; 100 \rangle$ %	2	100 %

Comparación: La certificación LEED, para el caso de Escuelas, posee el indicador “Prevención de Moho” dentro de la categoría “Calidad interior de ambientes”. En este se busca prevenir la presencia de moho en las escuelas a través un diseño donde no se supere el 60 % de la humedad relativa del aire, calificando con 1 punto en caso de cumplir dicho requisito. La certificación BREEAM no posee un indicador semejante (U.S. Green Building Council, 2009).

El indicador propuesto realiza la evaluación preventiva tanto del moho como generación de ácaros para el caso de viviendas permitiendo un máximo de 80 % de humedad, ya que es más aplicable a la realidad de la ciudad de Lima por la aclimatación de la población (Wieser, 2006). El cálculo del puntaje es distinto, realizándolo respecto al intervalo donde se encuentre la cantidad de espacios que cumplan dicho requisito debido a la variabilidad en la vivienda.

6.2.3.2 Confort térmico

Introducción: El indicador evalúa la temperatura en los ambientes de la vivienda respecto a un valor de confort.

Definición: El confort térmico puede definirse como la manifestación subjetiva de la conformidad o satisfacción con el ambiente térmico existente y está directamente relacionado con el balance térmico del cuerpo humano. Se toma como referencia que la temperatura de confort en Lima durante el verano está entre 20.7 a 24.8 °C y durante el invierno está entre 18.3 a 21.7 °C (Wieser, 2006). Dicho valor se compara con la temperatura real presente en los distintos ambientes de la vivienda, reconociendo donde se cumplen o no los valores de confort.

Justificación: La Homeostasis es la capacidad del organismo humano de mantener una estabilidad interna, donde se compensan los cambios de su entorno a través del intercambio de materia y energía con el exterior. Un ejemplo de homeostasis es la regulación de la temperatura del cuerpo, la cual debe estar entre 35 y 37 °C, valor que se ve afectado si la temperatura dentro de un ambiente no es la de confort. En el cuerpo, muchas proteínas, lípidos y otras sustancias orgánicas se vuelven inestables a temperaturas mayores o menores de la normal, afectando el funcionamiento del organismo y provocando mecanismos de defensa (Ej. La fiebre). Además, el funcionamiento correcto del cerebro depende de la temperatura adecuada, así como la disolución de gases de intercambio en los pulmones. Es por ello que los ambientes deben poseer las temperaturas adecuadas de confort para no provocar problemas de salud hacia los residentes del edificio (González, 2015).

Evaluación: Se realizan las mediciones en los distintos ambientes empleando un Termómetro, el cual viene incluido en el equipo empleado en el anterior indicador. El protocolo para la toma de datos se explica en el apartado 3.3.1 de la presente tesis. Se obtiene el promedio de las mediciones para cada ambiente y se le adiciona el valor de la desviación estándar de dichos datos (evaluando en el mismo horario, los mismos ambientes y con las mismas condiciones de ocupación señaladas en el punto anterior). A diferencia del confort higrotérmico, en el presente indicador no se realiza una ponderación del valor de la temperatura respecto a ciertos intervalos debido a que, en un mismo ambiente, diferentes personas poseen la sensación de confort térmico a distintas temperaturas. Finalmente, para cada ambiente se reconoce si el resultado supera o no el intervalo de la temperatura de confort (entre 20.7 a 24.8 °C en verano y entre 18.3 a 21.7 °C en invierno), realizando el siguiente cálculo:

$$I_{ct} (\%) = \frac{\text{Área de ambientes que cumplen el estándar (m}^2\text{)}}{\text{Área total de ambientes (m}^2\text{)}} * 100 \%$$

Puntaje: Respecto a las áreas obtenidas de los croquis elaborados en los edificios evaluados, se considera que los dormitorios y la cocina son los ambientes que se ocupan por una mayor parte de tiempo durante el día, los cuales representan en

promedio un 60 % del área de los ambientes analizados. Partiendo de ello, se elabora la respectiva escala de los mismos (Ver tabla N° 77).

Tabla N° 77. Puntajes por Confort térmico

Fuente: Elaboración propia

Valor de I_{ct}	Puntaje	Puntaje relativo
Menor a 60 %	0	0 %
⟨60; 80] %	1	50 %
⟨80; 100] %	2	100 %

Comparación: La certificación LEED posee el indicador “Confort de los ocupantes: Control del confort térmico”, dentro de la categoría “Calidad Ambiental Interior”. En este, se otorga 1 punto si se cuenta con un sistema de control permanente de la temperatura del aire y la humedad, con pruebas periódicas de la velocidad del aire y temperatura radiante en espacios ocupados (U.S. Green Building Council, 2009).

La certificación BREEAM posee el indicador “Zonificación térmica”, el cual evalúa la existencia de un sistema de control en refrigeración y calefacción, el cual pueda varias de forma independiente las temperaturas de cada ambiente en la vivienda, otorgando a ello 1 punto (Instituto Tecnológico de Galicia, 2011).

El indicador propuesto se diferencia en que realiza la medición in situ del estado real de las viviendas en cuanto a la temperatura de sus múltiples ambientes, mediante el uso de equipos directos.

6.2.3.3 Confort acústico

Introducción: El indicador evalúa los niveles de intensidad sonora reconocidos en los distintos ambientes de las viviendas evaluadas.

Definición: El confort acústico está referido al adecuado nivel de intensidad sonora presente en los ambientes del edificio, el cual emplea como unidades los decibelios (db). Según los estándares nacionales de Calidad Ambiental para Ruido en el Perú, el nivel de intensidad sonora dentro de zonas residenciales debe ser como máximo 60 db en horario diurno y de 50 db en horario nocturno (Presidencia

del Consejo de Ministros, 2003). Dicho valor se obtiene de las siguientes expresiones:

$$\text{Intensidad sonora de una fuente} \left(\frac{W}{m^2} \right) = \frac{\text{Potencia de la fuente (W)}}{\text{Área del frente de onda (m}^2\text{)}}$$

$$\text{Nivel de intensidad sonora (db)} = 10 * \log_{10} * \left(\frac{I}{10^{-12}} \right)$$

Justificación: Debido a las múltiples fuentes sonoras que pueden estar en las proximidades de una vivienda, el sonido puede llegar a ser desordenado y volverse demasiado intenso, transformándose en un factor contaminante conocido como ruido. Entre las principales causas está el aumento del tráfico automotor y aéreo, la mecanización de la vivienda, el uso de electrodomésticos, la presencia de tabiques excesivamente delgados, entre otros. El ruido no solamente genera molestias en las personas al interferir en la audición durante la comunicación verbal, sino que también incide en el desarrollo de enfermedades o ciertos malestares que perjudican el rendimiento de las personas (problemas de concentración), problemas para concebir el sueño, pérdidas en el sentido de la audición y generación de estrés.

Evaluación: Mediante el empleo de equipos que reciben el nombre “Decibelímetros” se realiza la medición de los niveles de intensidad sonora en unidades db (evaluando en el mismo horario, los mismos ambientes y con las mismas condiciones de ocupación señaladas en el punto anterior). El protocolo para la toma de datos se explica en el apartado 3.3.4 de la presente tesis. Se calcula la suma entre la media de los datos obtenidos con la desviación estándar de los mismos para cada ambiente.

Luego, para cada ambiente evaluado se propone asignar una valoración dependiendo del intervalo donde se encuentre la intensidad sonora calculada, tomando en cuenta los estándares de 50 db y 60 db (Ver tabla N° 45). Así, se realiza una comparación con su área respectiva, generando el siguiente promedio ponderado:

$$I_{ca} (\%) = \frac{\sum \text{Valoración} * \text{Área de ambientes (m}^2\text{)}}{1.5 * \text{Área total de ambientes (m}^2\text{)}} * 100 \%$$

Puntaje: Respecto a las áreas obtenidas de los croquis elaborados en los edificios evaluados, se considera que los dormitorios y la cocina son los ambientes que se ocupan por una mayor parte de tiempo durante el día, los cuales representan en promedio un 60 % del área de los ambientes analizados. Partiendo de ello, se elabora la respectiva escala de los mismos (Ver tabla N° 78).

Tabla N° 78. Puntajes por Confort acústico

Fuente: Elaboración propia

Valor de I_{ca}	Puntaje	Puntaje relativo
Menor a 60 %	0	0 %
(60; 80] %	1	50 %
(80; 100] %	2	100 %

Comparación: La certificación LEED posee el indicador “Eficiencia Acústica” dentro de la categoría “Calidad interior de ambientes”. Si bien se busca tener espacios que fomenten el bienestar, productividad y comunicaciones a través de un diseño acústico eficaz, la evaluación no se realiza respecto al nivel de intensidad sonora, sino respecto a índices de transmisión del sonido entre espacios adyacentes (U.S. Green Building Council, 2009).

La certificación BREEAM posee el indicador “Aislamiento acústico”, dentro de la categoría “Salud y Bienestar”. Se otorga entre 1 a 4 puntos de acuerdo a las mejoras en el aislamiento acústico por ruido aéreo, impactos, entre otros (Instituto Tecnológico de Galacia, 2011).

El indicador propuesto realiza una medición interna real, mediante el empleo de un equipo de medición, el cual se compara directamente con los valores de confort para identificar problemas.

6.2.3.4 Confort visual

Introducción: El indicador evalúa el confort visual presente en los múltiples ambientes de la vivienda evaluada.

Definición: El confort visual se relaciona con el nivel de iluminación presente en el interior de un ambiente, el cual posee como unidad de medida el Lux (García, 2012). Dicha cantidad se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{Nivel de Iluminación (Lux)} = \frac{\text{Flujo luminoso (Lúmen)}}{\text{Superficie iluminada (m}^2\text{)}}$$

El valor del nivel de iluminación de confort varía respecto al grado de visión que requiere la actividad que se realiza en el ambiente estudiado. Respecto a la normativa peruana, para viviendas se requieren los siguientes niveles de iluminación mínima (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006):

- En dormitorios, 50 lux en general y 200 lux en la cabecera de la cama.
- En salas, 100 lux en general y 500 lux en las áreas de lectura.
- En cocinas, 300 lux en general y 500 lux en las áreas de trabajo.

Justificación: Se cuenta con una fuente natural de iluminación la cual es la luz solar. Sin embargo, el inadecuado diseño de muchos edificios causa que no se tenga acceso a la misma, por lo que se debe optar por fuentes artificiales. La misma necesidad ocurre por las noches ya que se deja de contar con la luz solar. El nivel de intensidad lumínica para realizar una actividad depende de la necesidad de visión requerida para llevarla a cabo de una manera cómoda (Ej. Cocinar, estudiar, entre otros). Una iluminación deficiente puede generar las siguientes consecuencias (Gül, 2003):

- Molestias oculares
- Fatiga visual constante
- Reducción en el rendimiento de las personas
- Accidentes y errores durante las actividades

Evaluación: Mediante el empleo del equipo llamado Luxómetro, el cual mide el nivel de iluminación en unidades Lux, se realiza una evaluación in situ de los múltiples ambientes que poseen las viviendas evaluadas en el edificio. El

protocolo para la toma de datos se explica en el apartado 3.3.2 de la presente tesis. Al promedio de los datos obtenidos se le resta la desviación estándar de los mismos y se reconoce, según el ambiente, si el valor se encuentra entre los rangos de confort antes mencionados. Se calcula la siguiente expresión:

$$I_{cv} (\%) = \frac{\text{Área de ambientes que cumplen el estándar (m}^2\text{)}}{\text{Área total de ambientes (m}^2\text{)}} * 100 \%$$

Puntaje: Respecto a las áreas obtenidas de los croquis elaborados en los edificios evaluados, se considera que los dormitorios y la cocina son los ambientes que se ocupan por una mayor parte de tiempo durante el día, los cuales representan en promedio un 60 % del área de los ambientes analizados. Partiendo de ello, se elabora la respectiva escala de los mismos (Ver tabla N° 79).

Tabla N° 79. Puntajes por Confort visual

Fuente: Elaboración propia

Valor de I_{cv}	Puntaje	Puntaje relativo
Menor a 60 %	0	0 %
(60; 80] %	1	50 %
(80; 100] %	2	100 %

Comparación: La certificación LEED no posee un indicador semejante, pero sí posee el indicador “Controlabilidad de los sistemas: Iluminación” dentro de la categoría “Calidad interior de ambientes”, en el cual se tiene como requisito que se cuente con dispositivos que permitan al usuario regular el nivel de iluminación para alcanzar el confort según su perspectiva (U.S. Green Building Council, 2009). La certificación BREEAM no posee un indicador semejante.

El indicador propuesto se diferencia en que compara valores reales medidos en la vivienda habitada donde no se cuenta con dispositivos para regular el nivel de iluminación, con el objetivo de reconocer si dicha situación permite conseguir los valores adecuados de confort.

6.2.3.5 Confort olfativo

Introducción: El indicador mide la comodidad que presenta el sentido del olfato con los olores percibidos dentro de la vivienda.

Definición: Se debe calificar la percepción del sentido del olfato respecto a los olores presentes en los múltiples ambientes de la vivienda evaluada, procedentes de fuentes tanto internas como externas.

Justificación: El sentido del olfato del ser humano es muy sensible, y a que permite percibir concentraciones muy bajas de malos olores, por lo que muchos pueden llegar a ser incómodos o desagradables, causando náuseas, vómitos, dolores de cabeza, pérdida de memoria, problemas de concentración e incluso estrés (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, 1999). Todo ello perjudica la calidad del confort olfativo y también es una muestra del grado de ventilación que presentan los ambientes.

Evaluación: Se debe realizar la evaluación in situ de cada uno de los ambientes de la vivienda, reconociendo en estas el grado de satisfacción o insatisfacción percibido por los olores presentes. Se realiza dicha valoración empleando la Escala de Likert como se muestra (Ver tabla N° 80):

Tabla N° 80. Valoración de olores percibidos

Fuente: Elaboración propia

Valoración	Descripción del olor
1	Totalmente desagradable
2	Muy desagradable
3	Desagradable
4	Poco desagradable
5	Muy poco desagradable
6	Cómodo
7	Muy cómodo

Finalmente, se realiza la ponderación de las valoraciones respecto al área de cada ambiente según la siguiente expresión:

$$I_{co} = \frac{\sum[\text{Valoración} * \text{Área del ambiente (m}^2\text{)}]}{\text{Área total de ambientes (m}^2\text{)}}$$

Puntaje: Respecto a la escala de Likert elaborada, se puede reconocer que a partir de un valor de 5 se presenta una comodidad por parte del usuario. Es así que se parte de ello para elaborar la escala de puntajes (Ver tabla N° 81).

Tabla N° 81. Puntajes por Confort olfativo

Fuente: Elaboración propia

Valor de I_{co}	Puntaje	Puntaje relativo
Menor a 5.0	0	0 %
(5.0; 6.0]	1	50 %
(6.0; 7.0]	2	100 %

Comparación: En la certificación LEED y BREEAM no se trabaja con un indicador relacionado.

6.2.4 Categoría 4: Calidad de ambientes interiores

En la presente categoría se evalúan las condiciones de calidad que presentan los ambientes de la vivienda analizada.

6.2.4.1 Concentración de CO₂

Introducción: El indicador evalúa el nivel de CO₂ presente en el aire de los ambientes en la vivienda evaluada.

Definición: La fuente antropogénica de emisión de CO₂ es principalmente la combustión de combustible por parte de los motores en vehículos de transporte, seguido de la causada por las industrias y fábricas. De manera natural, se genera principalmente por incendios forestales como por erupciones volcánicas. Además, el ser humano también produce CO₂ durante su respiración, pero lo que emiten todas las personas del planeta es aproximadamente solo el 7 % del emitido por la quema de combustibles fósiles. Para una adecuada calidad del aire dentro de viviendas, la concentración de este gas no debe sobrepasar los 1 000 ppm o partes por millón (Rodríguez, 2009).

Justificación: El CO₂ producido en el interior de los espacios se origina principalmente por el proceso de respiración humana. Cuando dicha concentración en el aire es muy elevada, se empieza a acumular en la sangre y en los tejidos provocando efectos nocivos en las personas (incremento del ritmo respiratorio, dolor de cabeza, disminución de la eficiencia mental, irritación de ojos, entre otros), por lo que la concentración debe mantenerse siempre por debajo de 1 000 ppm (Rodríguez, 2009). Por otro lado, existen ciertas personas sensibles que manifiestan incomodidad a partir de los 600 ppm (Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España, 2000). Asimismo, existen referencias donde se indica que el confort se encuentra entre los 600 a 800 ppm (VAISALA, 2018).

Evaluación: Se realiza la evaluación in situ de cada uno de los ambientes de la vivienda analizada. El protocolo para la toma de datos se explica en el apartado 3.3.1 de la presente tesis. Se realiza el cálculo del promedio de las concentraciones medidas y se le debe sumar el valor de la desviación estándar de los mismos. Dicho valor, para cada ambiente, se ubica en la tabla N° 53 para asignarle una valoración, la cual finalmente se ponderará mediante la siguiente ecuación:

$$I_{cai} (\%) = \frac{\sum \text{Valoración} * \text{Área de ambientes (m}^2\text{)}}{1.5 * \text{Área total de ambientes (m}^2\text{)}} * 100 \%$$

Puntaje: Respecto a las áreas obtenidas de los croquis elaborados en los edificios evaluados, se considera que los dormitorios y la cocina son los ambientes que se ocupan por una mayor parte de tiempo durante el día, los cuales representan en promedio un 60 % del área de los ambientes analizados. Partiendo de ello, se elabora la respectiva escala de los mismos (Ver tabla N° 82).

Tabla N° 82. Puntajes por Concentración de CO₂

Fuente: Elaboración propia

Valor de I_{cai}	Puntaje	Puntaje relativo
Menor a 60 %	0	0 %
(60; 80] %	1	50 %
(80; 100] %	2	100 %

Comparación: La certificación LEED no posee un indicador semejante, pero cuenta con el indicador “Control del suministro de aire exterior” dentro de la categoría “Calidad interior de ambientes”. En esta se califica con 1 punto si la vivienda posee un sensor de CO₂ que permita dar aviso cuando los niveles de su concentración varíen en 10 % o más de los valores del diseño (U.S. Green Building Council, 2009). La certificación BREEAM no posee un indicador semejante.

El indicador propuesto se diferencia en que realiza la medición directa del CO₂ presente en el interior de los ambientes, comparado con el valor que genera una adecuada calidad del aire para reconocer la proporción entre espacios que cumplen dicho estándar con el espacio total de la vivienda.

6.2.4.2 Calidad de espacios

Introducción: Si bien las áreas verdes se ubican en el exterior de las viviendas, estas guardan relación con la calidad del aire que se desplazará hacia el interior de las mismas y que será respirado por sus residentes.

Definición: El indicador evalúa la relación que existe entre la superficie de áreas verdes que presenta la edificación respecto a su cantidad total de habitantes.

$$I_{cae} (m^2/persona) = \frac{\text{Total de áreas verdes (m}^2\text{)}}{\text{Total de residentes en el edificio}}$$

Justificación: La Organización Mundial de la Salud informa que la cantidad adecuada de áreas verdes debe ser mínimo 8 m²/habitante. Dichas áreas actúan como pulmones que renuevan el aire contaminado del ambiente, además de ser un lugar de relajación que desconecta a las personas de la ciudad. En lo que corresponde a una adecuada calidad de vida, los entornos naturales fomentan la creatividad, las capacidades mentales y afectivas, mejorando así la longevidad. Permiten cuidar también nuestra salud mental (según la Universidad de Exeter en Inglaterra, vivir cerca de áreas verdes ayuda a evitar problemas mentales como la depresión, estrés laboral o ansiedad) y física (según la Universidad de Queensland en Australia, el ejercicio físico practicado en zonas verdes es más beneficioso que el realizado en un edificio de gimnasio).

Evaluación: Se inicia elaborando un croquis del terreno del edificio, donde se logre identificar las áreas verdes con sus respectivas medidas, así se podrá calcular el área total de esta. Con la cantidad total de habitantes que posee, se realiza el cálculo de la expresión antes mencionada.

Puntaje: Dado el estándar establecido por la OMS, se parte de la premisa que como mínimo se cumpla con la mitad de este para obtener puntaje en el indicador, lo cual resulta de presentar más de 4 m²/ habitante de áreas verdes. Con ello se parte para elaborar la escala de puntajes (Ver tabla N° 83).

Tabla N° 83. Puntajes por Calidad de espacios

Fuente: Elaboración propia

Valor de I_{cae} (m ² / habitante)	Calificativo	Puntaje	Puntaje relativo
Menor a 4.0	Bajo	0	0 %
⟨4.0; 6.0]	Regular	1	33 %
⟨6.0; 8.0]	Bueno	2	67 %
Mayor a 8.0	Muy bueno	3	100 %

Comparación: La certificación LEED posee el indicador “Desarrollo del sitio: Maximización del espacio abierto” dentro de la categoría de “Sitio Sustentable”. En este, se asigna 1 punto si es que se aumenta el espacio abierto en un sitio al 25% más de lo que indica el código local. LEED define como espacio abierto a aquella área que no fue afectada por la huella del edificio (U.S. Green Building Council, 2009). La certificación BREEAM no posee un indicador semejante.

La diferencia del indicador propuesto es que, si bien LEED propone un parámetro para incrementar las áreas libres, no exige que estas sean necesariamente áreas verdes, solo que no hayan sido alteradas. Además, el requerimiento de LEED es a nivel de la primera planta del edificio, mas no se considera el impacto de la cantidad de habitantes en el mismo. Es así que un edificio de 1 piso puede contener la misma cantidad de áreas libres que un edificio de 10 pisos y obtener el puntaje, pero en el primero la cantidad de áreas verdes por persona será muchísimo menor que en el segundo caso.

6.2.4.3 Calidad del agua

Introducción: El indicador evalúa múltiples parámetros que son medidos en el agua potable de las viviendas para reconocer su calidad.

Definición: Según el Ministerio de Salud del Perú, algunos de los límites máximos permisibles para los parámetros de la calidad organoléptica del agua de consumo humano deben ser los siguientes (Ministerio de Salud, 2011):

- El valor del pH debe estar entre 6.50 a 8.50.
- La conductividad del agua (CA) a 25 °C debe ser máximo de 1 500 $\mu\text{mho}/\text{cm}$.
- La cantidad de sólidos totales disueltos (TDS) debe ser de 1 000 mg/Lt como máximo.

El cálculo de los 3 parámetros mencionados se realiza con las siguientes expresiones:

$$\text{pH} = -\log(\text{Concentración de iones de hidrógeno}) = -\log [H^+]$$

$$\text{Conductividad del agua} \left(\frac{\mu\text{mho}}{\text{cm}} \right) = \frac{\text{Densidad de corriente (C/s)}}{\text{Intensidad eléctrica del campo (A/m}^2\text{)}}$$

$$\text{Total de sólidos disueltos} \left(\frac{\text{mg}}{\text{Lt}} \right) = 0.5 * \text{CA (mmho/cm)}$$

Justificación: El agua potable es importante para la vida del ser humano ya que le permite estar sano, tener una adecuada digestión, mantener los músculos en un estado adecuado, refrigera o calienta el cuerpo, y ayuda a transportar el oxígeno entre las células del cuerpo (Jéquier & Constant, 2010). Además de las funciones del organismo, el agua potable permite realizar distintas actividades, de manera limpia y segura, como la higiene personal o la cocción de los alimentos. Es por ello que se debe asegurar su adecuada calidad mediante la medición de los parámetros que la definen, los cuales si bien son una mayor cantidad que los presentados, se delimita su alcance debido a la gran cantidad de equipos que serían necesarios solamente para el presente indicador.

Evaluación: Realizar la evaluación in situ de las fuentes de agua que posee la vivienda evaluada mediante el empleo de un equipo que mide los 3 parámetros de manera consecutiva. El protocolo para la toma de datos se explica en el apartado 3.3.3. de la presente tesis, y al finalizar se calcula el valor:

$$I_{cag} = \frac{\text{Cantidad de fuentes de agua que cumplen con todos los límites}}{\text{Cantidad total de fuentes de agua}} * 100 \%$$

Puntaje: Dada la necesidad de que el agua presente las características necesarias para ser considerada potable, se asume para el puntaje de que la totalidad de tomas de agua deben cumplir con estos. Así, se genera la respectiva tabla de puntajes (Ver tabla N° 84).

Tabla N° 84. Puntajes por Calidad del agua

Fuente: Elaboración propia

Valor de I_{cag}	Puntaje	Puntaje relativo
Menor a 100 %	0	0 %
100 %	1	100 %

Comparación: La certificación LEED o BREEAM no poseen un indicador que haga un análisis sobre la calidad del agua, a diferencia del indicador propuesto.

6.3 INCIDENCIA EN DIMENSIONES DE LA SOSTENIBILIDAD

A continuación, se desea conocer qué incidencia poseen los indicadores de la certificación GREEN UNI en cada una de las dimensiones de la sostenibilidad. Para ello, se inicia identificando en qué dimensiones repercuten cada uno de estos (Ver tabla N° 85).

Tabla N° 85. Incidencia en dimensiones de la sostenibilidad

Fuente: Elaboración propia

Indicador	Ambiental	Social	Económico
Nivel de vulnerabilidad del edificio		Se da importancia a la seguridad de vida de los residentes del edificio.	Al encontrarse en una zona segura, existirán menores pérdidas económicas por daños ante fenómenos naturales.
Ubicación del edificio	No utilizar terrenos que no hayan sido previamente urbanizados.		
Aprovechamiento del terreno	Al optimizar el uso del suelo y fomentar la construcción en altura, se impide la utilización de terrenos sin previa urbanización y favorece la densidad urbana.		
Cercanía a servicios básicos	Al encontrarse los servicios básicos en una distancia cercana, se impide el uso de vehículos para acceder a ellos.	Mejora la calidad de vida de los residentes al tener acceso a servicios básicos. Asimismo, el transporte a pie es bueno para la salud física.	Existe ahorro en el transporte para los residentes al poder acceder a los servicios básicos que requieren transportándose a pie.
Cercanía a servicios de transporte público	Tener acceso al transporte masivo evita el empleo de transporte particular, generando menos contaminación.	Mejora la calidad de vida de los residentes por tener conexión con distintas zonas de la ciudad.	El transporte masivo representa un ahorro para los residentes.

Indicador	Ambiental	Social	Económico
Fomento del empleo de bicicletas	Al contar con estacionamientos adecuados, se incrementa el empleo de bicicletas y se disminuye el empleo de vehículos de combustión.	El transporte mediante bicicletas es beneficioso para la salud física.	Transportarse mediante bicicletas representa un costo mínimo.
Puestos de trabajo generados		Se genera un apoyo a la sociedad al crear puestos de trabajo, disminución de pobreza.	Mejora la economía de la ciudad al incrementar la cantidad de puestos de trabajo.
Consumo energético	Disminuyendo el consumo de energía, se reducen las emisiones contaminantes.		Al consumirse menor cantidad de energía, el costo del servicio se reduce.
Zona para el secado de ropa manualmente	Al fomentarse el secado manual, se elimina el consumo energético producto de las secadoras.		El costo nulo del secado manual genera ahorros monetarios.
Consumo hídrico	Se incentiva minimizar el consumo de agua potable, ya que es un recurso escaso en el planeta.		Al consumirse menor cantidad de agua, el costo del servicio se reduce.

Indicador	Ambiental	Social	Económico
Confort higrotérmico		Al poseer condiciones de confort en la humedad, se evitan problemas de salud física.	Con las condiciones adecuadas de confort, reduce el costo por salud de los residentes.
Confort térmico		Al poseer condiciones de confort en la temperatura, se evitan problemas de salud física.	Con las condiciones adecuadas de confort, reduce el costo por salud de los residentes.
Confort acústico		Al poseer condiciones de confort respecto al sonido, se evitan problemas de salud mental.	
Confort visual		Al poseer condiciones de confort respecto a la iluminación, se evitan problemas de salud mental.	
Confort olfativo		Al poseer condiciones de confort respecto a la percepción de olores, se evitan problemas de salud mental.	
Concentración de CO ₂		Con concentraciones de CO ₂ que no superen el estándar, se mejora la salud de los residentes.	

Indicador	Ambiental	Social	Económico
Calidad de espacios	Incrementando la presencia de áreas verdes, disminuye la polución atmosférica.	La presencia de áreas verdes mejora la salud y bienestar de los residentes, ya que el aire que se respira se encuentra más limpio.	
Calidad del agua		Cumpliendo los estándares de agua potable, se cuida la salud de los residentes ante posibles enfermedades.	

Luego, en cada dimensión que repercuten los indicadores se asigna el puntaje máximo que poseen (Ver tabla N° 86). Acumulando dichos valores, se reconoce que existe una semejanza entre estos. De esta forma, se identifica que la certificación GREEN UNI presenta un balance entre las tres dimensiones de la sostenibilidad.

Tabla N° 86. Incidencia de certificación GREEN UNI en la sostenibilidad

Fuente: Elaboración propia

Indicador	Ambiental	Social	Económico
Nivel de seguridad del edificio	0	1	1
Ubicación del edificio	1	0	0
Aprovechamiento del terreno	3	0	0
Cercanía a servicios básicos	3	3	3
Cercanía a servicios de transporte público	3	3	3
Fomento del empleo de bicicletas	2	2	2
Puestos de trabajo generados	0	3	3
Consumo energético	5	0	5
Zona para el secado de ropa manualmente	2	0	2

Consumo hídrico	4	0	4
Confort higrotérmico	0	2	2
Confort térmico	0	2	2
Confort acústico	0	2	0
Confort visual	0	2	0
Confort olfativo	0	2	0
Concentración de CO ₂	0	2	0
Calidad de espacios	3	3	0
Calidad del agua	0	1	0
Total	26	28	27
Incidencia (%)	32.1 %	34.6 %	33.3 %

6.4 PROTOCOLO PARA TOMA DE DATOS CON EQUIPOS

Para aquellos indicadores en los cuales se hará uso de equipos, se explica a continuación el protocolo a seguir para la toma de datos.

6.4.1 Medidor de CO₂, Temperatura y Humedad

El equipo (Ver figura N° 05) permite realizar mediciones del nivel de concentración del CO₂ presente en el aire (en unidades ppm: partes por millón), de la temperatura del ambiente (en grados centígrados) y de la humedad relativa (en porcentaje). Trabaja con ondas infrarojas no dispersivas con calibración automática, posee dimensiones de 130 x 85 x 60 mm, un peso de 200 gramos y una alarma para ciertos valores máximos de CO₂. Además, presenta cierto nivel de precisión y resolución para cada una de las variables (Ver tabla N° 87).

Tabla N° 87. Precisión del medidor de CO₂, Temperatura y Humedad

Fuente: Elaboración propia – Especificaciones técnicas del equipo

Indicador	Precisión	Resolución
Concentración de CO ₂	± 30 ppm	1 ppm
Temperatura	± 0.6 °C	0.1 °C
Humedad relativa	± 3 %	0.1 %



Figura N° 05. Equipo medidor de CO₂, Temperatura y Humedad

Fuente: Especificaciones técnicas del equipo

6.4.1.1 Ambientes a evaluar

Se decide no trabajar en ambientes con poca presencia de personas durante el día, como los servicios higiénicos o en almacenes de la vivienda. Solamente se trabajará en ambientes con mayor presencia durante el día, como cocinas, salas y dormitorios.

6.4.1.2 Información necesaria de ambientes evaluados

Debido a la necesidad del cálculo de áreas para la ponderación, será necesario que durante la evaluación se realice el levantamiento de información sobre las dimensiones de los ambientes, lo cual se plasmará en un croquis.

6.4.1.3 Ubicación del equipo

En primer lugar, se estudian las variaciones que presentan las mediciones de CO₂, Temperatura y Humedad en un ambiente de dimensiones intermedias. Para ello, se realiza el estudio en la sala de un edificio piloto y se toman mediciones tanto en el centroide del ambiente como en las cuatro esquinas de la misma (Ver tablas N° 88 y 89).

Tabla N° 88. Mediciones en sala de edificio piloto

Fuente: Elaboración propia

Parámetro	Ubicación	Promedio
CO ₂ (ppm)	Centro	464.90
	Esquina 1	491.96
	Esquina 2	503.38
	Esquina 3	493.63
	Esquina 4	492.51
T (°C)	Centro	20.10
	Esquina 1	20.70
	Esquina 2	20.33
	Esquina 3	20.63
	Esquina 4	20.58
H (%)	Centro	78.05
	Esquina 1	75.45
	Esquina 2	77.21
	Esquina 3	75.97
	Esquina 4	76.34

Tabla N° 89. Comparación entre mediciones en sala

Fuente: Elaboración propia

Situación	CO ₂ (ppm)	T (°C)	H (%)
Centroide	464.90	20.10	78.05
Promedio en esquinas	495.37	20.56	76.24
Diferencia	30.47	0.46	1.81
Precisión del equipo	30.00	0.60	3.00

Realizando el promedio de las mediciones obtenidas en las cuatro esquinas del ambiente y comparándolo con las mediciones en el centroide, se obtiene que la diferencia entre ambos es cercana al valor de la precisión del equipo. Con ello se concluye que se puede trabajar midiendo únicamente en el centroide y no es necesario medir adicionalmente las cuatro esquinas de cada ambiente. Cabe resaltar también que el ambiente estudiado tiene dimensiones intermedias ya que se trata de un edificio uni-familiar, pero la evaluación propuesta se realizará solamente en viviendas de edificios multifamiliares cuyos ambientes presentan pequeñas dimensiones. Por todo ello, se decide realizar las mediciones únicamente en el centroide del ambiente a estudiar.

6.4.1.4 Duración de la toma de datos

De manera teórica, el nivel de concentración de CO₂ debería permanecer constante durante periodos cortos de tiempo. Sin embargo, en las pruebas realizadas donde se tuvo el equipo midiendo durante varios minutos en múltiples ambientes (Ver figura N° 05) se reconoció la presencia de grandes variaciones en las mediciones, pero durante periodos cortos de tiempo (menores a 2 minutos), luego de los cuales alcanzaba la constancia que debería presentar. Este efecto se puede reconocer con mayor facilidad en las mediciones de CO₂ y de manera regular en las mediciones de Humedad. El origen de dicho problema puede deberse a la presencia de masas de aire muy contaminadas que ingresan en la vivienda durante poco tiempo y luego se retiran.

Es por ello que se decide realizar las mediciones en cada ambiente durante un total de 5 minutos siempre y cuando no se observen grandes variaciones entre los valores mediante una inspección gráfica. En caso contrario, se deberá extender el tiempo de medición hasta obtener 300 datos consecutivos cuya variación gráficamente no se observe muy grande. Por ejemplo, en la figura N° 06 se observa que tanto al inicio como aproximadamente entre los segundos 370 y 600, se presentan grandes variaciones respecto al resto de valores, por lo que 5 minutos de medición no serán suficientes y los valores a trabajar deberán ser tomados luego de los 600 segundos de medición donde los valores no sufren grandes variaciones.

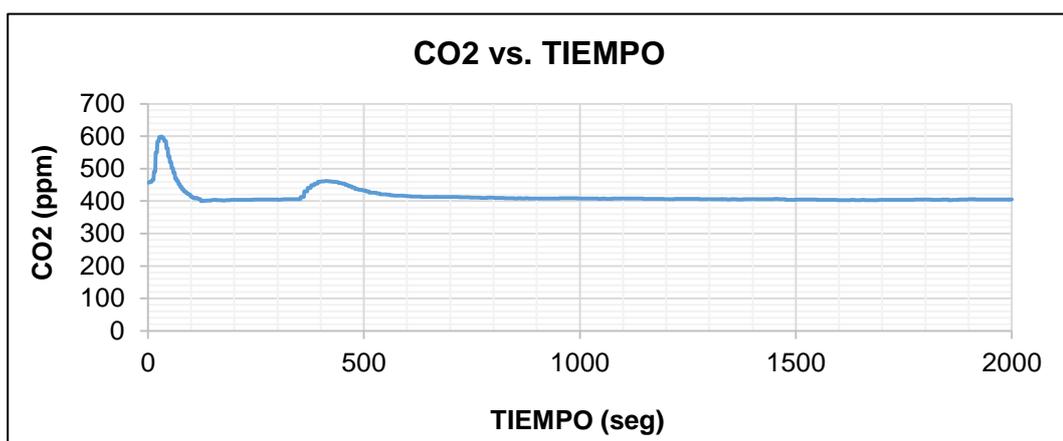


Figura N° 06. Prueba de medición

Fuente: Elaboración propia

6.4.2 Medidor del nivel de Intensidad Luminosa

El presente equipo (Ver figura N° 07) recibe comúnmente el nombre de Luxómetro ya que realiza las mediciones del nivel de intensidad luminosa en unidades Lux. Este cuenta con 3 rangos para los valores medidos, para los cuales posee una precisión y resolución distinta (Ver tabla N° 90). Además, posee dimensiones de 7" x 3" x 5/4", un peso de 9.5 onzas, un cable de 40" de longitud, batería alcalina de 9 voltios, salida a computadora y una célula fotográfica de 2" de diámetro. Permite tomar lectura tanto de luces por fuente fluorescente, tungsteno, mercurio y por la luz del día.

Tabla N° 90. Precisión del equipo Luxómetro

Fuente: Elaboración propia – Especificaciones técnicas del equipo

Rango de medición	Precisión	Resolución
0 a 1,999 lux	± 4.5 %	1 lux
2,000 a 19,999 lux	± 4.5 %	10 lux
20,000 a 50,000 lux	± 4.5 %	100 lux



Figura N° 07. Luxómetro

Fuente: Especificaciones técnicas del equipo

6.4.2.1 Ambientes a evaluar

Debido a que a lo largo del día es ser humano requiere de cierto nivel de iluminación para realizar adecuada y cómodamente sus actividades, se decide evaluar todas las ubicaciones específicas donde estas se lleven a cabo.

6.4.2.2 Información necesaria de ambientes evaluados

De manera semejante al equipo antes mencionado, debido a que se requiere la información de las dimensiones de los ambientes para la ponderación final, durante la evaluación se realizará un croquis que presente dicha información.

6.4.2.3 Ubicación del equipo

El equipo será ubicado exactamente donde se realizan las actividades domésticas. Por ejemplo, en el comedor este será ubicado en los asientos de la mesa y en una sala de estudio se ubicará sobre el escritorio. Un ambiente puede tener varios puntos de trabajo y en todos ellos se realizará la medición.

6.4.2.4 Duración de la toma de datos

La duración de cada una de las mediciones será de 2 minutos, ya que no se generará una gran variación con las lecturas realizadas.

6.4.3 Medidor de la calidad del agua

El equipo empleado para conocer las características del agua se conoce como Multi-parámetro (Ver figura N° 08), ya que mide al mismo tiempo los valores de pH del agua, el TDS (total de sólidos disueltos) y la CA (conductividad del agua), para los cuales presenta distintos valores de precisión (Ver tabla N° 91).

Tabla N° 91. Precisión del Multi-parámetro para la calidad del agua

Fuente: Elaboración propia – Especificaciones técnicas del equipo

Indicador	Precisión
pH	0.01 pH
TDS	1 ppm
CA	1 μS



Figura N° 08. Equipo Multi-parámetro para la calidad del agua

Fuente: Especificaciones técnicas del equipo

6.4.3.1 Ambientes a evaluar

Los ambientes que se evaluarán serán todos aquellos en la vivienda donde exista tomas de agua (cocina, lavandería y servicios higiénicos).

6.4.3.2 Información necesaria de ambientes evaluados

Luego de haber realizado los croquis de la vivienda, se deben ubicar en este los puntos donde existen tomas de agua, las cuales se numerarán en el mismo.

6.4.3.3 Ubicación del equipo

Se emplea un vaso de plástico, se llena con el agua de la toma y se coloca el equipo dentro de este para conocer las lecturas respectivas. Se repite dicho proceso 3 veces y se promedian los resultados.

6.4.3.4 Duración de la toma de datos

Luego de introducir el equipo en la muestra de agua, las mediciones deberán ser estudiadas por un periodo de 3 minutos cada una.

6.4.4 Medidor del nivel de intensidad sonora

El equipo es comúnmente conocido con el nombre de Decibelímetro (Ver figura N° 09) ya que realiza la medición del nivel de intensidad sonora en unidades de decibeles (db).



Figura N° 09. Decibelímetro

Fuente: Especificaciones técnicas del equipo

6.4.4.1 *Ambientes a evaluar*

Los ambientes a evaluar serán aquellos con mayor presencia de personas durante el día, ya que en estos se requiere la concentración adecuada para realizar las actividades domésticas. Es por ello que no se trabajará en ambientes con poca presencia de personas como almacenes o servicios higiénicos.

6.4.4.2 *Información necesaria de ambientes evaluados*

Se requiere la información ya recopilada de las dimensiones de estos.

6.4.4.3 *Ubicación del equipo*

Debido a la pequeña dimensión de los ambientes en un edificio inmobiliario, el equipo se colocará en el centroide de cada uno de estos.

6.4.4.4 *Duración de la toma de datos*

Para cada una de las distintas ubicaciones, la toma de datos tendrá una duración de 5 minutos para así obtener 300 datos de la lectura por cada segundo.

6.5 TIPOS DE INDICADORES

Respecto a la metodología para la recolección de datos en cada indicador, se identifican 3 tipos de estos:

- **Cualitativos.** Se obtienen mediante la apreciación directa en campo.
- **Cuantitativos.** Se obtienen mediante mediciones con herramientas manuales y/o equipos de medición.

Así, se presenta a qué tipo corresponde cada uno de los indicadores propuestos (Ver tabla N° 92).

Tabla N° 92. Tipo de indicador

Fuente: Elaboración propia

Categoría	Indicador	Tipo
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de seguridad del edificio	Cualitativo
	Ubicación del edificio	Cualitativo
	Aprovechamiento del terreno	Cuantitativo
	Cercanía a servicios básicos	Cuantitativo
	Cercanía a servicios de transporte público	Cuantitativo
	Fomento del empleo de bicicletas	Cualitativo
	Puestos de trabajo generados	Cuantitativo
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	Cuantitativo
	Zona para el secado de ropa manualmente	Cualitativo
	Consumo hídrico	Cuantitativo
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	Cuantitativo
	Confort térmico	Cuantitativo
	Confort acústico	Cuantitativo
	Confort visual	Cuantitativo
	Confort olfativo	Cualitativo
4.- Calidad en ambientes interiores	Calidad del aire	Cuantitativo
	Calidad de espacios	Cuantitativo
	Calidad del agua	Cuantitativo

6.6 ANÁLISIS DE PUNTAJES

Luego de haber realizado la evaluación del edificio, se procede al análisis de los puntajes obtenidos por los indicadores de cada categoría, identificando primero el nivel de incidencia de cada uno respecto a su grado de implicancia en la categoría y complejidad que representan las acciones de mejora (Ver tablas N° 93 al 96).

Tabla N° 93. Incidencia de indicadores en la categoría N° 1

Fuente: Elaboración propia

Indicador	Puntaje máximo	Incidencia
Nivel de seguridad del edificio	2	11.76 %
Ubicación del edificio	1	5.88 %
Aprovechamiento del terreno	3	17.65 %
Cercanía a servicios básicos	3	17.65 %
Cercanía a servicios de transporte público	3	17.65 %
Fomento del empleo de bicicletas	3	17.65 %
Puestos de trabajo generados	2	11.76 %

Tabla N° 94. Incidencia de indicadores en la categoría N° 2

Fuente: Elaboración propia

Indicador	Puntaje máximo	Incidencia (%)
Consumo energético	5	50.0 %
Zona para el secado de ropa manualmente	1	10.0 %
Consumo hídrico	4	40.0 %

Tabla N° 95. Incidencia de indicadores en la categoría N° 3

Fuente: Elaboración propia

Indicador	Puntaje máximo	Incidencia (%)
Confort higrotérmico	2	20 %
Confort térmico	2	20 %
Confort acústico	2	20 %
Confort visual	2	20 %
Confort olfativo	2	20 %

Tabla N° 96. Incidencia de indicadores en la categoría N° 4

Fuente: Elaboración propia

Indicador	Puntaje máximo	Incidencia (%)
Calidad del aire	2	33.33 %
Calidad de espacios	3	50.00 %
Calidad del agua	1	16.67 %

Después, se analizan las categorías respecto a la implicancia que posee cada una en el nivel de sostenibilidad total del edificio (Ver tabla N° 97).

Tabla N° 97. Incidencia entre categorías

Fuente: Elaboración propia

Categoría	Puntaje máximo	Incidencia (%)
1.- Armonía de la edificación con el exterior	17	39.53 %
2.- Eficiencia del edificio	10	23.26 %
3.- Confort en ambientes interiores	10	23.26 %
4.- Calidad en ambientes interiores	6	13.95 %

Finalmente, se realiza la conversión del puntaje a un valor porcentual, donde el total de 43 puntos representan un valor de 100 %. Con este, se ubica al edificio en las distintas escalas propuestas (Ver tabla N° 98).

Tabla N° 98. Escalas de sostenibilidad

Fuente: Elaboración propia

Escala	Puntaje total (%)
Desaprobado	[0 – 60) %
Aprobado	[60 – 75) %
Distinción	[75 – 90) %
Extraordinario	[90 – 100] %

CAPÍTULO VII: APLICACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN GREEN UNI**7.1 PUNTAJES EN EDIFICIOS EVALUADOS**

Luego de haber propuesto la metodología de certificación GREEN UNI en el capítulo anterior, se procede a aplicarla en los 20 edificios que han sido evaluados (Ver Anexo N° 07). Así, se obtiene el promedio del puntaje obtenido en cada uno de los indicadores y se compara respecto a su máximo posible, reconociendo a qué porcentaje de este se ha podido llegar (Ver tabla N° 99).

Tabla N° 99. Promedio de puntajes obtenidos en edificios evaluados

Fuente: Elaboración propia

Categoría	Indicador	Promedio	Máximo	Cumplimiento
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2.0	2	100.00 %
	Ubicación del edificio	0.65	1	65.00 %
	Aprovechamiento del terreno	1.50	3	50.00 %
	Cercanía a servicios básicos	2.35	3	78.33 %
	Cercanía a servicios de transporte público	1.05	3	35.00 %
	Fomento del empleo de bicicletas	0.10	3	3.33 %
	Puestos de trabajo generados	0.70	2	35.00 %
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	2.10	5	42.00 %
	Zona para el secado de ropa manualmente	0.65	1	65.00 %
	Consumo hídrico	0.30	4	7.50 %
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	0.30	2	15.00 %
	Confort térmico	1.60	2	80.00 %
	Confort acústico	1.15	2	57.50 %
	Confort visual	1.40	2	70.00 %
	Confort olfativo	1.50	2	75.00 %

4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	1.80	2	90.00 %
	Calidad de espacios	0.10	3	3.33 %
	Calidad del agua	1.00	1	100.0 %

7.2 INDICADORES CON MENORES PUNTAJES

Realizando un análisis de los promedios, se reconocen aquellos indicadores donde se han obtenido menores puntajes en todos los edificios (Ver tabla N° 100).

Tabla N° 100. Análisis creciente en cumplimiento de puntajes

Fuente: Elaboración propia

Indicador	Cumplimiento
Calidad de espacios	3.33 %
Fomento del empleo de bicicletas	3.33 %
Consumo hídrico	7.50 %
Confort higrotérmico	15.00 %
Puestos de trabajo generados	35.00 %
Cercanía a servicios de transporte público	35.00 %
Consumo energético	42.00 %
Aprovechamiento del terreno	50.00 %
Confort acústico	57.50 %
Ubicación del edificio	65.00 %
Zona para el secado de ropa manualmente	65.00 %
Confort visual	70.00 %
Confort olfativo	75.00 %
Cercanía a servicios básicos	78.33 %
Confort térmico	80.00 %
Concentración de CO ₂	90.00 %
Nivel de vulnerabilidad del edificio	100.00 %
Calidad del agua	100.00 %

Si bien el resultado en algunos indicadores puede ser distinto a lo esperado, dentro de las recomendaciones se manifiesta la necesidad de incrementar la muestra de

edificios, con el fin de obtener una mayor base de datos que permita reflejar con mayor exactitud la realidad en la ciudad de Lima en cuanto a sostenibilidad en edificios.

A continuación, se identifican aquellos indicadores que presentan un cumplimiento menor a 60 %:

- Fomento del empleo de bicicletas
- Calidad de espacios
- Consumo hídrico
- Confort higrotérmico
- Puestos de trabajo generados
- Cercanía a servicios de transporte público
- Consumo energético
- Aprovechamiento del terreno
- Confort acústico

7.3 INDICADORES CON PUNTAJES NULOS

Otra forma de reconocer aquellas falencias en los edificios inmobiliarios de Lima respecto a su nivel de sostenibilidad es identificar en cada indicador la cantidad de estos que han obtenido un puntaje de cero por no cumplir los estándares (Ver tabla N° 101).

Tabla N° 101. Cantidad de edificios con puntaje nulo en indicadores

Fuente: Elaboración propia

Indicador	# edificios con puntaje nulo	Porcentaje
Nivel de vulnerabilidad del edificio	0	0 %
Ubicación del edificio	7	35 %
Aprovechamiento del terreno	0	0 %
Cercanía a servicios básicos	0	0 %
Cercanía a servicios de transporte público	8	40 %
Fomento del empleo de bicicletas	19	95 %
Puestos de trabajo generados	11	55 %
Consumo energético	6	30 %

Zona para el secado de ropa manualmente	7	35 %
Consumo hídrico	18	90 %
Confort higrotérmico	15	75 %
Confort térmico	4	20 %
Confort acústico	7	35 %
Confort visual	5	25 %
Confort olfativo	1	5 %
Concentración de CO ₂	1	5 %
Calidad de espacios	18	90 %
Calidad del agua	0	0 %

Con ello, se identifican aquellos indicadores donde se ha obtenido una mayor cantidad de puntajes nulos (Ver tabla N° 102).

Tabla N° 102. Indicadores con mayor cantidad de puntajes nulos

Fuente: Elaboración propia

Indicador	Edificios con puntaje nulo
Fomento del empleo de bicicletas	95 %
Consumo hídrico	90 %
Calidad de espacios	90 %
Confort higrotérmico	75 %
Puestos de trabajo generados	55 %
Cercanía a servicios de transporte público	40 %
Ubicación del edificio	35 %
Zona para el secado de ropa manualmente	35 %
Confort acústico	35 %
Consumo energético	30 %
Confort visual	25 %
Confort térmico	20 %
Confort olfativo	5 %
Concentración de CO ₂	5%

Nivel de vulnerabilidad del edificio	0 %
Aprovechamiento del terreno	0 %
Cercanía a servicios básicos	0 %
Calidad del agua	0 %

De esta forma, los indicadores con una mayor cantidad de puntajes nulos son:

- Fomento del empleo de bicicletas
- Consumo hídrico
- Calidad de espacios
- Confort higrotérmico
- Puestos de trabajo generados
- Cercanía a servicios de transporte público

7.4 ESCALA DE PUNTAJES

Respecto a los puntajes totales obtenidos, se reconoce el siguiente intervalo de valores (Ver tabla N° 103):

Tabla N° 103. Intervalos de puntajes

Fuente: Elaboración propia

Intervalo	Cantidad	Incidencia
[0; 10] %	0	0 %
⟨10; 20] %	0	0 %
⟨20; 30] %	1	5 %
⟨30; 40] %	3	15 %
⟨40; 50] %	7	35 %
⟨50; 60] %	8	40 %
⟨60; 70] %	1	5 %
Más de 70 %	0	0 %

Asimismo, se analizan las distintas escalas de puntaje obtenido por los edificios evaluados (Ver tabla N° 104).

Tabla N° 104. Escalas obtenidas en edificios evaluados

Fuente: Elaboración propia

Escala	Cantidad	Parcial
Desaprobado	19	95 %
Aprobado	1	5 %
Distinción	0	0 %
Extraordinario	0	0 %
Total	20	100 %

7.5 COMPARATIVO ENTRE DISTRITOS

Considerando el distrito al cual pertenece cada edificio y generando un promedio entre los que pertenecen al mismo, se obtiene el porcentaje de puntaje que se ha obtenido en cada uno, mostrándose de forma decreciente (Ver tabla N° 105).

Tabla N° 105. Porcentaje de puntajes por distrito

Fuente: Elaboración propia

Distrito	% Puntaje	Situación
San Miguel	55.81 %	Desaprobado
Cercado de Lima	54.65 %	Desaprobado
San Juan de Lurigancho	53.49 %	Desaprobado
Ate Vitarte	51.16 %	Desaprobado
Comas	51.16 %	Desaprobado
Independencia	51.16 %	Desaprobado
Puente Piedra	51.16 %	Desaprobado
Los Olivos	48.84 %	Desaprobado
Rímac	48.84 %	Desaprobado
Carabaylo	46.51 %	Desaprobado
El Agustino	46.51 %	Desaprobado
Jesús María	46.51 %	Desaprobado
San Martín de Porres	44.19 %	Desaprobado
Santiago de Surco	39.53 %	Desaprobado
Callao	34.88 %	Desaprobado
Surquillo	23.26 %	Desaprobado

Para realizar el comparativo de cada uno de los indicadores, se presentan tablas estadísticas en el Anexo 08.

7.6 SEMEJANZA ENTRE CERTIFICACIONES

A continuación, se realiza una comparación entre los indicadores de las certificaciones LEED y BREEAM que son semejantes a los propuestos por la certificación GREEN UNI (Ver tabla N° 106). Algunos espacios de la tabla se encuentran vacíos ya que no existe un indicador semejante a los propuestos.

Tabla N° 106. Semejanza entre indicadores

Fuente: Elaboración propia

GREEN UNI	LEED	BREEAM
Nivel de vulnerabilidad del edificio		Riesgo de inundaciones
Ubicación del edificio	Selección del sitio	Valor ecológico del emplazamiento y protección de elementos de valor ecológico
Aprovechamiento del terreno	Densidad de desarrollo	Superficie de la huella del proyecto
Cercanía a servicios básicos	Conectividad con la comunidad / Usos diversos	Cercanía a servicios
Cercanía a servicios de transporte público	Acceso al transporte público de calidad	Disponibilidad de servicios de transporte público
Fomento del empleo de bicicletas	Transporte alternativo: Almacenamiento de bicicletas	Modos alternativos de transporte
Puestos de trabajo generados		
Consumo energético	Optimización del desempeño energético	Tasa de emisión de la vivienda
Zona para el secado de ropa manualmente		Espacio de Secado
Consumo hídrico	Reducción del uso del agua	Consumo de agua
Confort higrotérmico	Prevención de Moho	
Confort térmico	Confort térmico: Verificación	Zonificación térmica
Confort acústico	Eficiencia Acústica	Aislamiento acústico
Confort visual	Controlabilidad de los sistemas: Iluminación	

Confort olfativo		
Concentración de CO ₂	Control del suministro de aire exterior	
Calidad de espacios	Desarrollo del sitio: Maximización del espacio abierto	
Calidad del agua		

CAPÍTULO VIII: CALIDAD INTERIOR DEL AIRE

A continuación, se presentan 3 de los indicadores que, tal como se indica en el capítulo II, guardan relación con la calidad interior del aire:

- Temperatura (T)
- Humedad relativa (H)
- Concentración de CO₂

Tal como han sido agrupados, las dos primeras variables guardan relación con el Confort del ambiente y el último con el nivel de Toxicidad del aire del mismo (Ver figura N° 10).

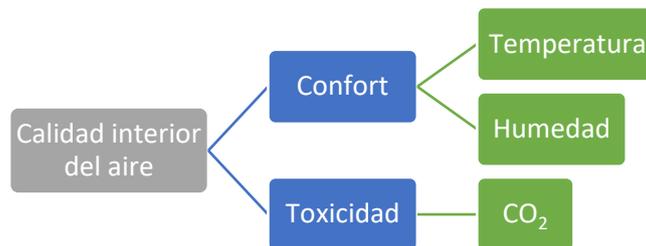


Figura N° 10. Variables de calidad interior del aire

Fuente: Elaboración propia

8.1 CONFIABILIDAD DE BASE DE DATOS

La validación de una investigación es un proceso de generar confianza en la utilidad que presenta con respecto al propósito por el que se hizo. Se define a la utilidad de un método de diseño como la característica de proporcionar soluciones correctamente, de forma eficiente con un rendimiento operativo aceptable (Seepersad, 2000). Para ello, se emplea el método de validación Cuadrada, el cual se representa a continuación (Ver figura N° 11).

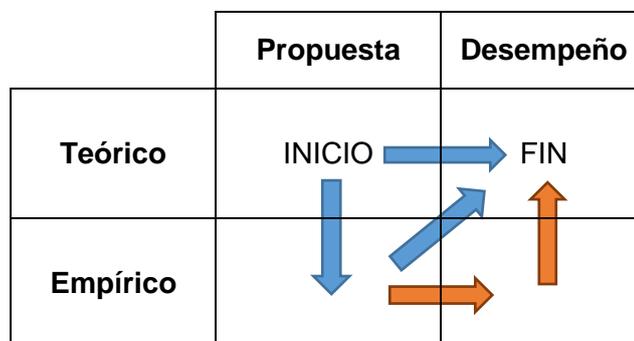


Figura N° 11. Cuadrado de Validación

Fuente: Carolyn Seepersad, "The Validation Square"

Para el proceso de validación de la toma de datos se están estudiando las variables de temperatura y humedad, las cuales son características del confort que se evalúa en la investigación. Si bien la concentración de CO₂ también influye en la calidad interior del aire, no se posee un modelo teórico que permita relacionar dicha variable con las otras, por lo cual no se puede aplicar el proceso que será empleado para la temperatura y humedad.

8.1.1 Propuesta teórica

Dada la necesidad de emplear un modelo matemático que relacione la Temperatura y Humedad, se incluye la variable del “Punto de Rocío”, el cual se define como aquella temperatura a la cual el vapor de agua, presente en una mezcla de gases, se condensa (o solidifica) cuando la mezcla se enfría a presión constante (Martínez, 2008).

Para calcular dicha variable, se emplean una serie de enunciados de ecuaciones propuestas (United Nations Environment Programme, 2014). Inicialmente, la humedad relativa se calcula de la siguiente manera:

$$H (\%) = \frac{P_w}{P_{ws}} * 100 \%$$

Donde:

P_w : Presión del vapor de agua.

P_{ws} : Presión saturada del vapor de agua a cierta temperatura.

Además, la presión saturada se calcula:

$$P_{ws} = A * 10^{\left(\frac{m \cdot T}{T + T_n}\right)} \quad (hPa)$$

Donde:

T : Temperatura del ambiente (°C).

A, m, T_n : Son constantes cuyos valores, cuando la temperatura del ambiente se encuentra entre -20°C y 50°C, son los siguientes:

$$A = 6.116441$$

$$m = 7.591386$$

$$T_n = 240.7263$$

Con ello, se puede despejar:

$$P_w = \frac{P_{ws} * H (\%)}{100}$$

Finalmente, se calcula la temperatura del punto de Rocío de la siguiente forma:

$$T_d = \frac{T_n}{\left[\frac{m}{\text{Log} \left(\frac{P_w}{A} \right)} - 1 \right]}$$

Expresándose en términos de la temperatura y humedad relativa:

$$T_d = \frac{240.7263}{\left[\frac{7.591386}{\frac{7.591386 * T}{T + 240.7263} + \log \left(\frac{H}{100} \right)} - 1 \right]}$$

8.1.2 Propuesta empírica

Respecto a las mediciones realizadas dentro de cada uno de los edificios evaluados, se empleó un equipo capaz de medir la temperatura y humedad al mismo tiempo (Ver figura N° 05). De la misma forma, el equipo posee la función DW (Dew Point), la cual calcula el punto de rocío.

Con ello, se genera una base de datos entre las 3 variables durante distintos periodos del día, dentro de un ambiente de un edificio piloto. Con el objetivo de permitir la visualización de datos en 2 dimensiones y dado que en condiciones del equipo la temperatura se mantiene constante por periodos breves no mayores a 3 minutos, se decide comparar valores de Humedad y Punto de Rocío bajo condiciones de una temperatura constante (Ver tabla N° 107).

Tabla N° 107. Medición de Temperatura, Humedad y Punto de Rocío

Fuente: Elaboración propia

Para T = 26.6 °C		Para T = 25.5 °C		Para T = 25.6 °C	
H (%)	Pto. Rocío (°C)	H (%)	Pto. Rocío (°C)	H (%)	Pto. Rocío (°C)
66.2	19.80	69.9	19.60	67	19.00
66	19.70	70.2	19.70	67.1	19.00
65.3	19.60	69.5	19.60	66.7	19.00
65	19.50	69.4	19.60	66.7	19.00
64.6	19.40	69.7	19.60	67.3	19.10
64.5	19.50	70.4	19.80	66.9	19.00
64.6	19.50	70	19.70	67	19.00
64.4	19.40	69.7	19.60	66.7	19.00
64.3	19.30	69.5	19.60	66.4	18.90
64.1	19.30	69.4	19.60	66.5	18.90
63.7	19.10	68.9	19.40	66.4	18.90
63.6	19.10	68.7	19.40	66.5	18.90

8.1.3 Desempeño empírico

La validez del desempeño empírico implica generar confianza en la utilidad del método (Seepersad, 2000), por lo que se analiza la base de datos obtenida, mediante la comparación entre los datos empíricos (recolectados por el equipo) y los reales (obtenidos de la aplicación de ecuaciones), reconociéndose el porcentaje de error (Ver tablas N° 108, 109 y 110).

Tabla N° 108. Error en mediciones de T = 26.6 °C

Fuente: Elaboración propia

Para T = 26.6 °C				
N°	H (%)	Empírico (°C)	Teórico (°C)	Error
1	66.2	19.80	19.77	0.1%
2	66	19.70	19.72	-0.1%
3	65.3	19.60	19.55	0.2%
4	65	19.50	19.48	0.1%
5	64.6	19.40	19.38	0.1%
6	64.5	19.50	19.35	0.8%
7	64.6	19.50	19.38	0.6%

8	64.4	19.40	19.33	0.4%
9	64.3	19.30	19.30	0.0%
10	64.1	19.30	19.25	0.2%
11	63.7	19.10	19.15	-0.3%
12	63.6	19.10	19.13	-0.2%
Promedio	64.69	19.43	19.40	0.2%

Tabla N° 109. Error en mediciones de T = 25.5 °C

Fuente: Elaboración propia

Para T = 25.5 °C				
N°	H (%)	Empírico (°C)	Teórico (°C)	Error
1	69.9	19.60	19.60	0.0%
2	70.2	19.70	19.67	0.1%
3	69.5	19.60	19.51	0.5%
4	69.4	19.60	19.49	0.6%
5	69.7	19.60	19.56	0.2%
6	70.4	19.80	19.72	0.4%
7	70	19.70	19.62	0.4%
8	69.7	19.60	19.56	0.2%
9	69.5	19.60	19.51	0.5%
10	69.4	19.60	19.49	0.6%
11	68.9	19.40	19.37	0.2%
12	68.7	19.40	19.32	0.4%
Promedio	69.61	19.60	19.53	0.3%

Tabla N° 110. Error en mediciones de T = 25.6 °C

Fuente: Elaboración propia

Para T = 25.6 °C				
N°	H (%)	Empírico (°C)	Teórico (°C)	Error
1	67	19.00	19.02	-0.1%
2	67.1	19.00	19.04	-0.2%
3	66.7	19.00	18.94	0.3%
4	66.7	19.00	18.94	0.3%
5	67.3	19.10	19.09	0.1%
6	66.9	19.00	18.99	0.0%

7	67	19.00	19.02	-0.1%
8	66.7	19.00	18.94	0.3%
9	66.4	18.90	18.87	0.1%
10	66.5	18.90	18.90	0.0%
11	66.4	18.90	18.87	0.1%
12	66.5	18.90	18.90	0.0%
Promedio	66.77	18.98	18.96	0.1%

Con dicha información, se procede a elaborar los respectivos gráficos de dispersión (Ver figura N° 12, 13 y 14).

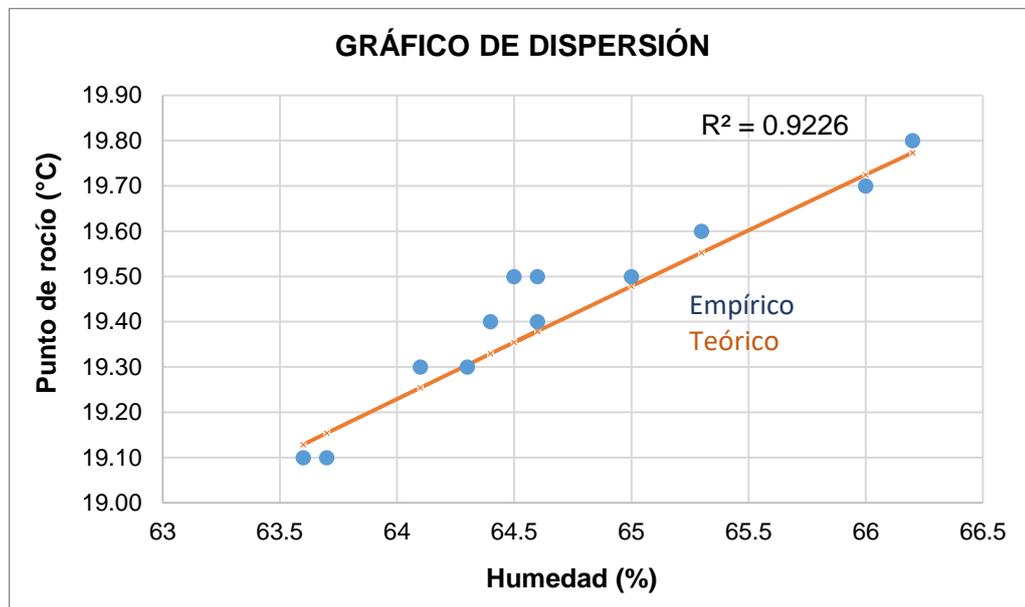


Figura N° 12. Gráfica de Dispersión en T = 26.6 °C

Fuente: Elaboración propia

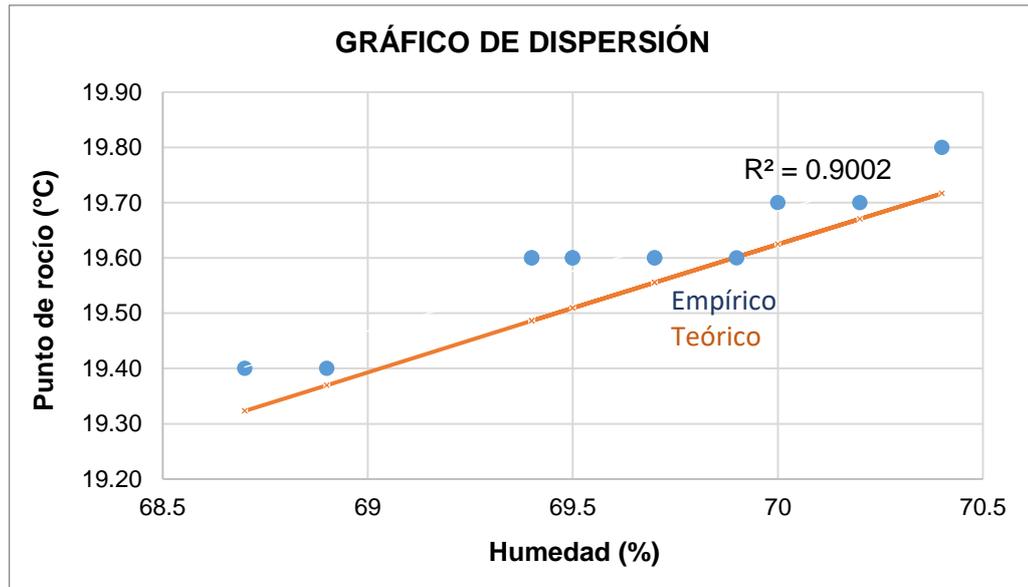


Figura N° 13. Gráfica de Dispersión en T = 25.5 °C

Fuente: Elaboración propia

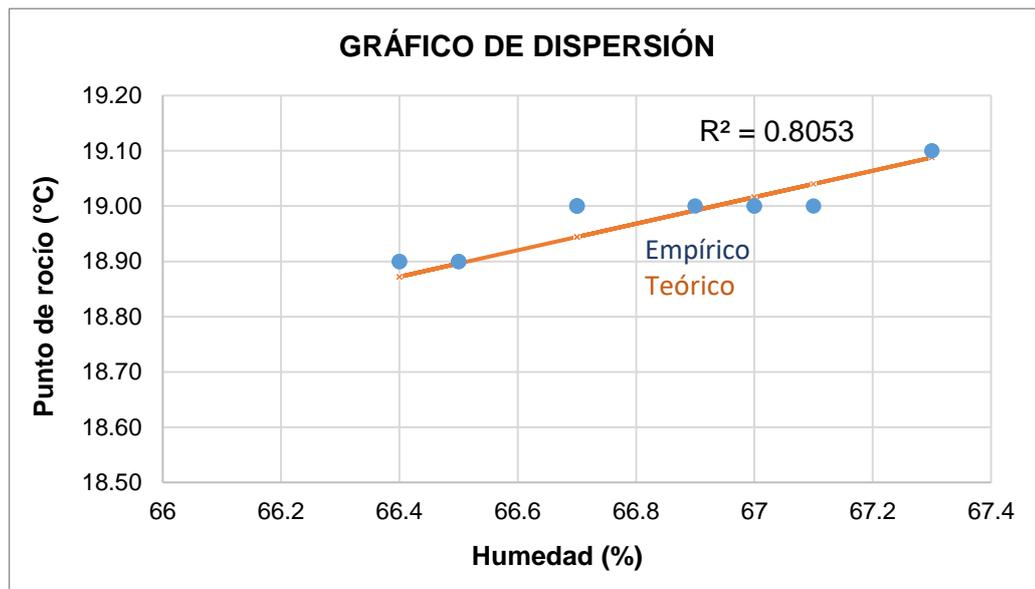


Figura N° 14. Gráfica de Dispersión en T = 25.6 °C

Fuente: Elaboración propia

Considerando la información presentada, dado los bajos porcentajes de error entre los valores reales y empíricos, así como el alto valor del coeficiente de correlación, se afirma la validez del modelo empleado.

8.1.4 Desempeño teórico

Esta última etapa consiste en emplear el juicio tras la aplicación realizada e indicar las condiciones que debe tener el diseño para ser empleable (Seepersad). Se proponen las siguientes condiciones:

- Las ecuaciones son aplicables para un rango de temperaturas entre -20°C y 50°C . Dentro de la ciudad de Lima, no existen registros de haber excedido dicho intervalo.
- Con los resultados obtenidos, se concluye la adecuada calibración del equipo. Sin embargo. Su certificado de calibración posee una validez de 5 años, luego de dicho periodo se debe dar mantenimiento.
- Las mediciones se realizaron en el periodo de verano, por lo cual en otras temporadas se tendrán menores temperaturas y se deberá estudiar el desempeño para dicho caso.

8.2 REGIÓN DE CONFORT

Para una humedad relativa menor al 50% se obtiene el confort cuando se cumplen las siguientes condiciones (Wieser, 2006):

$$20 \% \leq \text{Humedad} \leq 50 \% \text{ y } \begin{cases} \text{Para verano: } 20.74^{\circ}\text{C} \leq \text{Temperatura} \leq 24.76^{\circ}\text{C} \\ \text{Para invierno: } 18.30^{\circ}\text{C} \leq \text{Temperatura} \leq 21.66^{\circ}\text{C} \end{cases}$$

En caso de valores de humedad relativa mayores, se emplea la ecuación de Temperatura Efectiva (González, 1998):

$$TE = T - 0.4 * (T - 10) * \left(1 - \frac{H}{100}\right)$$

Para el caso de los valores extremos, se obtienen los valores de TE (Ver tabla N° 111) y con ello se calcula la región de confort, ya que, trabajando con valores constantes de TE, se puede generar una relación entre la temperatura y la humedad, como se muestra a continuación:

$$T = \frac{TE - 4 * \left(1 - \frac{H}{100}\right)}{0.6 + 0.004 * H}$$

Tabla N° 111. Valores de Temperatura Efectiva

Fuente: Elaboración propia

Época	Valor	T (°C)	TE (°C)
Verano	Límite superior	24.76	21.81
	Límite inferior	20.74	18.59
Invierno	Límite superior	21.66	19.33
	Límite inferior	18.3	16.64

Previamente, se limita la presión de vapor de 15 mmHg, ya que por encima de ella se identifica una “Sensación de Depresión”. Para calcular el límite de la zona de depresión, se emplean las ecuaciones antes presentadas:

$$P_{ws} = A * 10^{\left(\frac{m.T}{T+T_n}\right)} \quad (hPa)$$

$$P_w = \frac{P_{ws} * H}{100}$$

Donde se obtiene la relación para el cálculo de la presión de vapor presente:

$$P_w = \frac{6.1164 * 10^{\left(\frac{7.5914 * T}{T + 240.726}\right)} * H}{100} \quad (hPa)$$

Para convertir las unidades de hPa a mmHg se emplea el factor 0.75, por lo que la relación será:

$$P_w = 0.04587 * 10^{\left(\frac{7.5914 * T}{T + 240.726}\right)} * H \quad (mmHg)$$

Siendo el límite de 15 mmHg, la ecuación para dicho valor será:

$$15 = 0.04587 * 10^{\left(\frac{7.5914 * T}{T + 240.726}\right)} * H$$

$$10^{\left(\frac{7.5914 * T}{T + 240.726}\right)} * H = 327.011$$

Considerando lo antes mencionado, se grafican las regiones de confort para verano (Ver figura N° 15) e invierno (Ver figura N° 16).

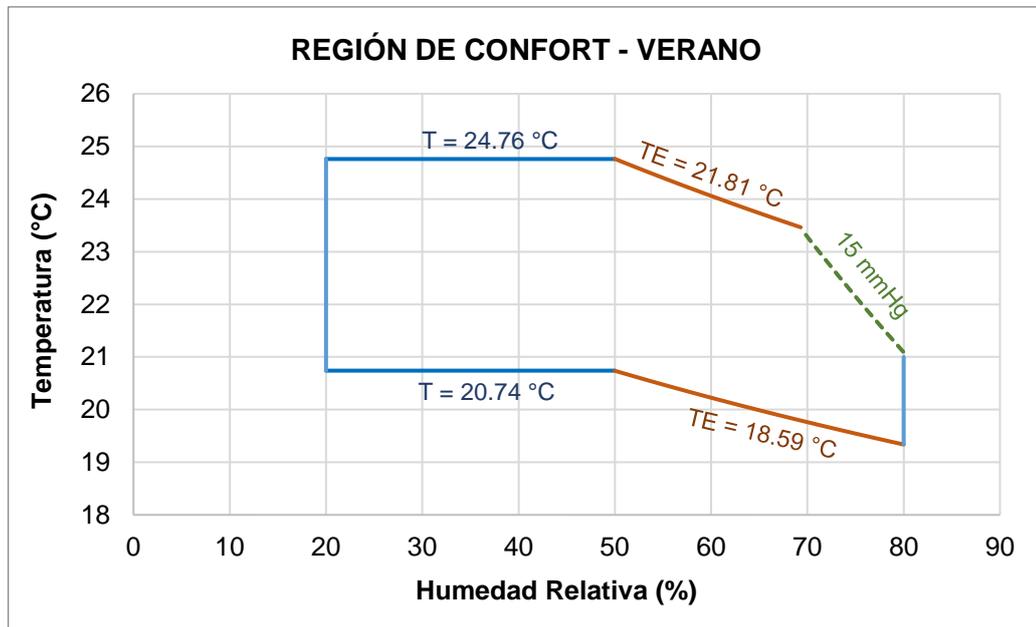


Figura N° 15. Región de confort en Lima para el verano
 Fuente: Elaboración propia

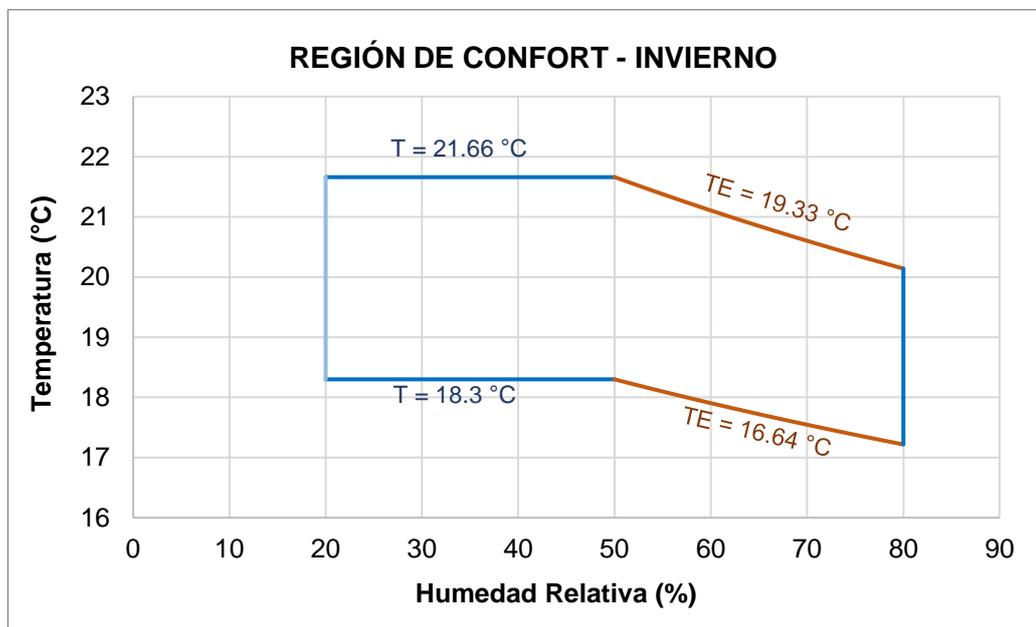


Figura N° 16. Región de confort en Lima para el invierno
 Fuente: Elaboración propia

En cuanto al CO₂, tal como se indica en el capítulo V, las referencias analizadas permiten establecer intervalos entre los cuales deben encontrarse los valores de

concentraciones. Si bien ninguna lectura debe superar los 1,000 ppm para evitar problemas de salud, se indica que las personas con un mayor nivel de sensibilidad empiezan a presentar incomodidad ante valores mayores de 600 ppm. Por otro lado, el resto de personas no presenta ningún tipo de incomodidad ante valores menores a los 800 ppm. Con dicha información, se generan las curvas que permiten identificar la situación de las concentraciones de CO₂ en los ambientes evaluados (Ver figura N° 17).

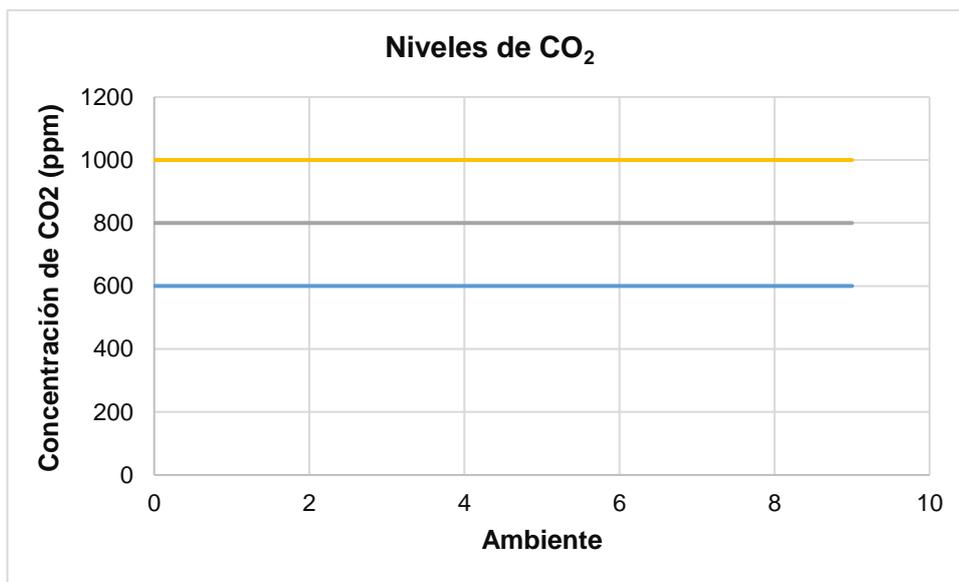


Figura N° 17. Región permisible de CO₂

Fuente: Elaboración propia

8.3 ANÁLISIS DE DATOS

Respecto a los 20 edificios que han sido evaluados, se analiza si los datos recolectados (Ver Anexo 01) de temperatura, humedad y CO₂ se encuentran dentro o fuera de la región de confort en temporada de verano y la permisible de concentraciones (Ver Anexo 09). Con ello, se genera un cuadro de resumen de los resultados (Ver tabla N° 112).

Tabla N° 112. Cumplimiento de zona de confort

Fuente: Elaboración propia

Edificio	# Puntos evaluados	# Puntos que cumplen	% Cumplimiento
1	5	1	20%
2	5	2	40%

3	5	0	0%
4	6	6	100%
5	4	3	75%
6	3	3	100%
7	6	6	100%
8	7	1	14%
9	4	0	0%
10	3	1	33%
11	2	2	100%
12	5	4	80%
13	4	4	100%
14	9	9	100%
15	4	4	100%
16	2	2	100%
17	1	0	0%
18	5	4	80%
19	4	0	0%
20	5	5	100%
Promedio	89	57	64.04 %

Respecto a la muestra, los rangos permisibles de la calidad del aire interior (Temperatura, Humedad y CO₂) se cumplen en promedio un 64.04 %. De la misma forma, solo el 45 % de los edificios (9 de 20) cumple con dichos estándares en todos sus ambientes (al 100 % dentro de la tabla N° 112), reconociéndose un 55 % de edificios con condiciones fuera de los requerimientos básicos de calidad del aire interior. Se realiza un análisis similar considerando el distrito al cual pertenecen los edificios evaluados, generándose una tabla de cumplimiento (Ver tabla N° 113).

Tabla N° 113. Cumplimiento por distrito

Fuente: Elaboración propia

Distrito	# Puntos evaluados	# Puntos que cumplen	% Cumplimiento
Ate Vitarte	8	8	100.0%
Carabayllo	6	6	100.0%
Independencia	6	6	100.0%
Jesús María	4	4	100.0%
Los Olivos	4	4	100.0%
Puente Piedra	2	2	100.0%
San Juan de Lurigancho	9	9	100.0%
Callao	5	4	80.0%
San Miguel	5	4	80.0%
San Martín de Porres	11	7	63.6%
El Agustino	3	1	33.3%
Comas	5	1	20.0%
Cercado de Lima	8	1	12.5%
Rímac	5	0	0.0%
Santiago de Surco	4	0	0.0%
Surquillo	4	0	0.0%

8.4 DENSIDAD POBLACIONAL EN VIVIENDAS

A continuación, se presenta la densidad poblacional en cada uno de los edificios evaluados (Ver tabla N° 114).

Tabla N° 114. Densidad poblacional en edificios

Fuente: Elaboración propia

Número de edificio	Área construida (m²)	Cantidad de residentes	Densidad poblacional (# personas / m²)
1	231.0	5	0.022
2	417.6	55	0.132
3	488.5	47	0.096

4	640.0	22	0.034
5	282.0	13	0.046
6	318.7	9	0.028
7	360.0	6	0.017
8	1,054.3	31	0.029
9	3,657.3	70	0.019
10	173.0	8	0.046
11	375.1	9	0.024
12	485.5	12	0.025
13	5,634.5	360	0.064
14	203.8	8	0.039
15	510.0	7	0.014
16	444.0	13	0.029
17	908.8	13	0.014
18	7,744.1	220	0.028
19	824.3	65	0.079
20	371.0	8	0.022
PROMEDIO			0.040

9. CONCLUSIONES

- Debido al reducido tamaño de muestra empleado, la investigación fue planteada para poseer un carácter netamente Exploratorio. Por ello, las conclusiones dadas del levantamiento de información y análisis de resultados, tienen carácter solamente de “Sugerencias de afirmaciones”.
- Respecto a la escala de puntajes totales aplicando la certificación GREEN UNI y considerando la muestra evaluada, se concluye que el 95 % de los edificios de vivienda en la ciudad de Lima (la mayor parte multifamiliares) obtienen la escala de “Desaprobado”. El porcentaje promedio de cumplimiento de los puntajes es de 47.09 %, demostrando un bajo nivel de sostenibilidad y validando la primera parte de la hipótesis planteada.
- Realizando la comparativa a nivel distrital, San Miguel es donde mayor ha sido el nivel de sostenibilidad obtenido, mientras que Surquillo se encuentran los niveles más bajos. Las principales deficiencias reconocidas están relacionadas a los niveles de eficiencia y confort de los edificios.
- Luego de aplicar la certificación GREEN UNI en las mediciones realizadas de los edificios evaluados, se encuentra que el indicador “Calidad de espacios” es el segundo donde se ha incumplido en mayor cantidad los requisitos. Así, dentro de la muestra analizada, se obtiene que los edificios inmobiliarios en Lima poseen solamente 0.8 m²/persona, lo cual es la décima parte del estándar establecido por la Organización Mundial de la Salud. Con ello se concluye que no se posee la suficiente cantidad de áreas verdes requeridas por cada persona que reside en un edificio en Lima.
- De forma similar, el indicador “Fomento del empleo de bicicletas” es segundo donde se ha cumplido en menor cantidad los requisitos que posee, generándose puntajes nulos en su gran mayoría. Con ello se concluye que, considerando la muestra estudiada, se limita el transporte sostenible mediante bicicletas debido a que en los edificios inmobiliarios de Lima no existe el equipamiento adecuado para el guardado seguro de los mismos.
- Cabe resaltar al indicador “Consumo hídrico”, el cual ha sido el tercero donde en menor cantidad se cumplieron los estándares propuestos y donde se obtuvo que el 90% de edificios obtiene puntajes nulos. De esta forma, se concluye que en la ciudad de Lima se emplea una mayor cantidad de agua que la realmente necesaria, el cual en su forma potable es un recurso limitado en el planeta.

- Respecto a la calidad interior del aire, que comprende a las condiciones de temperatura, humedad y niveles de CO₂, solamente el 64.04% de los edificios cumplen con los rangos permisibles. De la misma forma, solamente el 45% los cumplen en todos sus ambientes.
- En cuanto a los ejes de la sostenibilidad que abarcan cada uno de los indicadores de la certificación GREEN UNI, existe una incidencia balanceada de los mismos (32.1% en el eje ambiental, 34.6% en el social y 33.3 % en el económico), por lo que, al resultar aprobado un edificio, este sí reflejaría la característica de ser sostenible.
- Se reconoce una limitación del alcance abarcado por el modelo de certificación, en cuanto al análisis de sus propios indicadores y de aquellas características que no han sido evaluadas. Por ejemplo, dentro de la evaluación de la calidad del agua, existen muchos otros parámetros que no son analizados debido a la gran cantidad de equipos de medición que serían necesarios. Asimismo, no se evalúan aspectos completos referidos a la adherencia urbana del edificio.

10. RECOMENDACIONES

- Dado que la investigación posee solo un carácter “Exploratorio” por la reducida muestra evaluada, se recomienda incrementar la muestra de edificios a una cantidad aceptable, con el fin de poder validar las sugerencias de afirmaciones planteadas dentro de las conclusiones.
- La presente investigación se enfoca en la etapa de “Ocupación” dentro del Análisis del Ciclo de Vida de un edificio. Por ello, se recomienda que se realicen estudios similares en el resto de etapas, como son el diseño y la construcción.
- Como estudio inicial, se ha analizado únicamente edificios en la ciudad de Lima, por lo que se recomienda expandir el análisis alrededor del resto del país, adaptando los indicadores de la forma necesaria.
- Con fines de reducir el alcance de la investigación, existen una serie de parámetros que no han sido analizados. Así, deberán ser evaluados en futuros trabajos (Por ejemplo, Tratamiento de residuos, delincuencia, materiales empleados en la construcción, entre otros).
- Durante el análisis de la factibilidad de un proyecto, así como es evaluada la seguridad sísmica, se debe evaluar también las características sostenibles, ya que es un aspecto importante tras los problemas que aquejan al planeta.
- El análisis de sostenibilidad no solamente se realiza en edificios inmobiliarios, también pueden analizarse otro tipo de estructuras, como edificios de oficinas, colegios, carreteras, entre otros. Por ello, se recomienda que en futuras investigaciones se adapten o creen modelos de certificaciones para ello.
- Existen indicadores donde se ha obtenido que toda la muestra obtiene los más altos puntajes. Por ejemplo, ello ocurrió con el indicador “Nivel de vulnerabilidad del edificio”, ya que, por seguridad en la toma de datos, se decidió que los edificios seleccionados se encuentren en zonas seguras. Sin embargo, es una realidad en la ciudad de Lima que existen edificios expuestos a peligros naturales, por lo que se identifica la necesidad de masificar la muestra.
- Respecto a la evaluación de la sostenibilidad, solamente se ha estudiado a profundidad los indicadores relacionados con la temperatura, humedad y concentraciones de CO₂, siendo el resto de indicadores solamente una propuesta a incluirse en el modelo de certificación. Por ello, se debe seguir estudiando a profundidad la situación del resto de variables, así como el encontrar los planes de acción requeridos para cada uno de ellos, con sustento mediante modelamientos. Por ejemplo, en cuanto al análisis de la calidad del

agua, se requieren evaluar otros parámetros adicionales, para lo cual se necesitaría una mayor variedad de equipos de medición.

- Respecto a los edificios que se encuentran en la etapa de Ocupación de su ciclo de vida, los cuales han sido la materia de estudio en la presente investigación, se recomienda generar propuestas de políticas de estado que incentiven a mejorar los indicadores con mayores deficiencias reconocidos. Generar propuestas a mediano y largo plazo con objetivos concretos, de carácter cuantitativo para medir las mejoras reales respecto a las previstas (Ej. Bonos por disminución del consumo hídrico y/o energético)
- Asimismo, empleando el análisis comparativo distrital, se recomienda generar propuestas a nivel municipal en cuanto a los indicadores con mayores deficiencias que cada uno posee (Ej. Capacitaciones o charlas sobre sostenibilidad y opciones de mejora).
- Finalmente, tras ser aplicado el modelo de certificación en un edificio específico, se deben realizar propuestas de mejora en colaboración con los propietarios del mismo con el objetivo de lograr la aprobación como edificio sostenible y que ello se mantenga en el tiempo. Tras la aplicación de mejoras que permitan obtener el rango de Aprobado o superior en un edificio, se deben documentar los costos operativos para su implementación, así como los costos previos a ello. Adicionalmente, generar un seguimiento en los años siguientes.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, "Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality", ASHRAE STANDARD, Atlanta, EEUU, 2010.
- [2] Alarcón A. Rayen A., "Sostenibilidad Social como resultado de Intervenciones Participativas: El caso del barrio San Francisco de la comuna de El Bosque en el marco del programa Quiero Mi Barrio", Memoria para optar el título de Maestría en Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile, 2015.
- [3] Andrade C. Hernán J., Arteaga C. Cristhian C. & Segura M. Milena A., "Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia)", Artículo de investigación científica y tecnológica, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Ibagué, Colombia, 2016.
- [4] Artaraz Miren, "Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible", Asociación Española de Ecología Terrestre, Ecosistema Revista de Ecología y Medio Ambiente, España, 2002.
- [5] Asociación UNACEM, "¿Cómo vamos en ambiente? Quinto informe de resultados sobre calidad de vida", editorial de la Asociación UNACEM, Lima, Perú, 2014.
- [6] Asociación UNACEM, "Encuesta ¿Lima Cómo Vamos? VII Informe de percepción sobre calidad de vida", editorial de la Asociación UNACEM, Lima, Perú, 2017.
- [7] Autoridad Nacional del Agua – ANA, "Plan Nacional de Recursos Hídricos – Memoria Final", Lima, Perú, 2010.
- [8] BREEAM® ES, "BREEAM® ES: El certificado de la construcción sostenible", Obtenido de <http://www.breeam.es/conocenos/breeam-internacional>, España, 2018.
- [9] Carrasco Baca Sofía Amparo, "Balance de energía nacional 2014", OSINERGMIN, Gerencia de Operaciones, Lima, Perú, 2014.
- [10] CNN Economía, "El desempleo en Lima es el más alto de los últimos seis años", obtenido de <https://cnnespanol.cnn.com/2018/04/18/desempleo-lima-peru-2018-inei/>, Perú, 18 de abril del 2018.
- [11] CPI: Compañía peruana de estudios de mercados y opinión pública SAC, "Perú: Población 2017", Lima, 2017.

- [12] Diario Gestión, “INEI: Lima tendría 9 millones 111 mil habitantes”, Lima, Perú, 17 de enero del 2017.
- [13] Energy Management Agency, “Guía del estándar Passivhaus: Edificios de consumo energético casi nulo”, Madrid, España, 2011.
- [14] Flores De los Santos Roberto Ángel, “Diagnóstico preliminar de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones en Lima”, Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, 2002.
- [15] García Sanz María Peñahora, “Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para su evaluación y acondicionamiento”, Centro Nacional de Nuevas Tecnologías, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España, 2012.
- [16] Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, “Manual de Diseño Urbano para el Transporte Urbano”, Centro de Urbanismo Ciudadano, Santiago, Chile, 2009.
- [17] González G. Olga C., "Metodología para el cálculo del confort climático en Colombia", Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Santa Fe de Bogotá, Colombia, 1998.
- [18] González Velandia Oswaldo Javier, “Homeostasis y enfermedad, una estrategia de aula para promover el autocuidado”, Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2015.
- [19] Gül Koçlar Oral, Alpin Köknel Yener, Nurgün Tamer Bayazit, “Building envelope design with the objective to ensure thermal, visual and acoustic comfort conditions”, Faculty of Architecture, Istanbul Technical University, Taskisla, Taskim, Trukey, 2003.
- [20] Guy Howard, “Domestic Water Quantity, Service Level and Health”, Water and Engineering and Development Centre, Loughborough University, UK, 2003.
- [21] Haute Qualité Environnementale, “beHQE”, Obtenido de www.behqe.com/, Francia, 2016.
- [22] Hernández Sampieri Roberto, Fernández Collado Carlos & Baptista Lucio Pilar, "Metodología de la Investigación", editorial Mc Graw Hill Education, 6ta edición, Ciudad de México, México, 2014.
- [23] Herrera V. Anacleto, "Calidad de Iluminación en ambientes de trabajo de la Dirección General de Salud Ambiental", Tesis para optar el grado académico de

Magister en Salud Ocupacional y Ambiental, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, 2007.

[24] Institute for Transportation and Development Policy, "TOD Standard v 2.1", New York, EEUU, 2015.

[25] Instituto Nacional de Estadística e Informática, "Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales 2015", Lima, Perú, 2015.

[26] Instituto Nacional de Estadística e Informática, "Residuos sólidos per cápita en la provincia de Lima, según distrito, 2014-2016", obtenido de: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/c-residuos-10291/>, Lima, Perú, 2017.

[27] Instituto Tecnológico de Galicia, "Manual BREEAM ES VIVIENDA 2011", BREEAM, España, 2011.

[28] Jéquier E., Constant F., "Water as an essential nutrient: The physiological basis of hydration", Department of Physiology, University of Lausanne, Pully, Switzerland and Nestlé Waters, Paris, France, 2010.

[29] Larios M. Fernando, Gonzáles T. Carlos, Morales O. Yennyfer, "Las Aguas Residuales y sus Consecuencias en el Perú", Universidad San Ignacio de Loyola, Revista: Saber y Hacer, Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL, Vol. 2, N° 2, Segundo semestre, pp. 09-25, Lima, Perú, 2015.

[30] Life Cycle Assessment for Energy Efficiency in Buildings, Proyecto EnerBuiLCA, "Manual explicativo del Análisis de Ciclo de Vida aplicado al sector de la edificación", Programa de Cooperación Territorial SUDOE Interreg IV B, 2012.

[31] Martín B. David, "Comparación de tiempos de trayectos metro - a pie - bici en la zona urbana de Barcelona", Tesina, Barcelona, España, 2007.

[32] Martínez L. Enrique, Lira C. Leonel, "Cálculo de la Temperatura de Punto de Rocío a Diferentes Valores de Presión", Centro Nacional de Metrología, Querétaro, México, 2008.

[33] Minárová Mária, "Simulation of Indoor Humidity", Department of Mathematic and Constructive Geometry, Faculty of Civil Engineering, Slovak University of Technology Bratislava, Bratislava, Slovak Republic, 2013.

[34] Ministerio de agricultura y riego, "Perú: Ministerio de agricultura y riego", obtenido de <http://www.minagri.gob.pe/portal/53-sector-agrario/el-clima>, Lima, Perú, 2015.

- [35] Ministerio de Salud, "Resolución 8321 de 1983 por la cual se dictan normas sobre Protección y Conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos", Bogotá, Colombia, 1983.
- [36] Ministerio de Salud, "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano", DS N° 031-2010-SA, Dirección General de Salud Ambiental, Lima, Perú, 2011.
- [37] Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, "Les odeurs: Un facteur de qualité et confort à l'interieur des bâtiments", Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España, 1999.
- [38] Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, "NTP 549: El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior", Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, España, 2000.
- [39] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, "Norma EM.010 Instalaciones Eléctricas Interiores", Reglamento Nacional de Edificaciones, El Peruano, Lima, Perú, 2006.
- [40] Morales Vallejo Pedro, "Construcción de escalas de actitudes tipo Likert: Una guía práctica", editorial La Muralla, Madrid, España, 2003.
- [41] Movimiento Político MIRA, "Contaminación Ambiental en Colombia I: Problemas Ambientales, Globales y Nacionales", Colombia, 2010.
- [42] Municipalidad Metropolitana de Lima, "Manual de autoconstrucción y mejoramiento de vivienda", editado por la Municipalidad Metropolitana de Lima, gerencia de desarrollo urbano, subgerencia de adjudicación y saneamiento de tierras, Lima, Perú, 2012.
- [43] Municipalidad Metropolitana de Lima, "Memoria de análisis y diagnóstico", Tomo N° 01, Plan metropolitano de desarrollo urbano Lima y Callao 2035, Lima, Perú, 2014.
- [44] Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA, "La contaminación sonora en Lima y Callao", 1ra edición, Lima, Perú, 2016.
- [45] Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, "Operación del Sector Eléctrico: Reporte Estadístico con Información de noviembre 2012", Lima, Perú, 2013.
- [46] Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, "Educación para el Desarrollo Sostenible – Libro de consulta", Sector Educación de la UNESCO, París, Francia, 2012.

- [47] Ponsoni Karina, Golçalves R. Maria S., "Indoor Air Quality Related to Occupancy at an Air-conditioned Public Building", Brazilian Archives of Biology and Technology: An International Journal, Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, Sao Paulo, Brasil, 2010.
- [48] Presidencia del Consejo de Ministros, "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido", Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, Lima, Perú, 2003.
- [49] Rendón G. Rosa E., "Espacios Verdes Públicos y Calidad de Vida", Centro Universitario de Arquitectura, Arte y Diseño, Universidad de Guadalajara, México, 2010.
- [50] Rodríguez Becerra Manuel, Mance Henry, "Cambio climático: Lo que está en juego", Foro Nacional Ambiental, Primera Edición, Bogotá, Colombia, 2009.
- [51] RPP Noticias, "Averigua qué electrodoméstico consume más electricidad en tu casa", obtenido de: <https://rpp.pe/economia/economia/averigua-que-electrodomestico-consume-mas-electricidad-en-tu-casa-noticia-1083947>, Lima, Perú, 2017.
- [52] Salazar F. José, Roa Fernando, "Bogotá: Ciudad Densa y Compacta", Cámara de Comercio de Bogotá, Bogotá, Colombia, 2008.
- [53] Secretaría del Trabajo y Prevención Social, "Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo", Primera Sección, México, 2008.
- [54] Seepersad Carolyn C., Pedersen Kjartan, Emblemavag Jan, Bailey Reid, Allen Janet K., Mistree Farrokh, "The validation square: How does one verify and validate a design method?", The Systems Realization Laboratory, The G.W. Woodruff School of Mechanical Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, EEUU, 2000.
- [55] Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología en el Perú, "Datos históricos", obtenido de: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=data-historica>, Lima, Perú, 2016.
- [56] Susunaga M. Jorge M., "Construcción Sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario", Trabajo de grado para obtener el título de Especialista en Gerencia de Obras, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia, 2014.
- [57] Tam W. Eduardo W. , "Plan Maestro de Ciclovías para el Área Metropolitana de Lima y Callao", Tesis para optar el título de ingeniero civil, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú, 2004.

- [58] The World Bank, "What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management", Urban Development Series Knowledge Papers, Washington, EEUU, 2012.
- [59] TSI Incorporated, "Indoor Air Quality Handbook: A practical guide to indoor air quality investigations", EEUU, 2013.
- [60] Universidad Nacional de Ingeniería, "Vicerrectorado de Investigación: Misión y Visión", obtenido de <http://vri.uni.edu.pe/index.php/nosotros/>, Lima, Perú, 2018.
- [61] United Nations Environment Programme, "Situación de la Edificación Sostenible en América Latina", Sustainable Buildings and Climate Initiative, México, 2014.
- [62] U.S. Environmental Protection Agency, "Moisture Control Guidance for Building Design, Construction and Maintenance", EPA 402-F-13053, United States, 2013.
- [63] U.S. Green Building Council, "LEED AP Building Design and Construction Study Guide", Washington DC, EEUU, 2009.
- [64] U.S. Green Building Council, "LEED AP Operations + Maintenance Study Guide", Washington DC, EEUU, 2009.
- [65] U.S. Green Building Council, "LEED USGBC", obtenido de: <https://new.usgbc.org/leed>, EEUU, 2018.
- [66] VAISALA, "How to measure carbón dioxide", Finland, 2018.
- [67] VAISALA, "Humidity Conversion Formulas: Calculation formulas for Humidity", obtenido de <https://www.vaisala.com/es/media/22606>, Finland, 2013.
- [68] Wieser Rey Martín, "W", Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya, Escola Tècnica Superior D'Arquitectura de Barcelona, Departament de Construccions Arquitectòniques I, Barcelona, España, 2006.

ANEXO 01: BASE DE DATOS EN EDIFICIOS EVALUADOS

BASE DE DATOS EN EL EDIFICIO N° 01

1. CATEGORÍA 1

1.1. Nivel de vulnerabilidad y ubicación del edificio

El edificio se encuentra situado en una zona que anteriormente era una pampa, no ha sido previamente urbanizada. Sin embargo, su ubicación representa una zona segura ante peligros naturales como huaycos e inundaciones.

1.2. Aprovechamiento del terreno

Área construida (m ²)	Área alterada (m ²)	I_{at}
231.0	141.6	1.63

1.3. Cercanía a servicios básicos

Servicios básicos identificados		
Peso	Cantidad	Subtotal
5	43	215
4	10	40
3	16	48
2	26	52
1	6	6
I_{csb}		361

1.4. Cercanía a servicios de transporte público

Tipo de vehículo	Paradero		Parcial
	1	2	
Tren eléctrico	0	0	0
Bus del metropolitano	0	0	0
Alimentador de metropolitano	0	3	140
Bus de corredor	1	3	
Bus grande	9	12	
Bus mediano	1	22	69
Combi	16	13	39
I_{cstp}			248

1.5. Fomento del empleo de bicicletas

$$I_{feb} (\%) = \frac{0}{5} * 100\% = 0 \%$$

1.6. Puestos de trabajo generados

$$I_{ptg} = \frac{0 * 100 \%}{5} = 0 \%$$

2. CATEGORÍA 2

2.1. Consumo energético

$$I_{ce} (\%) = \frac{250 \text{ KW/mes} - 176 \text{ KW/mes}}{250 \text{ KW/mes}} * 100 \% = 29.6 \%$$

2.2. Zona para el secado de ropa manualmente

$$I_{zsr} (m) = \frac{10 \text{ metros}}{5 \text{ personas}} = 2 \text{ m/persona}$$

2.3. Consumo hídrico

$$I_{ch}(\%) = \frac{12.75 - 19}{12.75} * 100 \% = - 49.02 \%$$

3. CATEGORÍA 3

Ambiente	Área (m ²)	H (%)	T (°C)	db	Lux	Valor.	CO ₂
Sala	33.5	70.9	20.5	54.1	119	7	440
Cocina	8.0	69.0	19.8	49.4	67	6	703
Dormitorio N° 01	20.0	71.5	19.5	38.3	65	7	607
Dormitorio N° 02	17.5	70.2	19.4	39.5	102	7	554
Dormitorio N° 03	13.5	68.5	19.4	38.9	85	7	534

$$I_{cfh}(\%) = \frac{57.0 \text{ m}^2}{138.8 \text{ m}^2} * 100\% = 41.1 \%$$

$$I_{ct}(\%) = \frac{0 \text{ m}^2}{92.5 \text{ m}^2} * 100\% = 0 \%$$

$$I_{ca}(\%) = \frac{122.0 \text{ m}^2}{138.8 \text{ m}^2} * 100\% = 87.9 \%$$

$$I_{cv}(\%) = \frac{84.5 \text{ m}^2}{92.5 \text{ m}^2} * 100\% = 91.4 \%$$

$$I_{co} = 6.91$$

4. CATEGORÍA 4

4.1. Concentración de CO₂

$$I_{cai}(\%) = \frac{124.75 \text{ m}^2}{138.75 \text{ m}^2} * 100\% = 89.9 \%$$

4.2. Calidad de espacios

$$I_{cae} = 0.27 \text{ m}^2/\text{persona}$$

4.3. Calidad del agua

Fuente de agua	pH	TDS (ppm)	CA (µS)	Cumple todo
Cocina	7.57	510	254	Sí
Baño	7.73	516	258	Sí

$$I_{cag}(\%) = 100 \%$$

BASE DE DATOS EN EL EDIFICIO N° 02

1. CATEGORÍA 1

1.1. Nivel de vulnerabilidad y ubicación del edificio

El edificio se encuentra situado en una zona residencial, anteriormente era una vivienda unifamiliar. Asimismo, su ubicación representa una zona segura ante peligros naturales como huaycos e inundaciones.

1.2. Aprovechamiento del terreno

Área construida (m ²)	Área alterada (m ²)	<i>I_{at}</i>
417.6	156.8	2.66

1.3. Cercanía a servicios básicos

Servicios básicos identificados		
Peso	Cantidad	Subtotal
5	6	30
4	7	28

3	15	45
2	30	60
1	8	8
I_{csb}		171

1.4. Cercanía a servicios de transporte público

Tipo de vehículo	Paradero		Parcial
	1	2	
Tren eléctrico	0	0	0
Bus del metropolitano	0	0	0
Alimentador de metropolitano	0	0	0
Bus de corredor	0	0	
Bus grande	0	0	
Bus mediano	5	5	30
Combi	12	20	32
I_{cstp}			62

1.5. Fomento del empleo de bicicletas

$$I_{feb} (\%) = \frac{0}{5} * 100\% = 0 \%$$

1.6. Puestos de trabajo generados

$$I_{ptg} = \frac{0 * 100 \%}{5} = 0 \%$$

2. CATEGORÍA 2

2.1. Consumo energético

$$I_{ce} (\%) = \frac{300 \text{ KW/mes} - 301 \text{ KW/mes}}{300 \text{ KW/mes}} * 100 \% = 0 \%$$

2.2. Zona para el secado de ropa manualmente

$$I_{zsr} (m) = \frac{3.5 \text{ metros}}{5 \text{ personas}} = 0.7 \text{ m/persona}$$

2.3. Consumo hídrico

$$I_{ch}(\%) = \frac{12.75 \text{ m}^3 - 32.01\text{m}^3}{12.75 \text{ m}^3} * 100 \% = - 151.06 \%$$

3. CATEGORÍA 3

Ambiente	Área (m ²)	H (%)	T (°C)	db	Lux	Valor.	CO ₂
Sala	27.95	75.2	19.8	50.1	87	6	519
Cocina	9.60	73.1	20.5	35.6	61	6	570
Dormitorio N° 01	12.09	78.4	18.4	40.2	50	6	473
Dormitorio N° 02	14.40	79.1	18.7	41.5	77	6	423
Dormitorio N° 03	14.40	76.7	19.5	39.8	61	6	492

$$I_{cfh}(\%) = \frac{39.22 \text{ m}^2}{117.66 \text{ m}^2} * 100\% = 33.3 \%$$

$$I_{ct}(\%) = \frac{0 \text{ m}^2}{78.44 \text{ m}^2} * 100\% = 0 \%$$

$$I_{ca}(\%) = \frac{103.7 \text{ m}^2}{117.7 \text{ m}^2} * 100\% = 88.1 \%$$

$$I_{cv}(\%) = \frac{40.89 \text{ m}^2}{78.44 \text{ m}^2} = 52.1 \%$$

$$I_{co} = 6.0$$

4. CATEGORÍA 4

4.1. Concentración de CO₂

$$I_{cai}(\%) = \frac{117.66 \text{ m}^2}{117.66 \text{ m}^2} * 100\% = 100 \%$$

4.2. Calidad de espacios

$$I_{cae} = 0 \text{ m}^2/\text{persona}$$

4.3. Calidad del agua

Fuente de agua	pH	TDS (ppm)	CA (µS)	Cumple todo
Cocina	7.6	516	258	Sí
Baño	7.8	454	227	Sí

$$I_{cag}(\%) = 100 \%$$

BASE DE DATOS EN EL EDIFICIO N° 03

1. CATEGORÍA 1

1.1. Nivel de vulnerabilidad y ubicación del edificio

El edificio se encuentra situado en una zona residencial, anteriormente era una vivienda unifamiliar. Asimismo, su ubicación representa una zona segura ante peligros naturales como huaycos e inundaciones.

1.2. Aprovechamiento del terreno

Área construida (m ²)	Área alterada (m ²)	I_{at}
488.48	188.0	2.60

1.3. Cercanía a servicios básicos

Servicios básicos identificados		
Peso	Cantidad	Subtotal
5	47	235
4	15	60
3	9	27
2	21	42
1	5	5
I_{csb}		369

1.4. Cercanía a servicios de transporte público

Tipo de vehículo	Paradero 1	Parcial
Tren eléctrico	0	0
Bus del metropolitano	0	0
Alimentador de metropolitano	0	110
Bus de corredor	10	
Bus grande	12	
Bus mediano	18	54
Combi	4	4
I_{cstp}		168

1.5. Fomento del empleo de bicicletas

$$I_{feb} (\%) = \frac{7}{47} * 100\% = 14.89 \%$$



1.6. Puestos de trabajo generados

$$I_{ptg} = \frac{4 * 100 \%}{47} = 8.51 \%$$

2. CATEGORÍA 2

2.1. Consumo energético

$$I_{ce} (\%) = \frac{200 \text{ KW/mes} - 66 \text{ KW/mes}}{200 \text{ KW/mes}} * 100 \% = 67.0 \%$$

2.2. Zona para el secado de ropa manualmente

$$I_{zsr} (m) = \frac{6.4 \text{ metros}}{4 \text{ personas}} = 1.6 \text{ m/persona}$$

2.3. Consumo hídrico

$$I_{ch}(\%) = \frac{10.2 \text{ m}^3 - 11.7 \text{ m}^3}{10.2 \text{ m}^3} * 100 \% = -14.71 \%$$

3. CATEGORÍA 3

Ambiente	Área (m ²)	H (%)	T (°C)	db	Lux	Valor.	CO ₂
Comedor	8.7	77.1	19.0	54.1	91	6	445
Cocina	5.6	76	19.2	54.4	86	6	489
Dormitorio N° 01	10.2	81.3	18.4	47.5	76	6	598
Dormitorio N° 02	7.6	80.2	18.2	46.2	110	6	489
Dormitorio N° 03	5.5	80.2	18.3	54.5	145	6	488

La sala no es analizada ya que en este departamento residían solamente estudiante, quienes no contaban con un mobiliario en esta, por lo que no le daban gran uso durante el día.

ANEXO 02: CROQUIS DEL TERRENO EN EDIFICIOS EVALUADOS



Croquis del terreno del edificio
Escala: 1/100



Frontis del edificio

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil	
Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"			
Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Croquis del terreno
Ubicación:	Manzana B-2, calle 16, lote 6, Urbanización el Pinar, Comas	N° Edificio:	01
			02

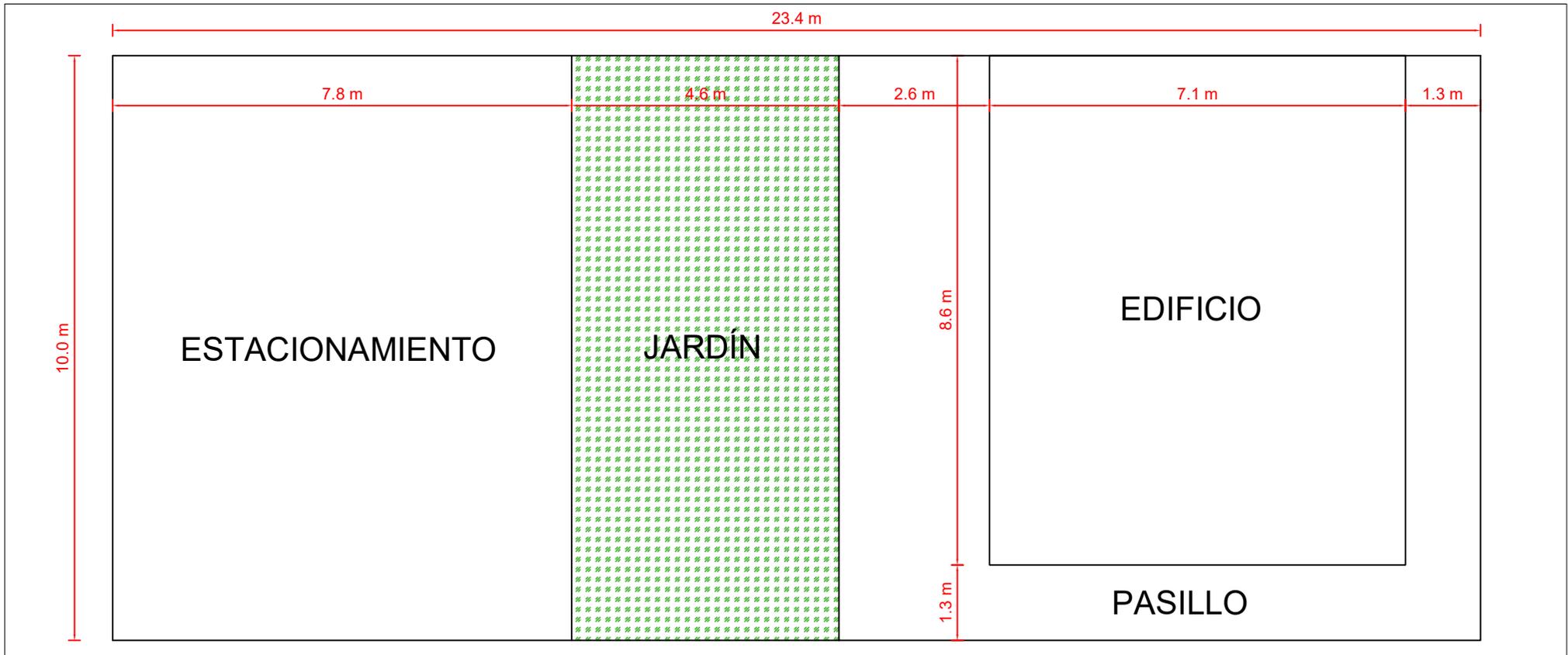


Croquis del terreno del edificio
Escala: 1/100



Frontis del edificio

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil		
	Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"		
Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Croquis del terreno
Ubicación:	Jr. Coronel Inclán 106, Urb. Los Libertadores, San Martín de Porres	N° Edificio:	02
			02



Croquis del terreno del edificio
Escala: 1/100



Frontis del edificio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza

Plano: Croquis del terreno

Anexo:

Ubicación: Avenida Alcazar N° 102, Rímac

N° Edificio: 03

02



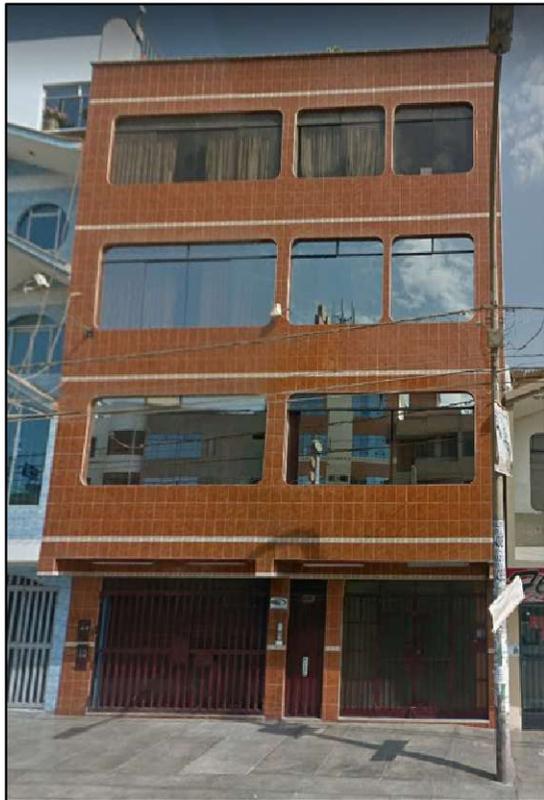
Croquis del terreno del edificio
Escala: 1/100



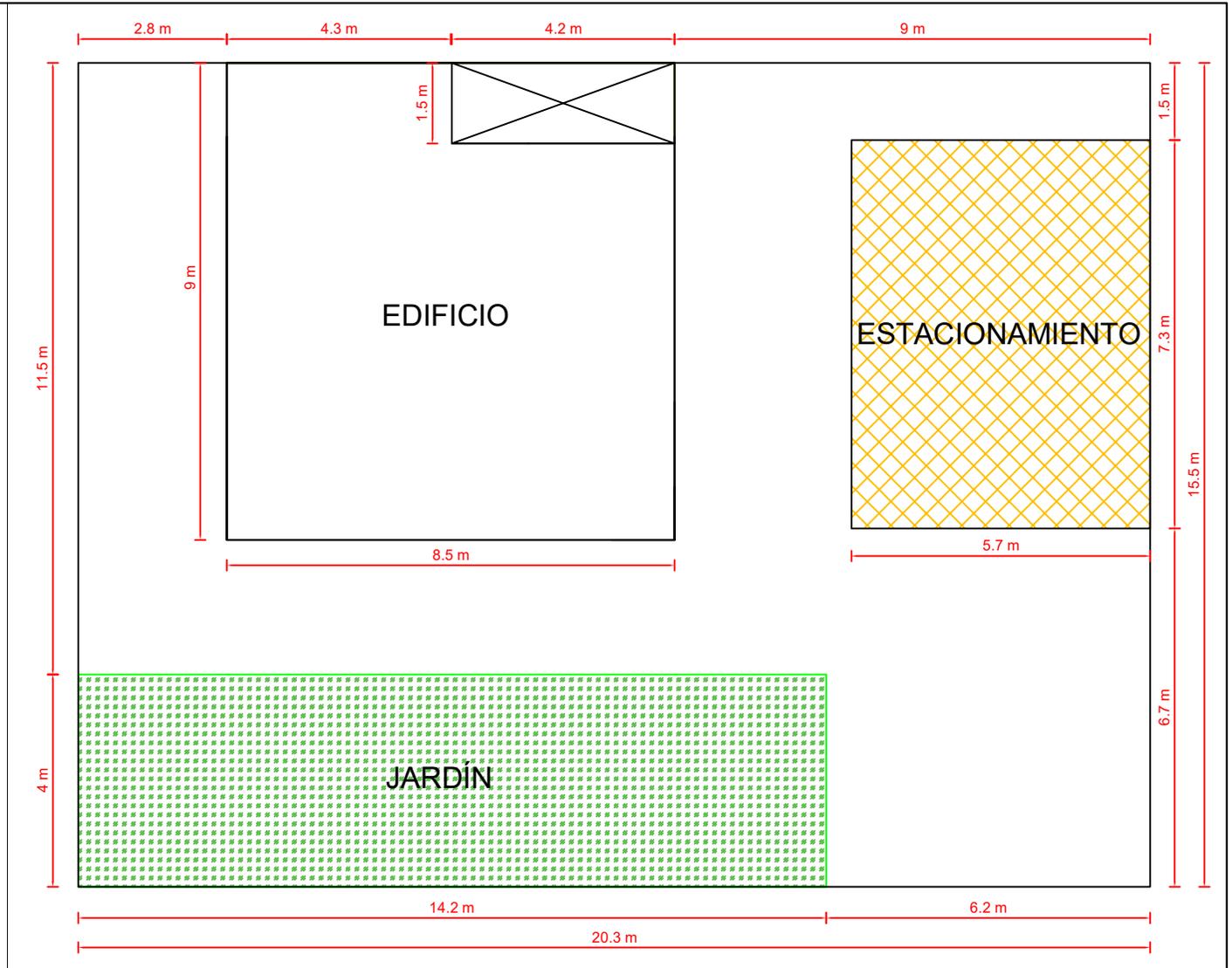
Frontis del edificio

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil		
	Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"		
Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Croquis del terreno
Ubicación:	Av. 17 de noviembre N° 240, Independencia	N° Edificio:	04
			02

Croquis del terreno del edificio
Escala: 1/125



Frontis del edificio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza

Plano: Croquis del terreno

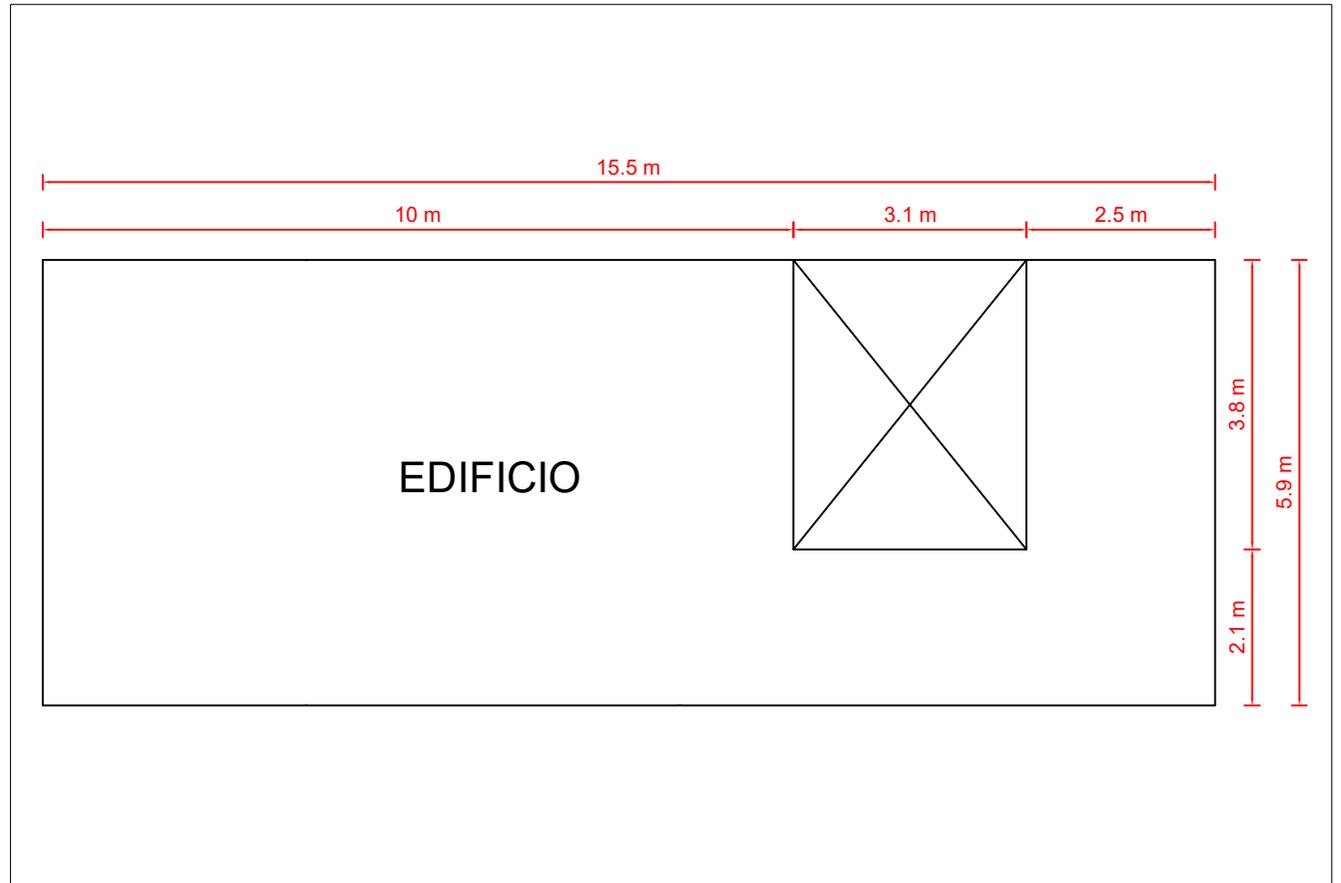
Anexo:

Ubicación: Av. Los Olivos, cuadra 11, San Martín de Porres

N° Edificio: 05

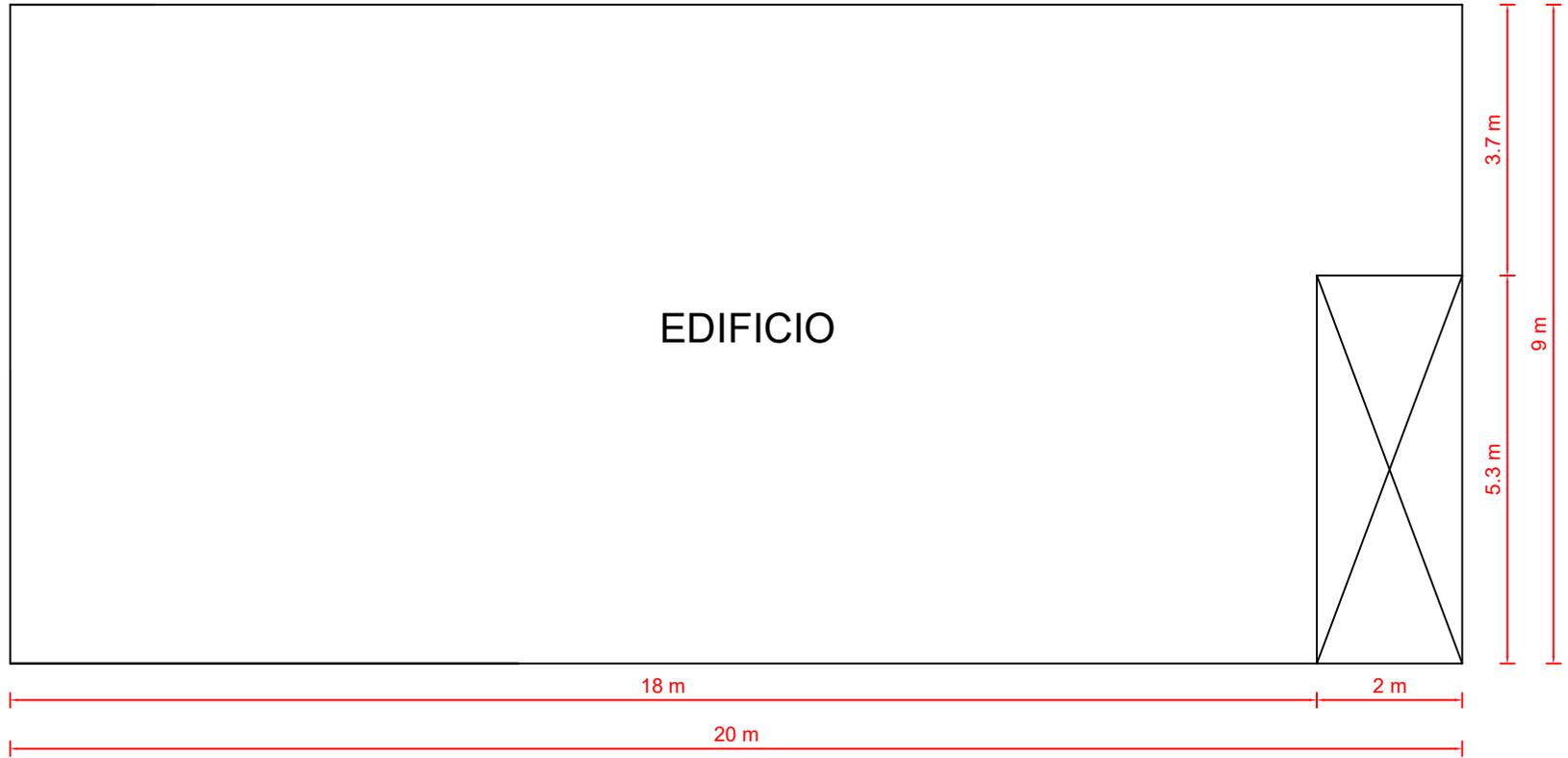
02

Croquis del terreno del edificio
Escala: 1/100



Frontis del edificio

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil	
	Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"	
Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano: Croquis del terreno	Anexo:
Ubicación: Manzana "Y", lote N° 6, parque industrial "El asesor", Ate Vitarte	N° Edificio: 06	02



Croquis del terreno del edificio
Escala: 1/100



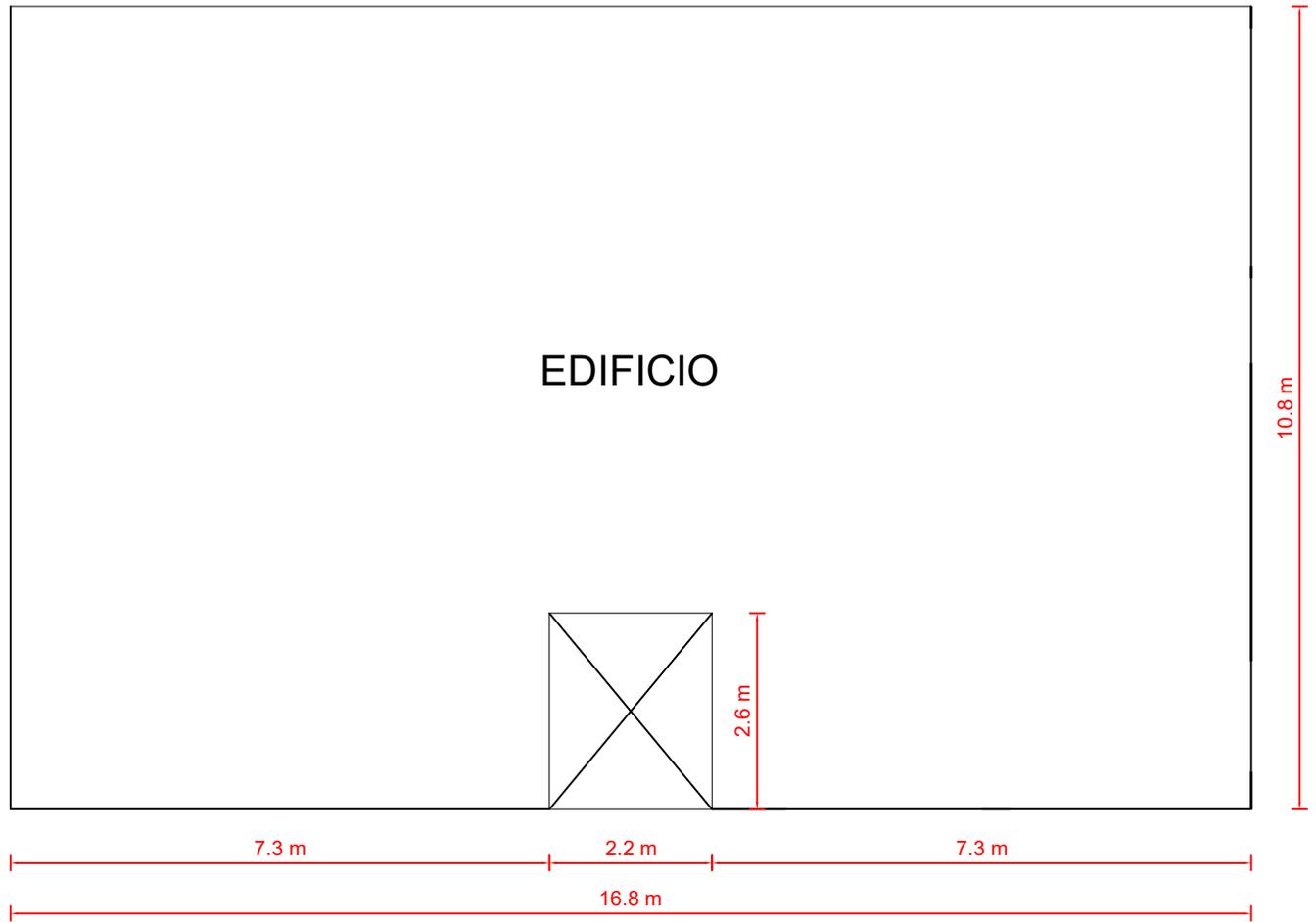
Frontis del edificio

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		
	Facultad de Ingeniería Civil		
Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"			
Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Croquis del terreno
Ubicación:	Avenida El Pacayal, Manzana D, Lote 20, Carabayllo	N° Edificio:	07
			02

Croquis del terreno del edificio
Escala: 1/100



Frontis del edificio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza

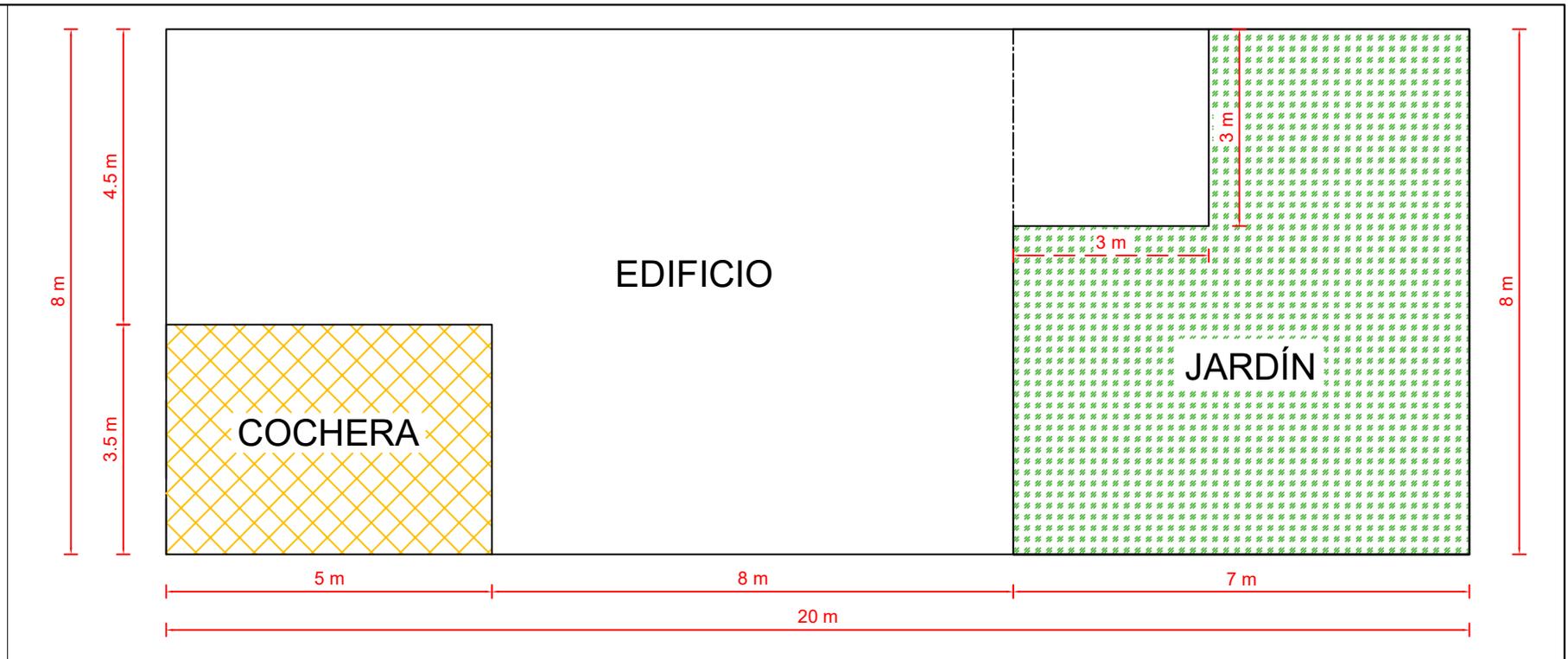
Plano: Croquis del terreno

Anexo:

Ubicación: Calle Torres Paz N° 1333, Departamento 401, Cercado de Lima

N° Edificio: 08

02



Croquis del terreno del edificio
Escala: 1/100



Frontis del edificio

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil</p>		
<p>Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"</p>		
Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano: Croquis del terreno
Ubicación:	Av. Manuel Bonemaison N° 256, Ate Vitarte	Anexo: 02
		N° Edificio: 10

Croquis del terreno del edificio
Escala: 1/200



Frontis del edificio



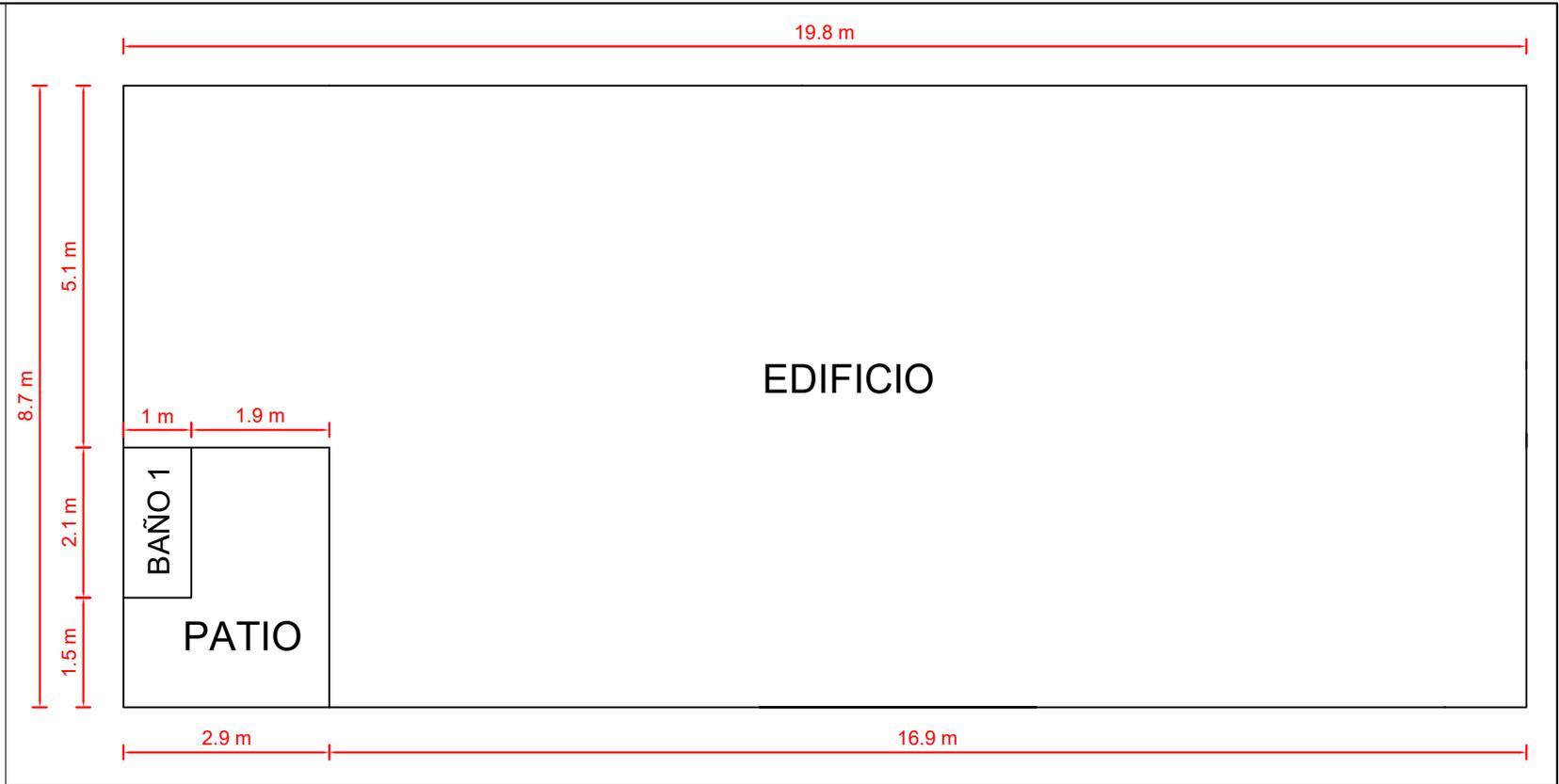
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Croquis del terreno	Anexo:	02
Ubicación:	Mz. "B", Lote N° 1, "Las Casuarinas del Norte", Puente Piedra	N° Edificio:	11		



Frontis del edificio



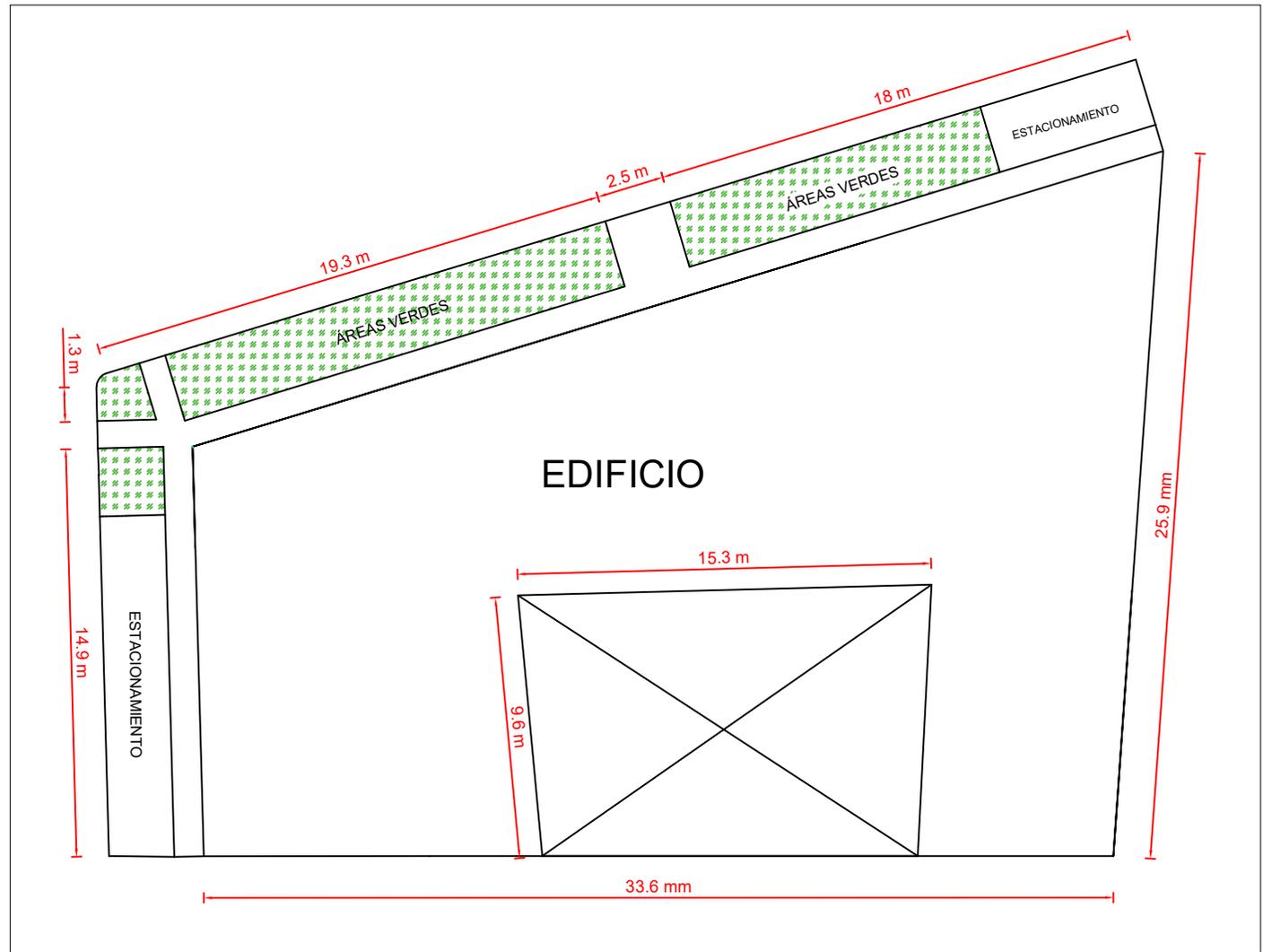
Croquis del terreno del edificio
Escala: 1/100

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil		
	Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"		
Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano: Croquis del terreno	Anexo: 02	
Ubicación: Manzana "L", Lote N° 39, Asociación "Santa Rosa", SMP	N° Edificio: 12		

Croquis del terreno del edificio
Escala: 1/250



Frontis del edificio

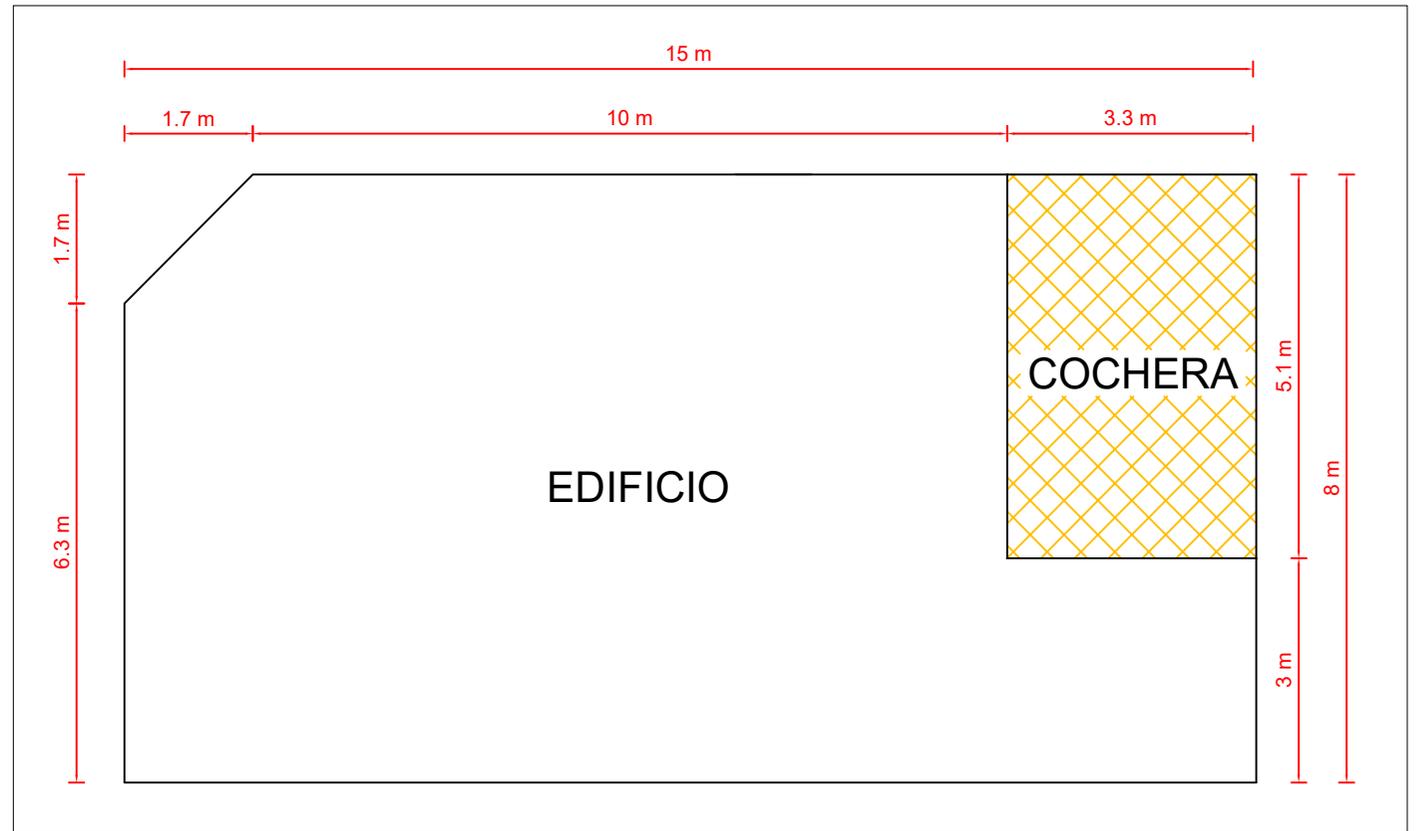


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Croquis del terreno Anexo: 02

Ubicación: Av. Arnaldo Márquez N° 679, Jesús María N° Edificio: 13

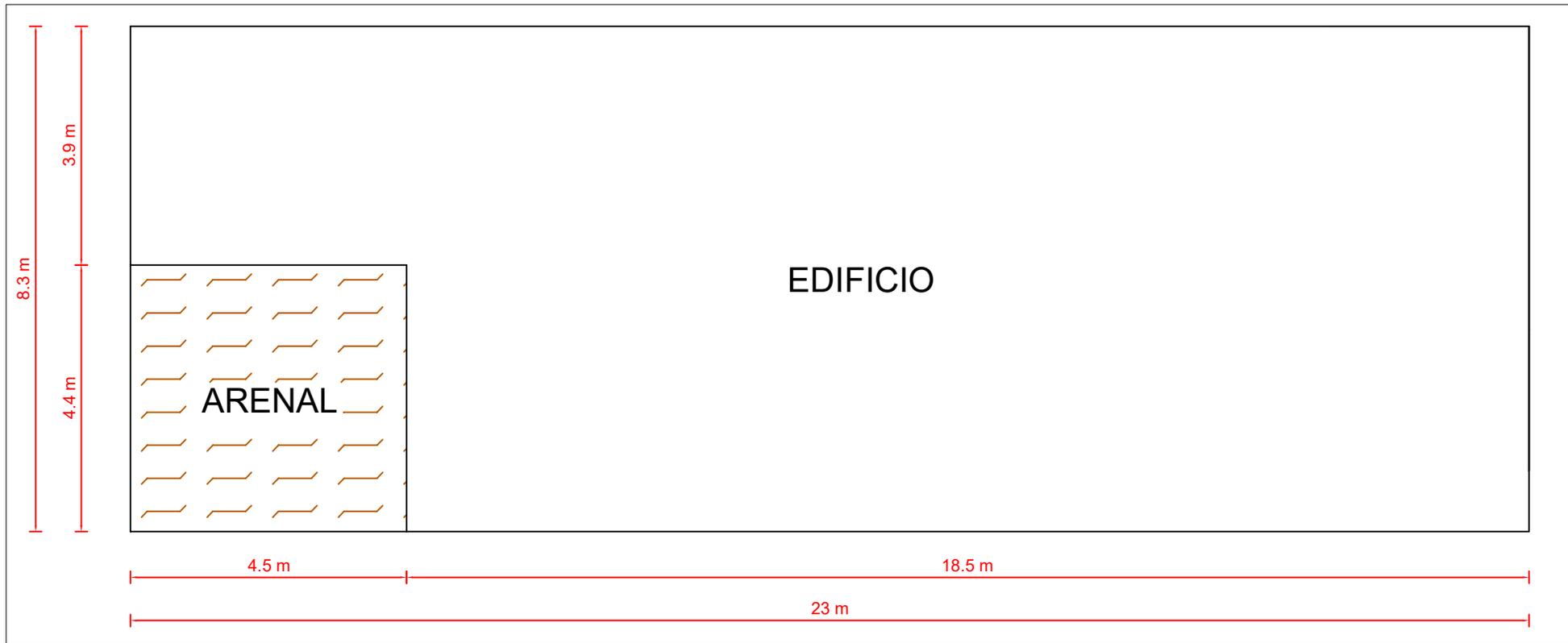


Croquis del terreno del edificio
Escala: 1/100



Frontis del edificio

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil	
	Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"	
Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano: Croquis del terreno	Anexo:
Ubicación: AA.HH. "27 de marzo", Mz. "S", Lt. N° 6, San Juan de Lurigancho	N° Edificio: 14	02

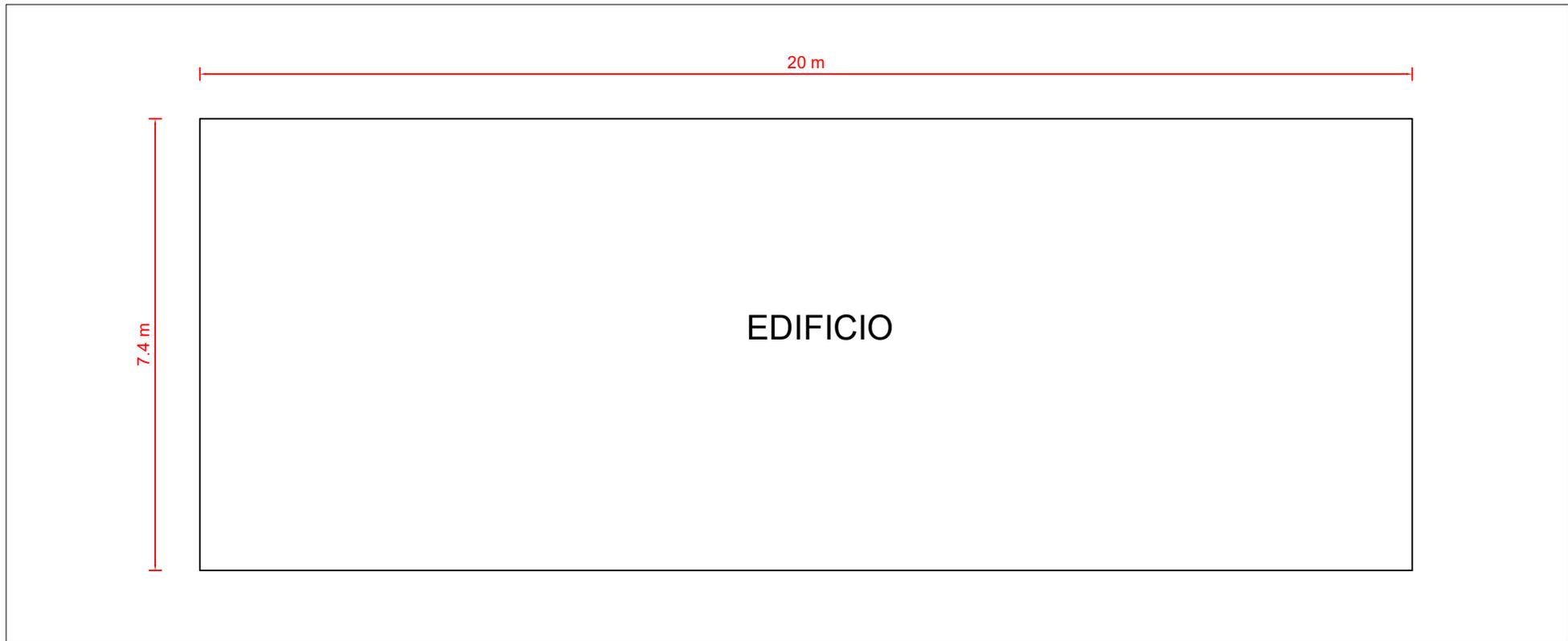


Croquis del terreno del edificio
Escala: 1/100

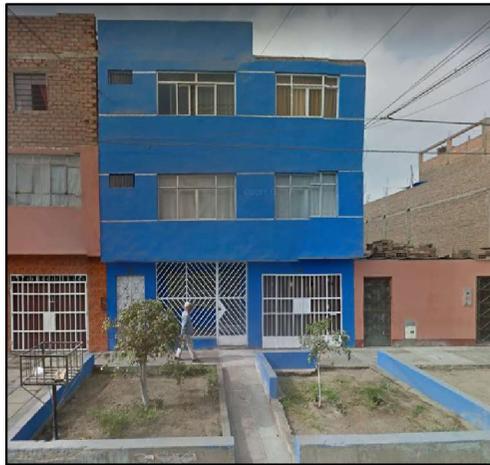


Frontis del edificio

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil		
	Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"		
Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Croquis del terreno
Ubicación:	Asociación "Río Santa", Mz. "C", Lt. N° 12, Los Olivos	N° Edificio:	15
			02



Croquis del terreno del edificio
Escala: 1/100



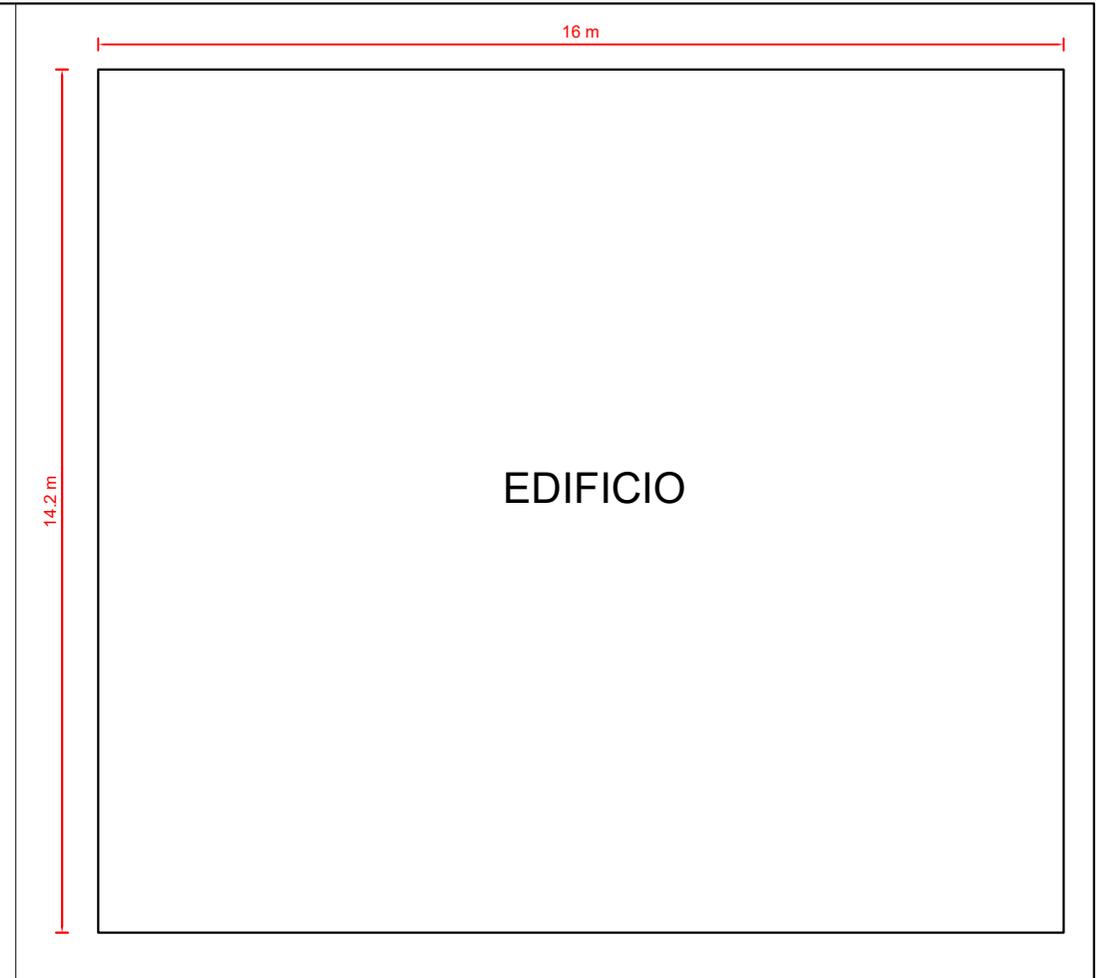
Frontis del edificio

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil		
	Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"		
Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Croquis del terreno
Ubicación:	Calle Manuel Villar N° 269, San Martín de Porres	N° Edificio:	16
			02

Croquis del terreno del edificio
Escala: 1/125



Frontis del edificio

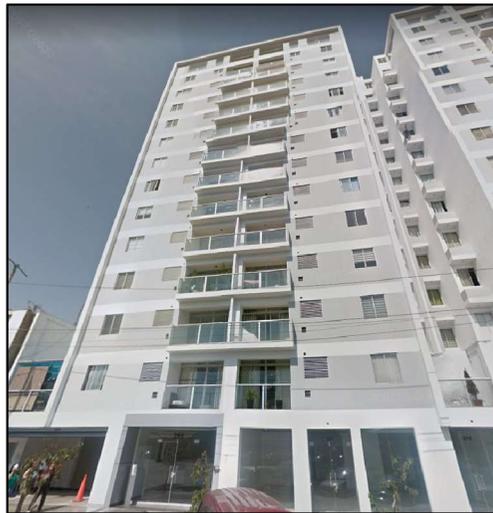
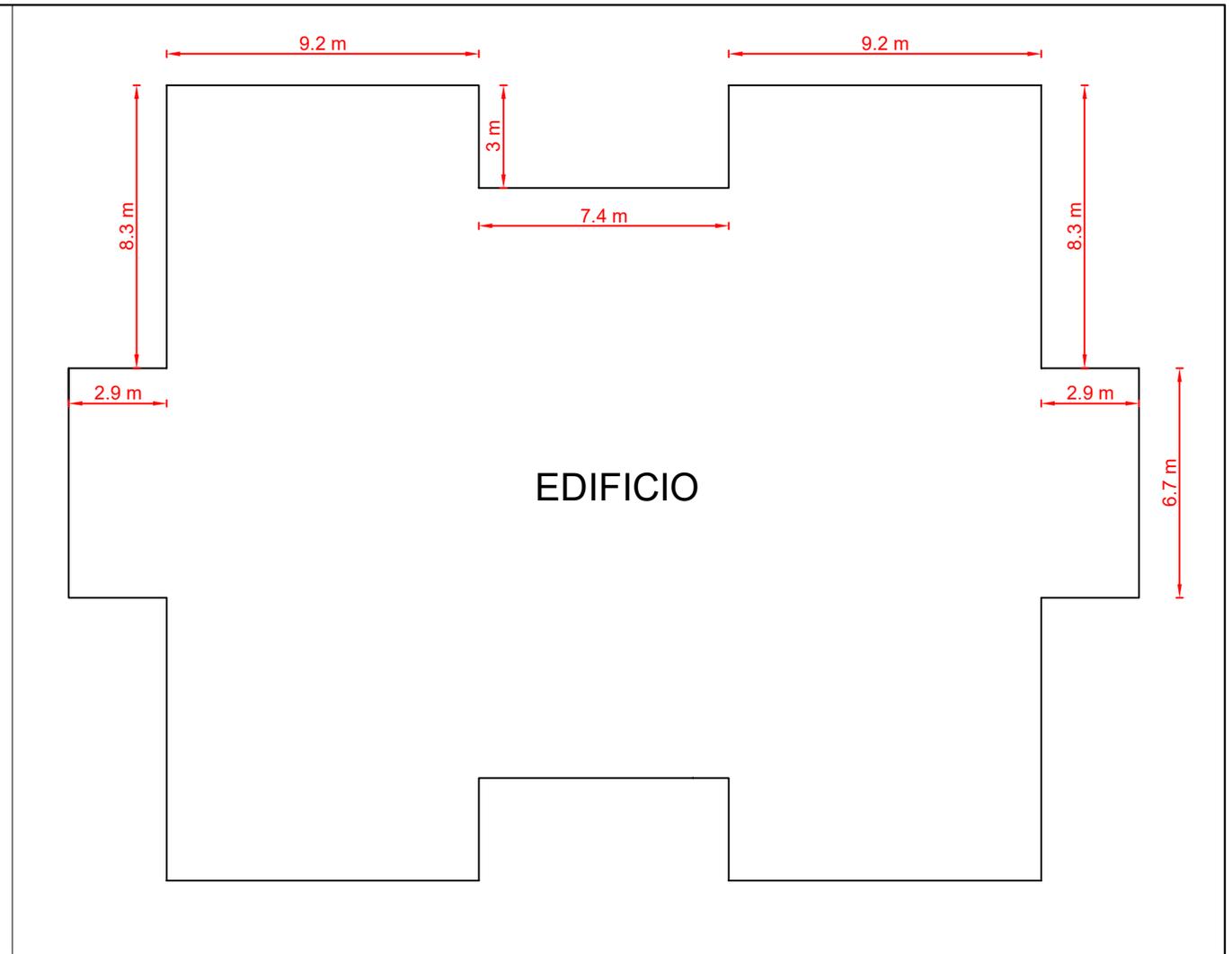


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Croquis del terreno	Anexo:	02
Ubicación:	Jirón Manuel Casos N° 1287, Cercado de Lima		N° Edificio:	17	

Croquis del terreno del edificio
Escala: 1/200



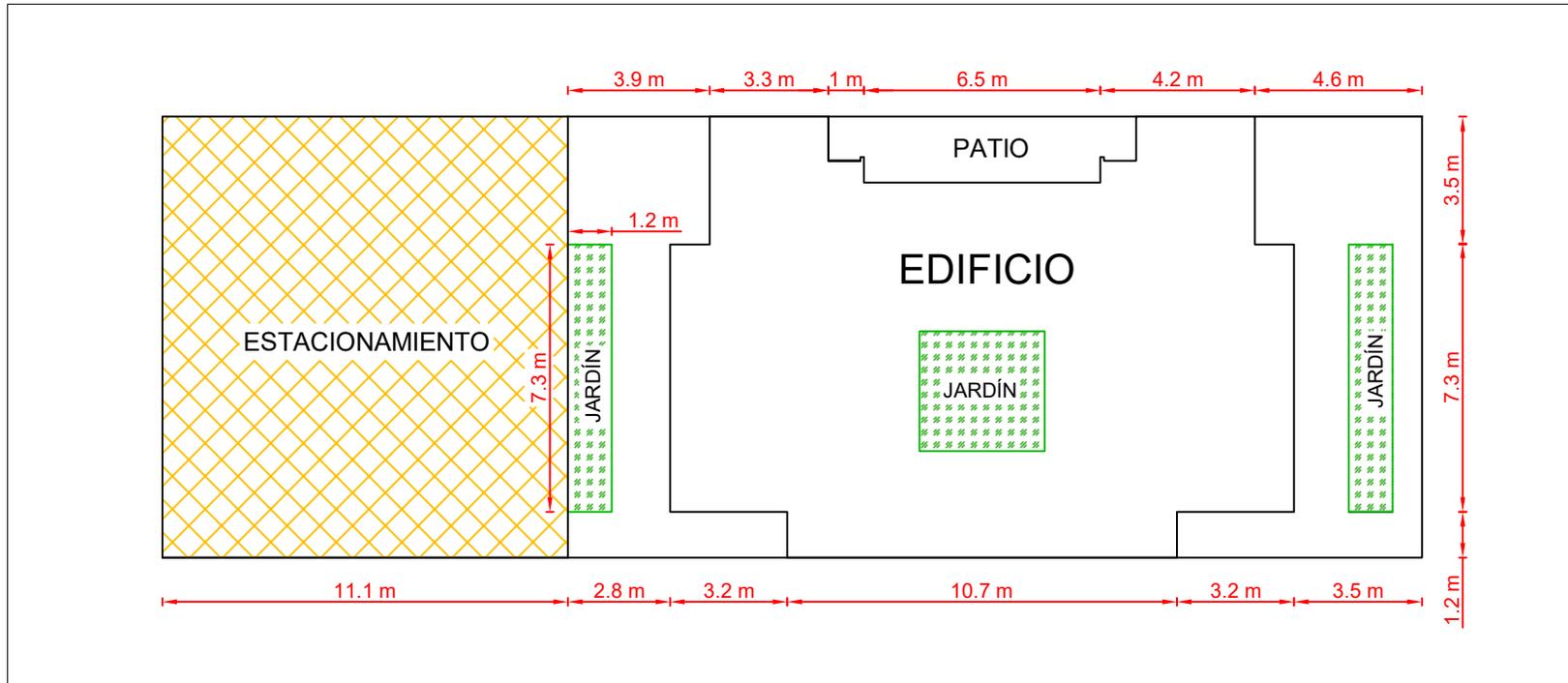
Frontis del edificio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Croquis del terreno	Anexo:	02
Ubicación:	Av. Parque de las Leyendas N° 288, Dep. N° 602, San Miguel		N° Edificio:	18	



Croquis del terreno del edificio
Escala: 1/200

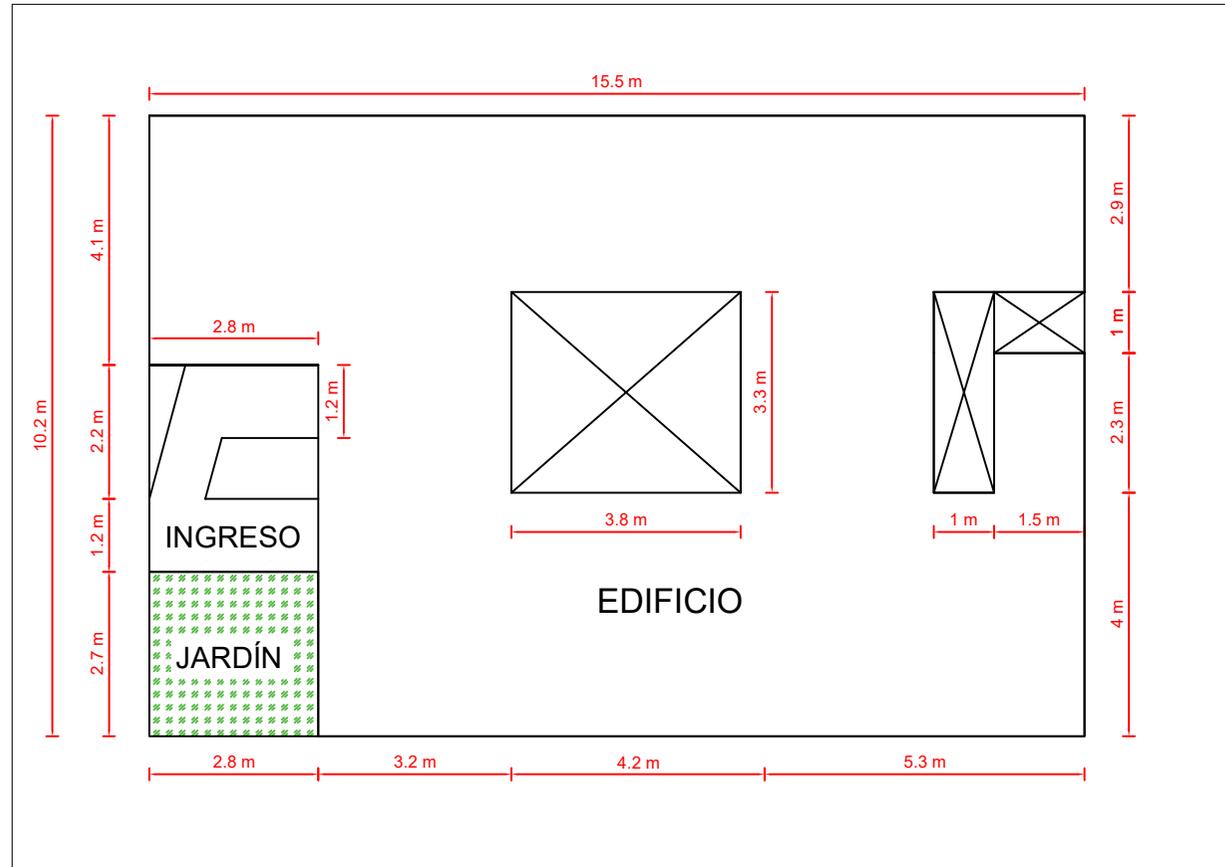


Frontis del edificio

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil</p>		
<p>Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"</p>		
Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano: Croquis del terreno
Ubicación:	Calle Valdemar Moser N° 602, Departamento N° 504, Surquillo	N° Edificio: 19
		02



Frontis del edificio



Croquis del terreno del edificio

Escala: 1/125



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza

Plano: Croquis del terreno

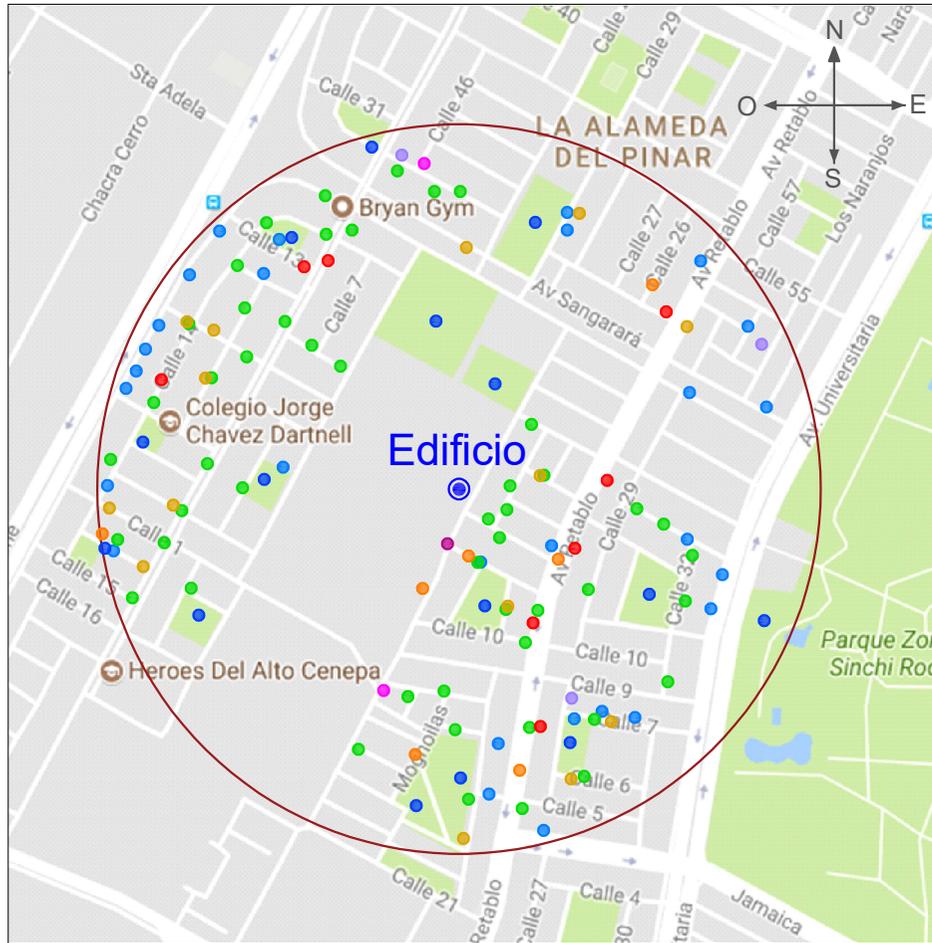
Anexo:

Ubicación: Las Cascadas de Javier Prado, Mz. "H", Lt. N° 18, Ate Vitarte

N° Edificio: 20

02

ANEXO 03: SERVICIOS BÁSICOS CERCANOS A EDIFICIOS EVALUADOS



Bodega
Colegio
Farmacia
Templo de oración
Iglesia
Posta médica
Mercado
Parque
Restaurante

Legenda de colores

Panel fotográfico



Ubicación de servicios básicos
Escala: 1 / 12,500



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

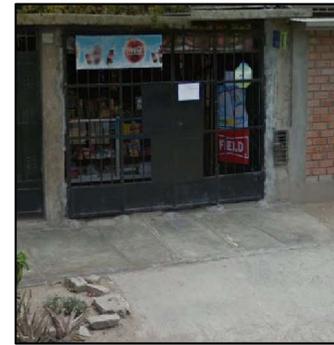
Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios básicos cercanos Anexo:

Ubicación: Manzana B-2, calle 16, lote 6, Urbanización el Pinar, Comas N° Edificio: 01

03



Panel fotográfico



Ubicación de servicios básicos
Escala: 1 / 10,000

BODEGAS
BOTICAS
CENTRO COMERCIAL
CLINICA
COLEGIOS
GIMNASIO
IGLESA
PARQUE
RESTAURANTES

Legenda de colores



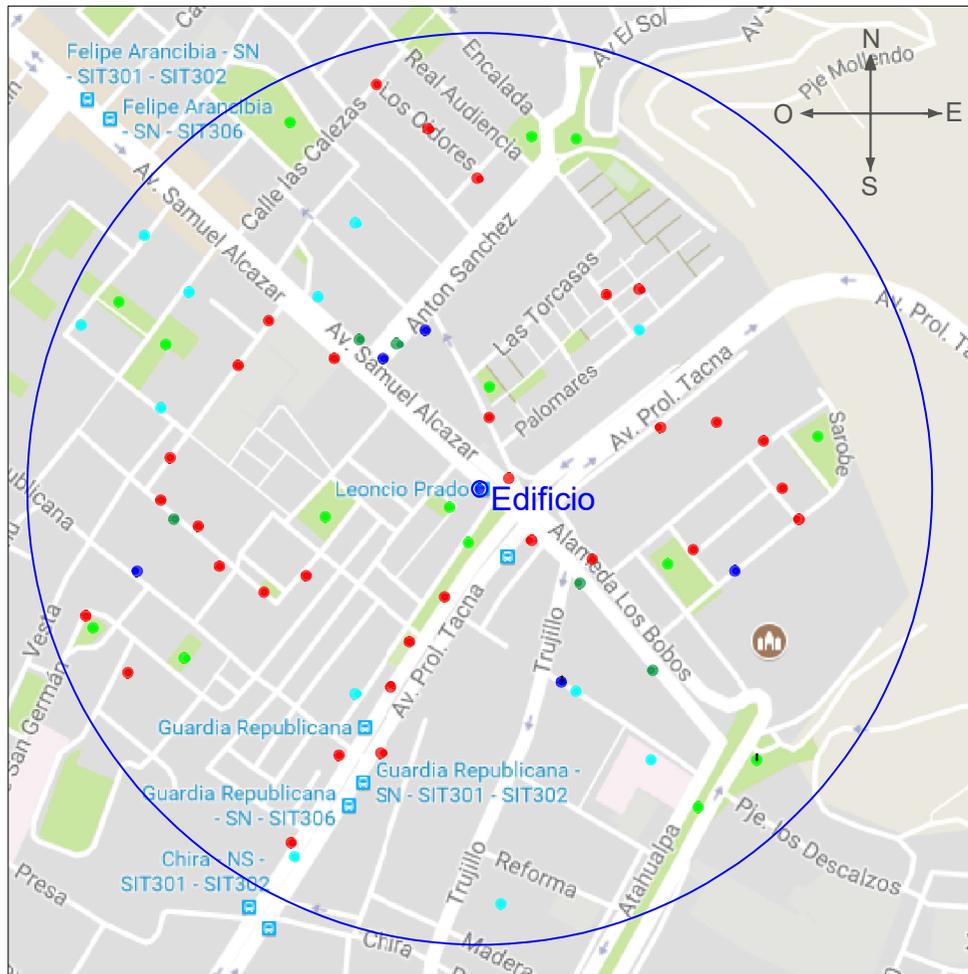
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios básicos cercanos Anexo:

Ubicación: Jr. Coronel Inclán 106, Urb. Los Libertadores, San Martín de Porres N° Edificio: 02

03



BODEGAS
BOTICAS
CENTRO COMERCIAL
CLINICA
COLEGIOS
GIMNASIO
RESTAURANTE
PARQUE
IGLESIA
UNIVERSIDAD

Legenda de colores

Panel fotográfico



Ubicación de servicios básicos
Escala: 1 / 10,000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

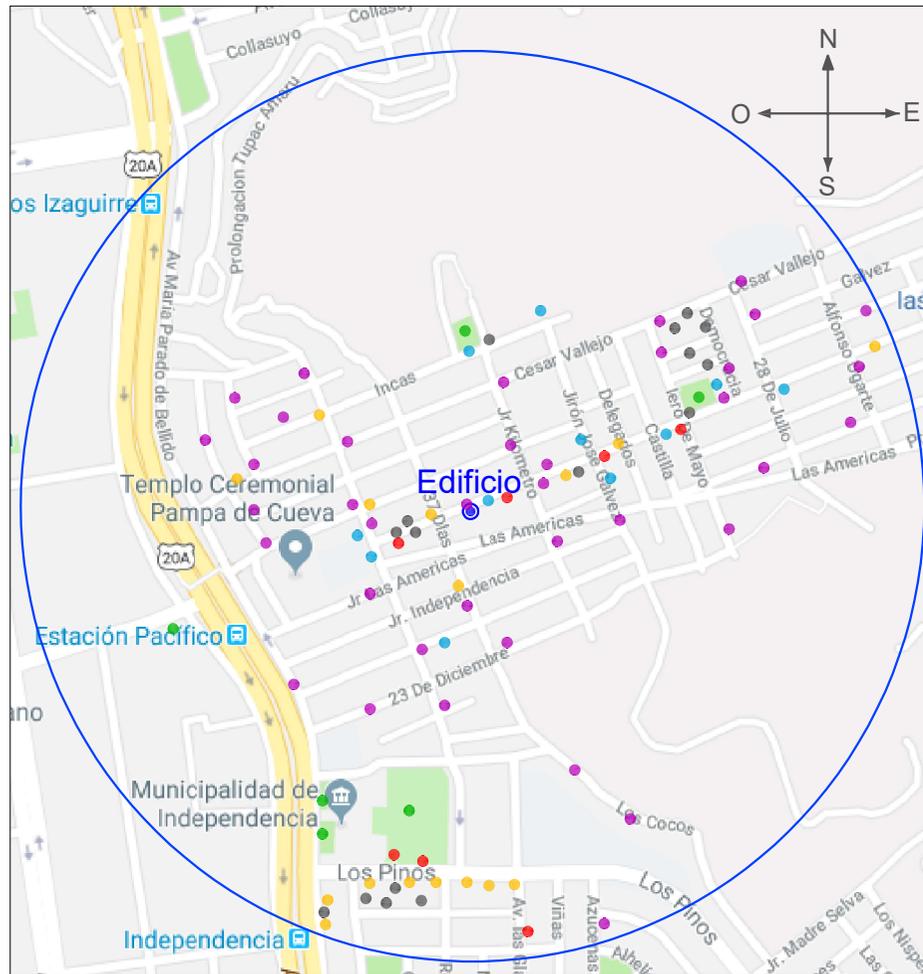
Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios básicos cercanos

Ubicación: Avenida Alcazar N° 102, Rímac

N° Edificio: 03

Anexo: **03**



BODEGAS
MERCADO
INSITUTO SUPERIOR
COLEGIOS
PARQUE
IGLESIA
FARMACIA
POSTA MÉDICA
CLÍNICA
RESTAURANTE

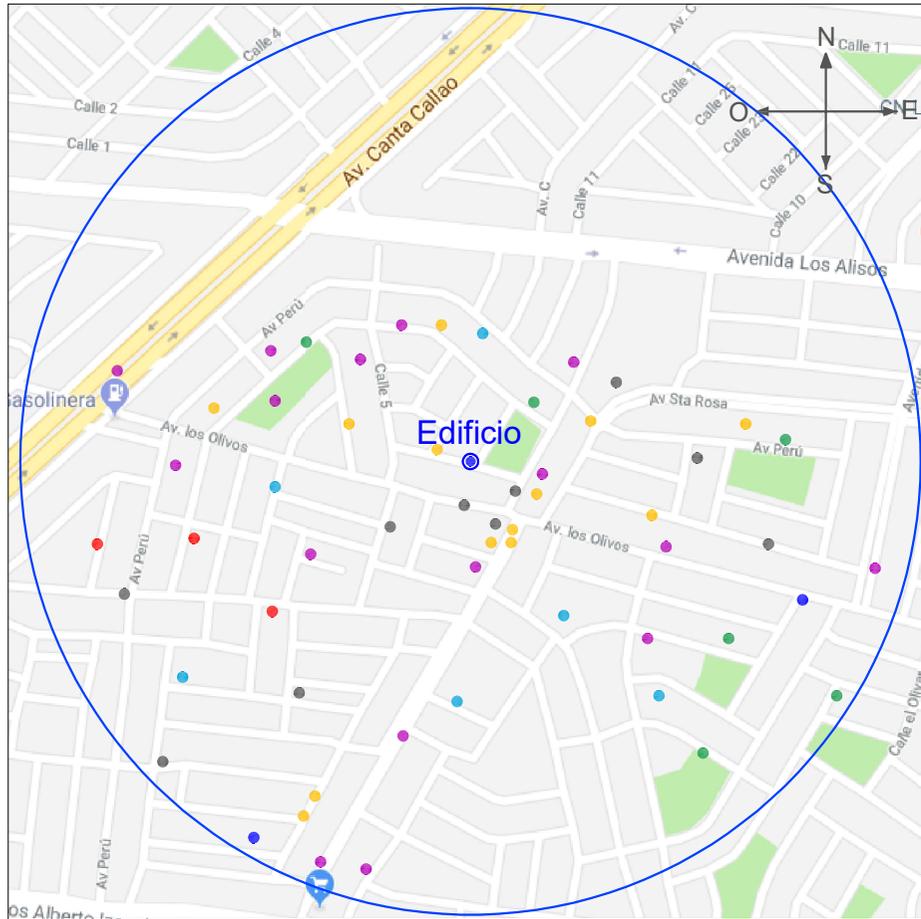
Legenda de colores

Panel fotográfico



Ubicación de servicios básicos
Escala: 1 / 10,000

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil		
	Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"		
Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Servicios básicos cercanos
Ubicación:	Av. 17 de noviembre N° 240, Independencia	N° Edificio:	04
			03



Panel fotográfico



Ubicación de servicios básicos

Escala: 1 / 10,000

BODEGAS
MERCADO
INSITUTO SUPERIOR
COLEGIOS
PARQUE
IGLESIA
FARMACIA
POSTA MÉDICA
CLÍNICA
RESTAURANTE

Legenda de colores



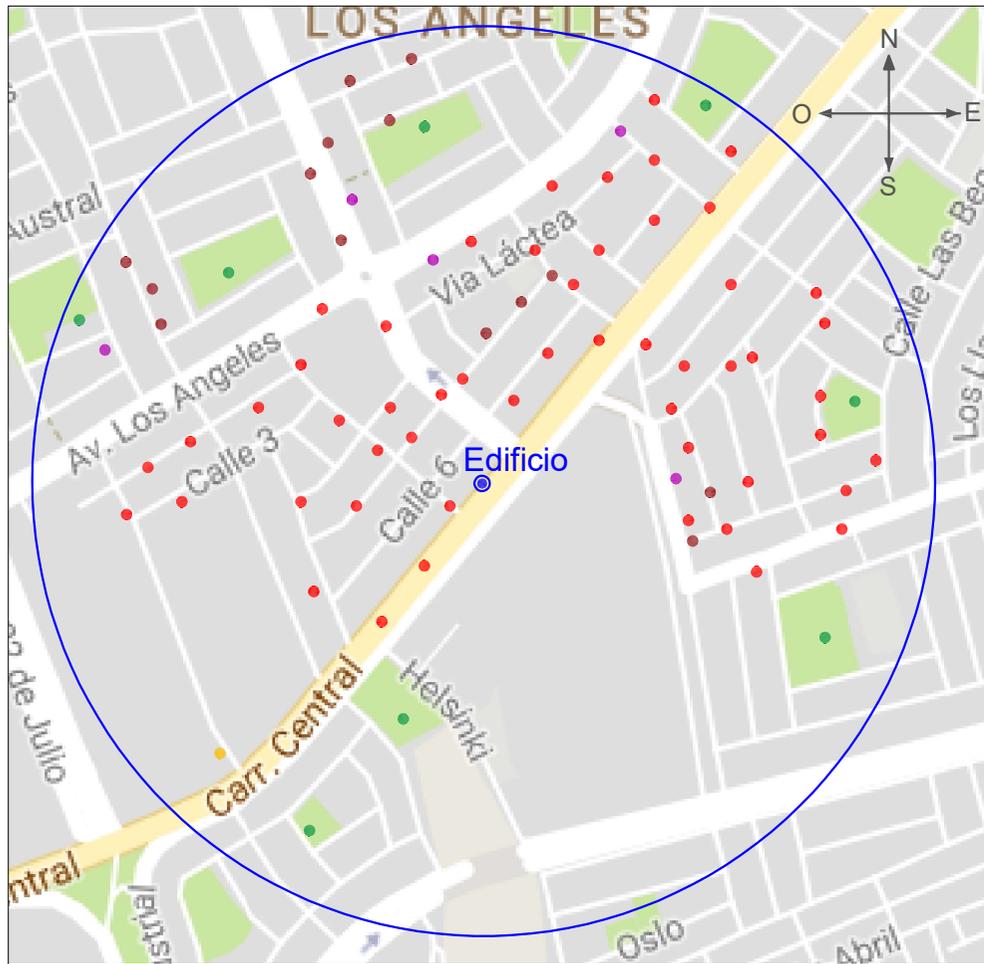
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios básicos cercanos

Ubicación: Av. Los Olivos, cuadra 11, San Martín de Porres N° Edificio: 05

Anexo: **03**



Panel fotográfico



Ubicación de servicios básicos

Escala: 1 / 10,000

BODEGAS
MERCADO
SUPERMERCADO
COLEGIOS
PARQUE
IGLESIA
FARMACIA
POSTA MÉDICA
CLÍNICA
RESTAURANTE

Legenda de colores



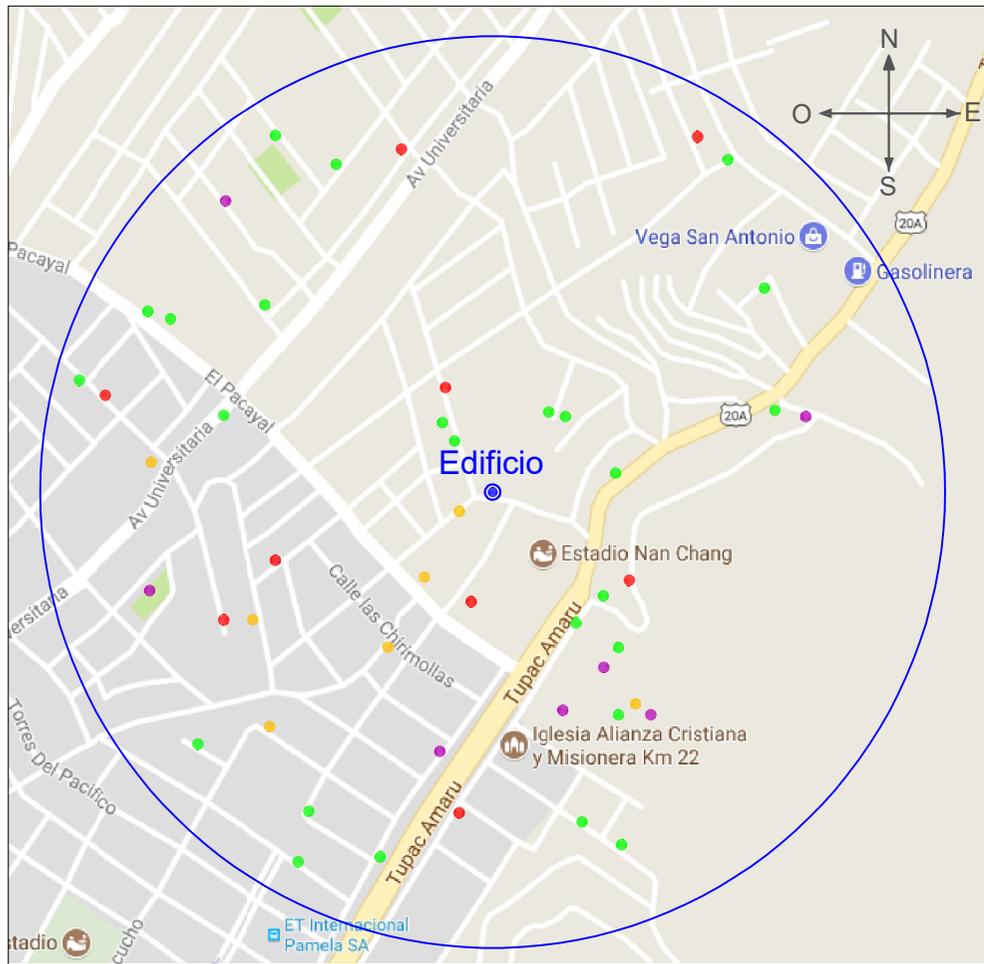
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios básicos cercanos Anexo:

Ubicación: Manzana "Y", lote N° 6, parque industrial "El asesor", Ate Vitarte N° Edificio: 06

03



Panel fotográfico



Ubicación de servicios básicos

Escala: 1 / 10,000

BODEGAS
COLEGIOS
PARQUES
IGLESIA Y TEMPLOS
FARMACIAS
RESTAURANT
GIMNASIO

Legenda de colores



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

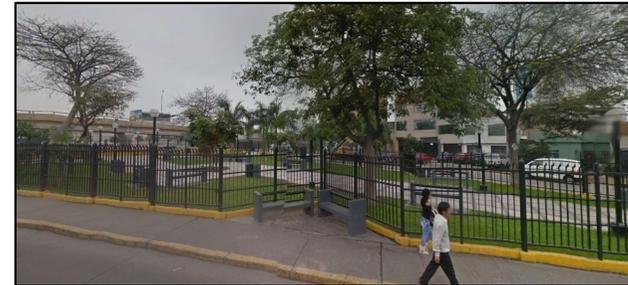
Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios básicos cercanos Anexo:

Ubicación: Avenida El Pacayal, Manzana D, Lote 20, Carabayllo

N° Edificio: 07

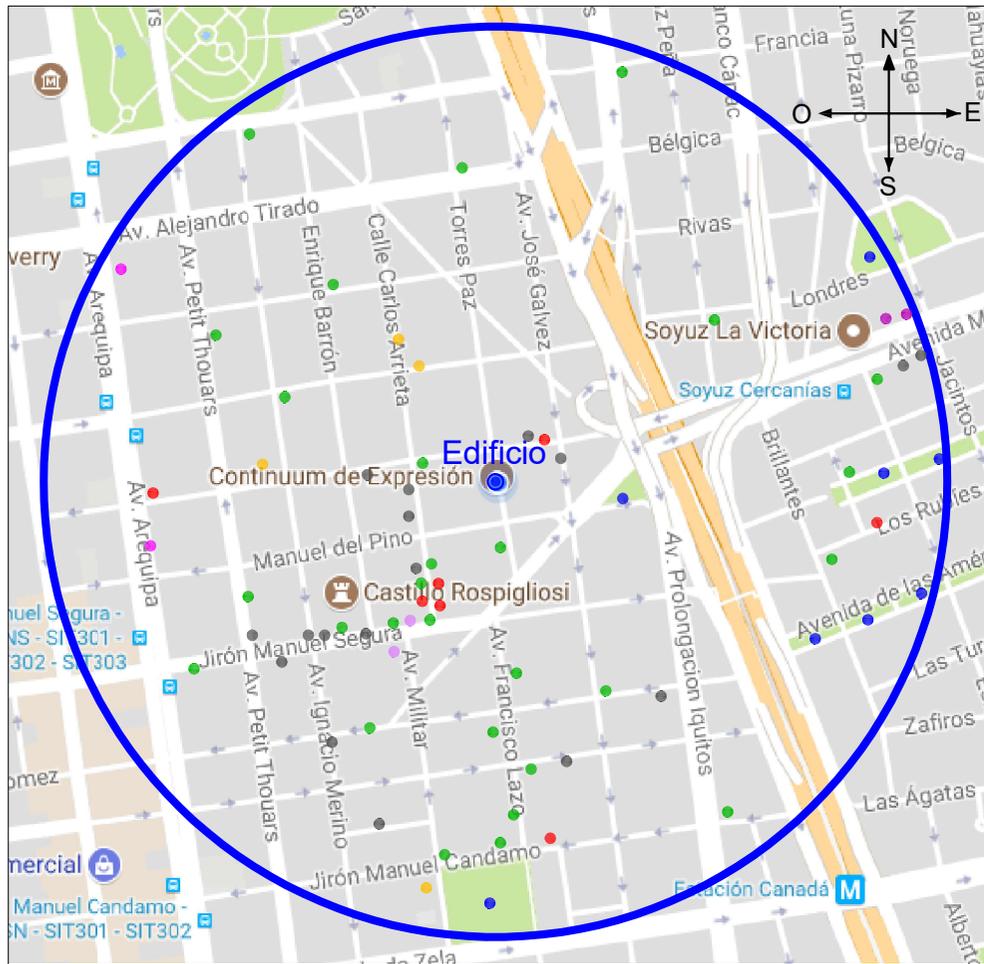
03

Panel fotográfico



Ubicación de servicios básicos

Escala: 1 / 10,000



BODEGAS
COLEGIOS
FARMACIAS
GIMNASIOS
SUPERMERCADO
UNIVERSIDAD
IGLESIA
INSTITUTO SUPERIOR
MERCADOS
PARQUES
RESTAURANTES

Legenda de colores



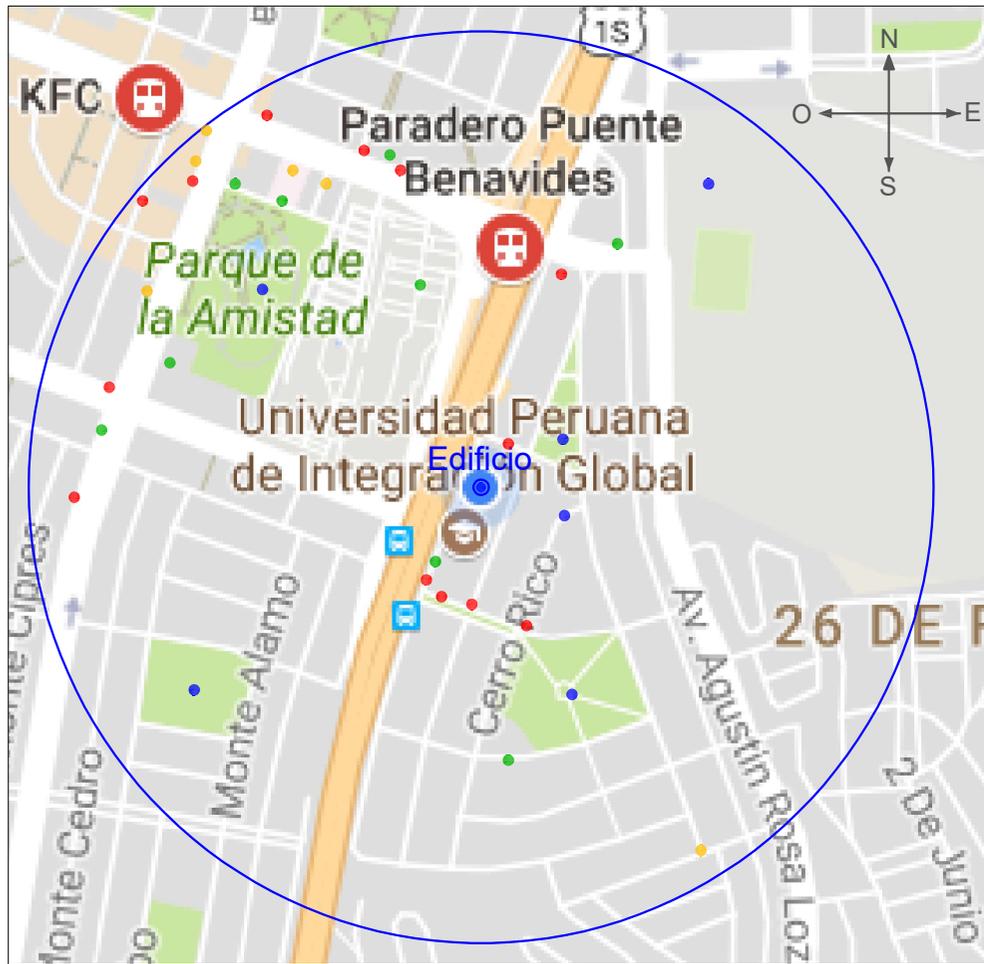
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios básicos cercanos Anexo:

Ubicación: Calle Torres Paz N° 1333, Departamento 401, Cercado de Lima N° Edificio: 08

03



Panel fotográfico



Ubicación de servicios básicos

Escala: 1 / 10,000

BODEGAS
SUPERMERCADO
UNIVERSIDAD
COLEGIOS
FARMACIAS
CENTRO COMERCIALES
CLÍNICAS
PARQUES
RESTAURANTES
GIMNASIOS
IGLESIA

Legenda de colores



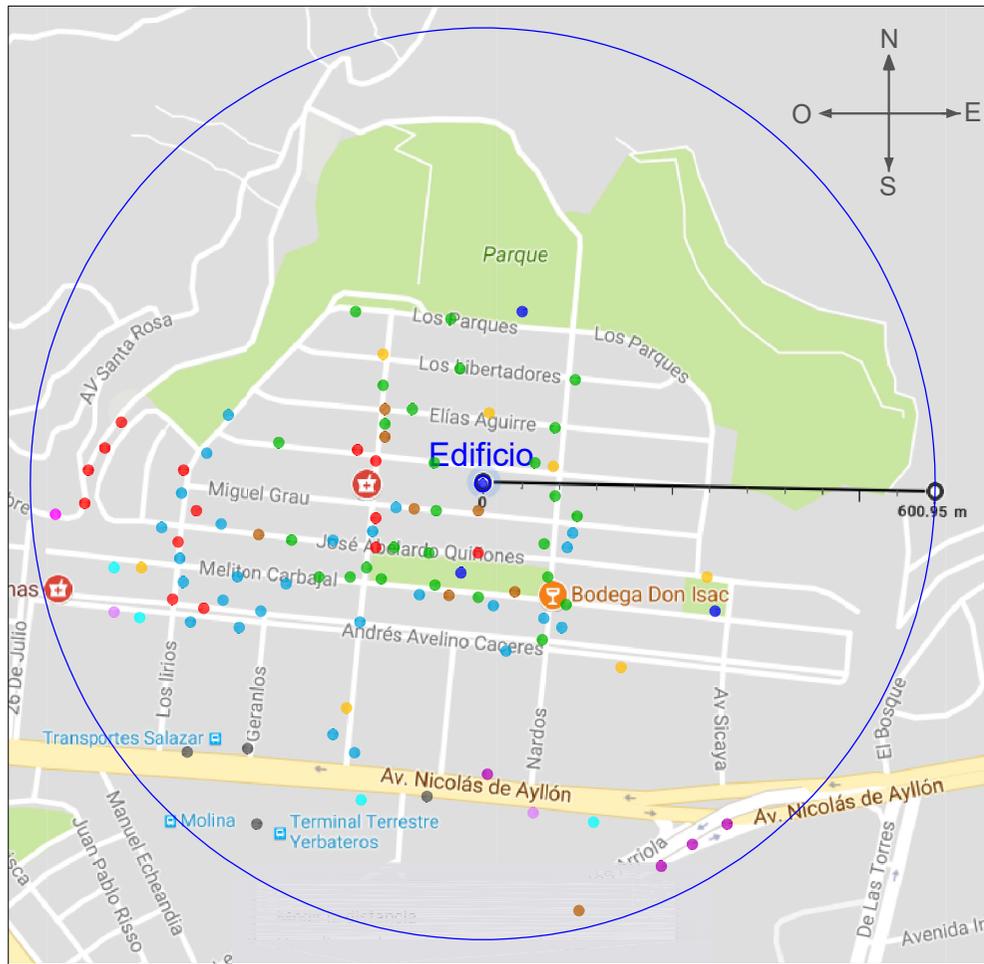
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios básicos cercanos Anexo:

Ubicación: Av. Circunvalación N° 627, Dep. 203 - Urb. San Ignacio de Monterrico N° Edificio: 09

03



Panel fotográfico



Ubicación de servicios básicos
Escala: 1 / 10,000

- | |
|--------------|
| BODEGAS |
| POSTA MEDICA |
| PARQUE |
| MERCADO |
| MAESTRO |
| LAVANDERIA |
| IGLESIA |
| GIMNASIO |
| CLINICA |
| COLEGIOS |
| FARMACIAS |
| RESTAURANTES |

Legenda de colores

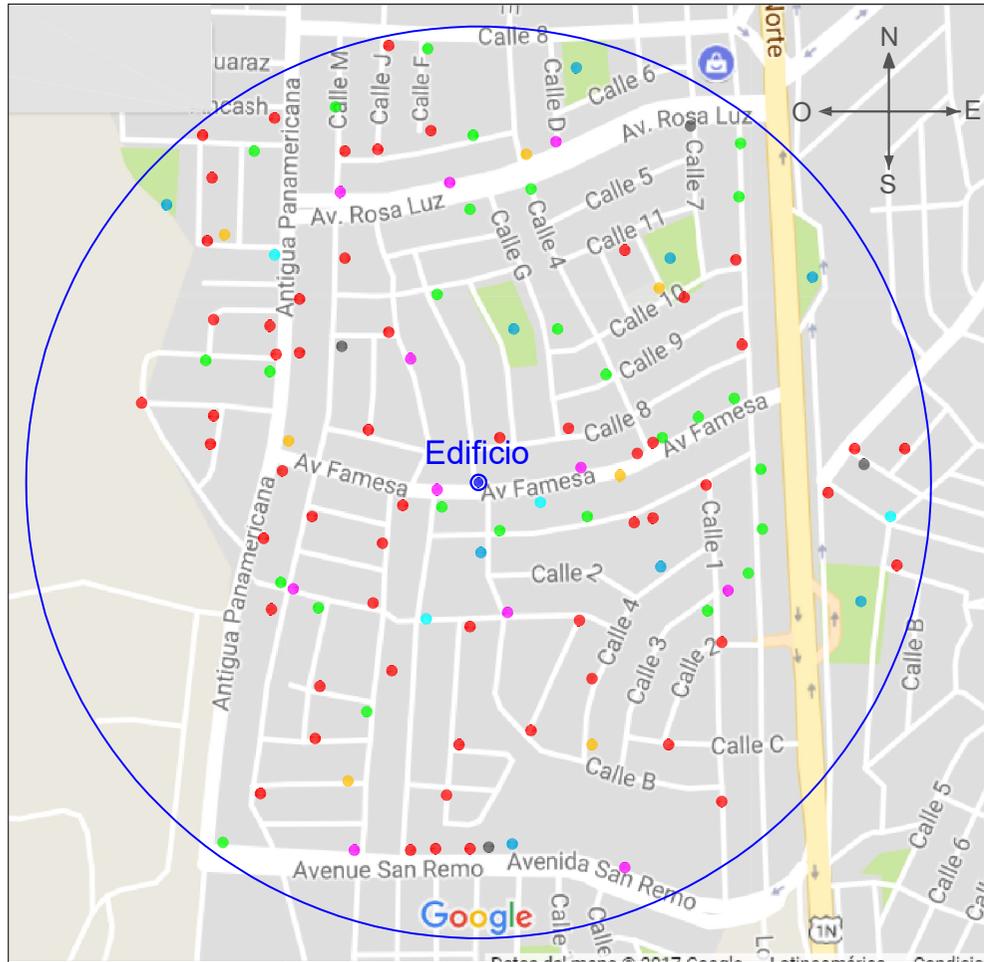


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios básicos cercanos Anexo: 03

Ubicación: Av. Manuel Bonemaison N° 256, Ate Vitarte N° Edificio: 10



Panel fotográfico



Ubicación de servicios básicos
Escala: 1 / 10,000

Servicios Básicos	
Red	74 bodegas
Green	2 mercado
Yellow	10 colegios
Blue	3 iglesias
Pink	12 farmacias
Light Green	28 restaurants
Black	4 gimnasios
Cyan	4 templo de Oración
Purple	2 clínicas
Orange	1 instituto
Blue	7 parques

Legenda de colores



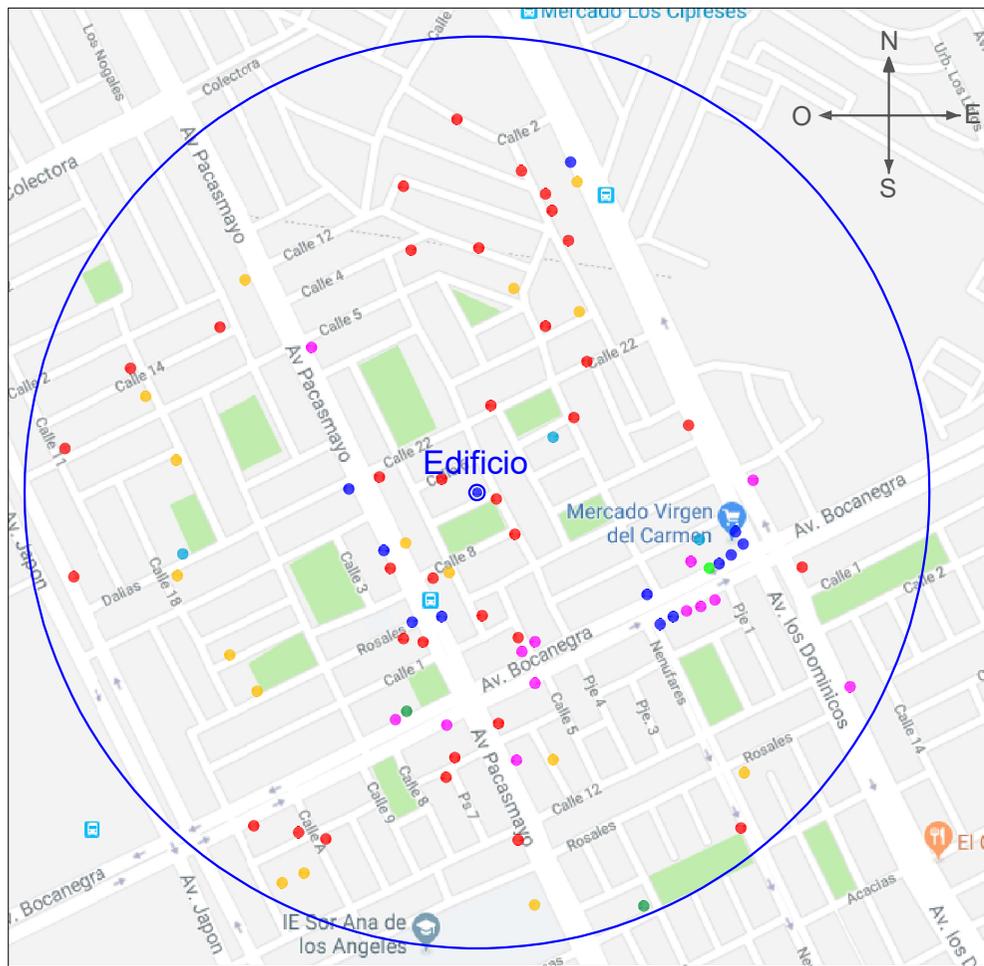
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios básicos cercanos Anexo:

Ubicación: Mz. "B", Lote N° 1, "Las Casuarinas del Norte", Puente Piedra N° Edificio: 11

03



Panel fotográfico



Ubicación de servicios básicos
Escala: 1 / 10,000

	BO DEG AS
	MERCADOS
	COLEGIOS
	PARQUES
	FARMACIAS
	RESTAURANTE
	GIMNASIOS
	IGLESIAS

Legenda de colores



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

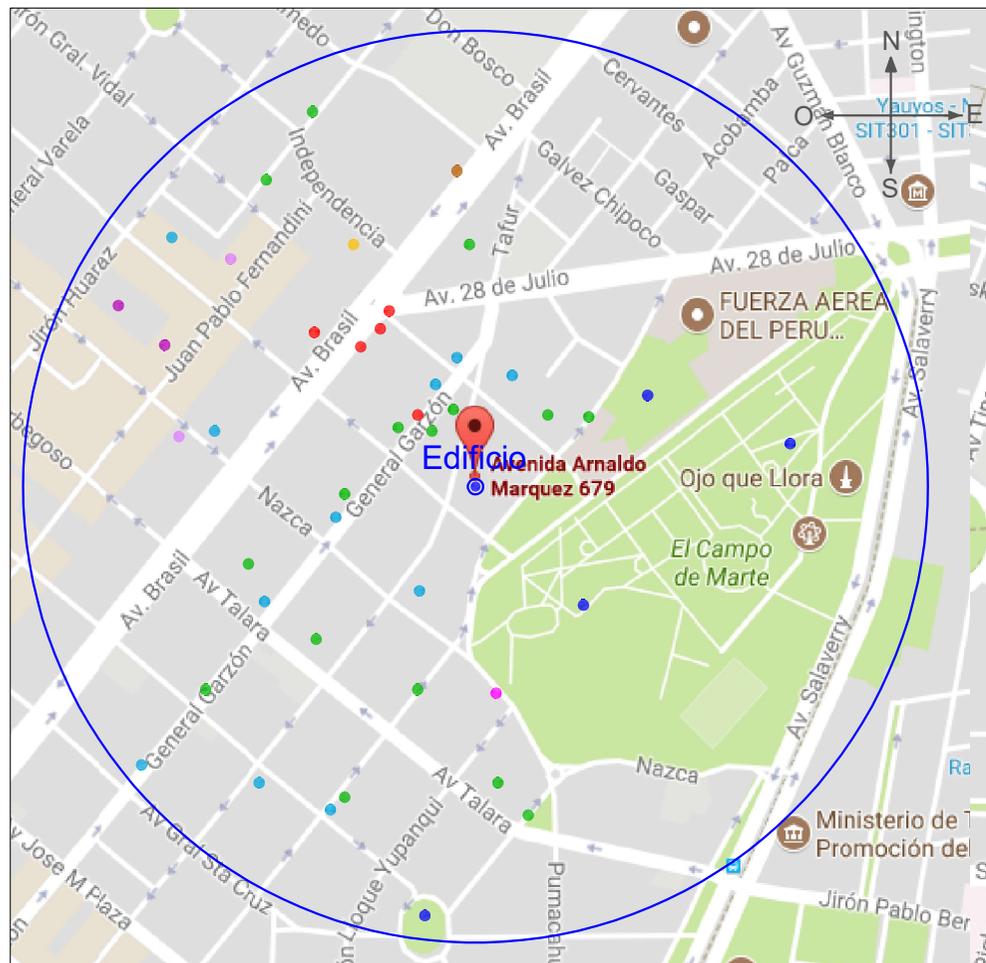
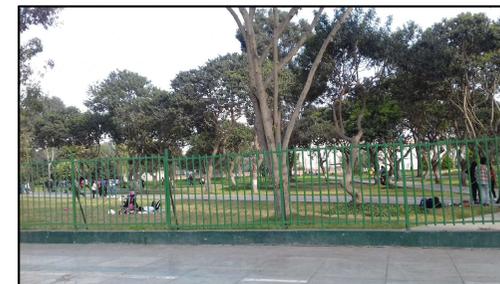
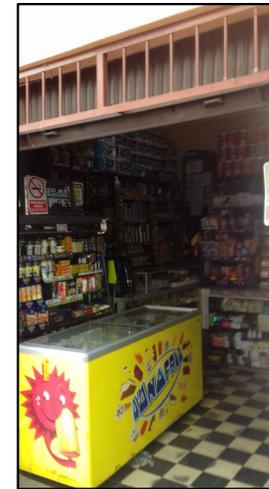
Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios básicos cercanos Anexo:

Ubicación: Manzana "L", Lote N° 39, Asociación "Santa Rosa", SMP N° Edificio: 12

03

Panel fotográfico



Ubicación de servicios básicos

Escala: 1 / 10,000

BODEGAS
COLEGIOS
FARMACIAS
GIMNASIOS
SUPERMERCADO
UNIVERSIDAD
IGLESIA
INSTITUTO SUPERIOR
MERCADOS
PARQUES
RESTAURANTES
CLINICAS
HOSPITALES
POSTAS MEDICAS
TEMPLOS DE ORACION

Legenda de colores

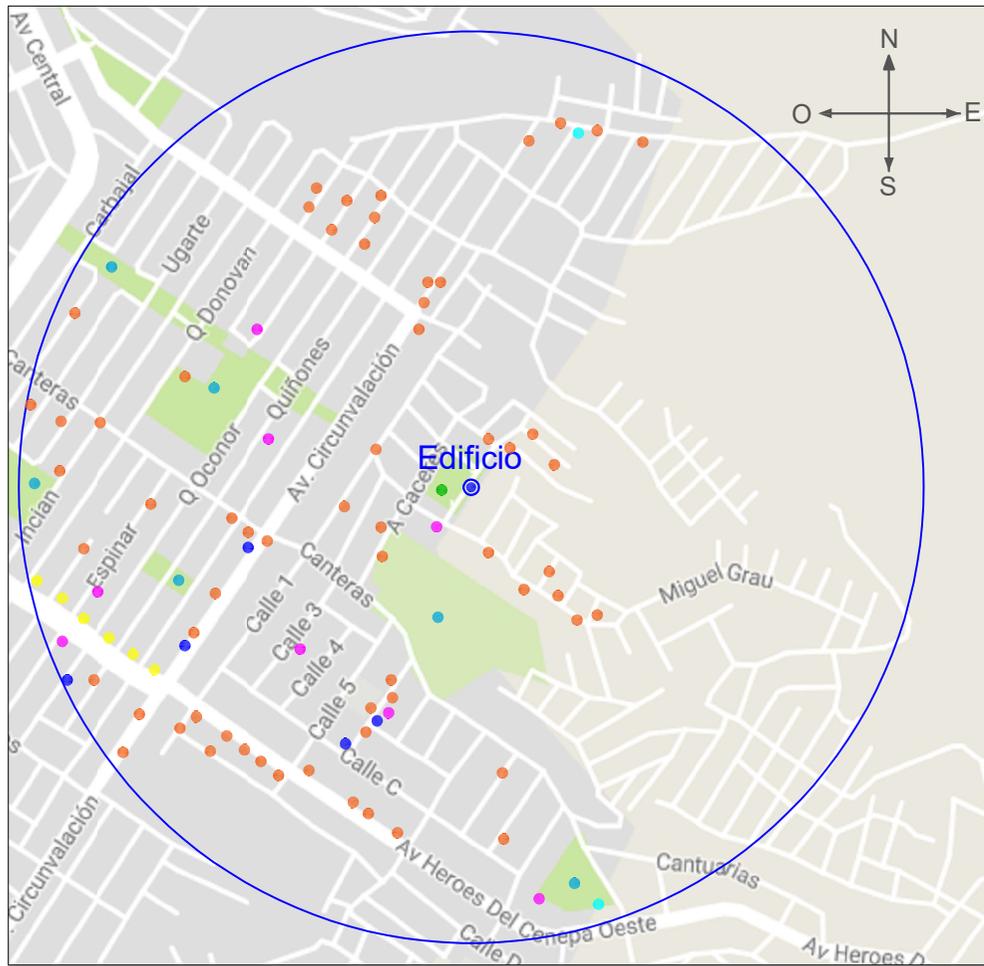


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios básicos cercanos Anexo: 03

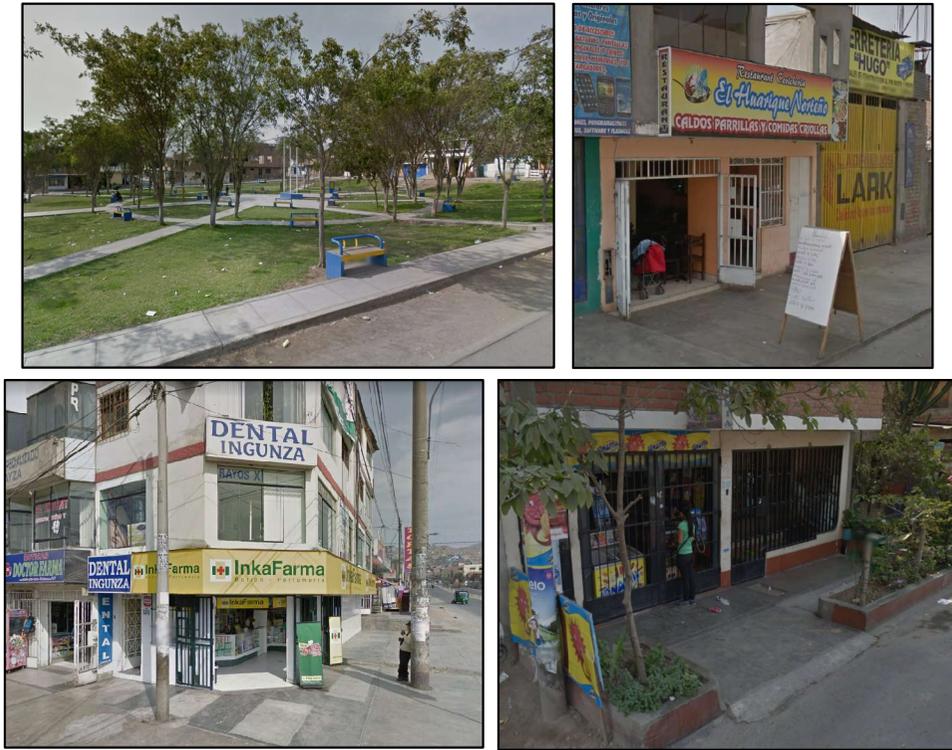
Ubicación: Av. Arnaldo Márquez N° 679, Jesús María N° Edificio: 13



BODEGAS
COLEGIOS
FARMACIAS
GIMNASIOS
SUPERMERCADO
UNIVERSIDAD
IGLESIA
INSTITUTO SUPERIOR
MERCADOS
PARQUES
RESTAURANTES
CLINICAS
HOSPITALES
POSTAS MEDICAS
TEMPLOS DE ORACION

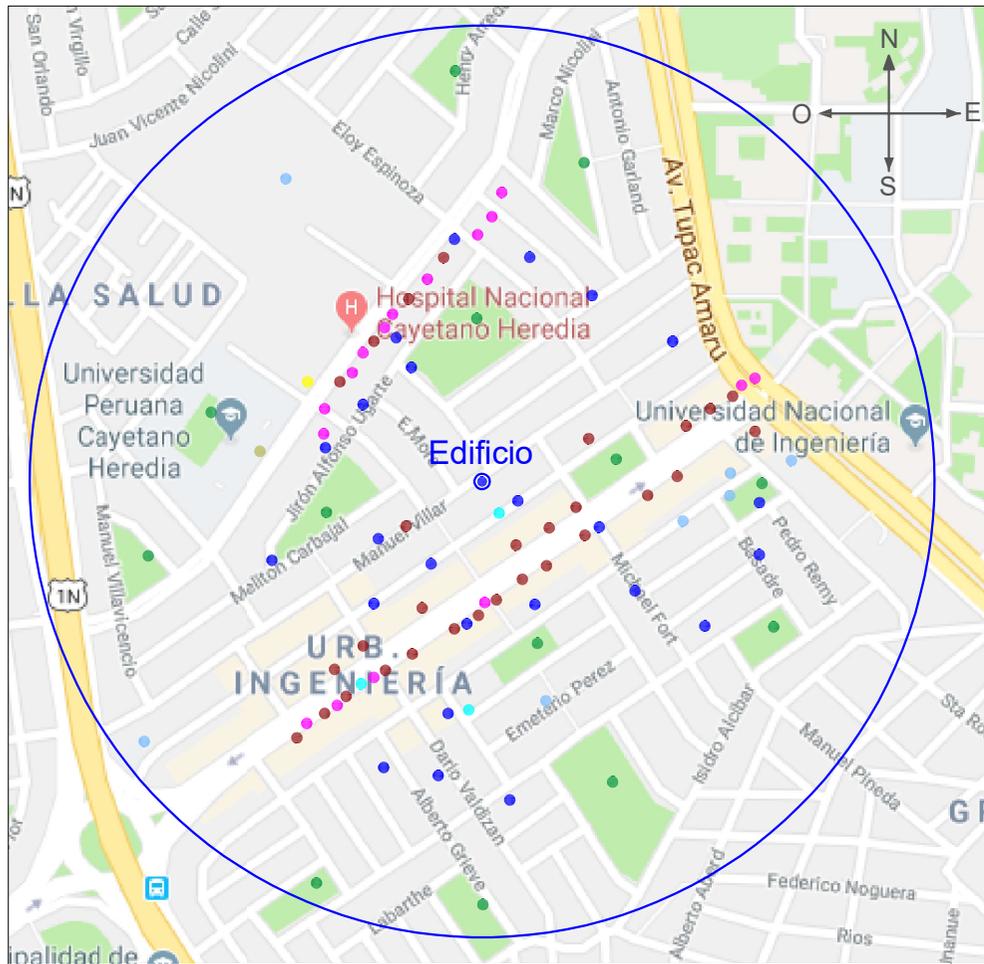
Legenda de colores

Panel fotográfico



Ubicación de servicios básicos
Escala: 1 / 10,000

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil		
	Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"		
Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Servicios básicos cercanos
Ubicación:	AA.HH. "27 de marzo", Mz. "S", Lt. N° 6, San Juan de Lurigancho	N° Edificio:	14
			03



Panel fotográfico



Ubicación de servicios básicos

Escala: 1 / 10,000

SÍMBOLO	SERVICIO
■	RESTAURANT
■	BODEGA
■	MERCADO
■	UNIVERSIDAD
■	INSTITUTO SUP.
■	COLEGIO
■	FARMACIA
■	CLÍNICA
■	HOSPITAL
■	PARQUE
■	GIMNASIO
■	IGLESIA
■	TEMPLO DE O.

Leyenda de colores



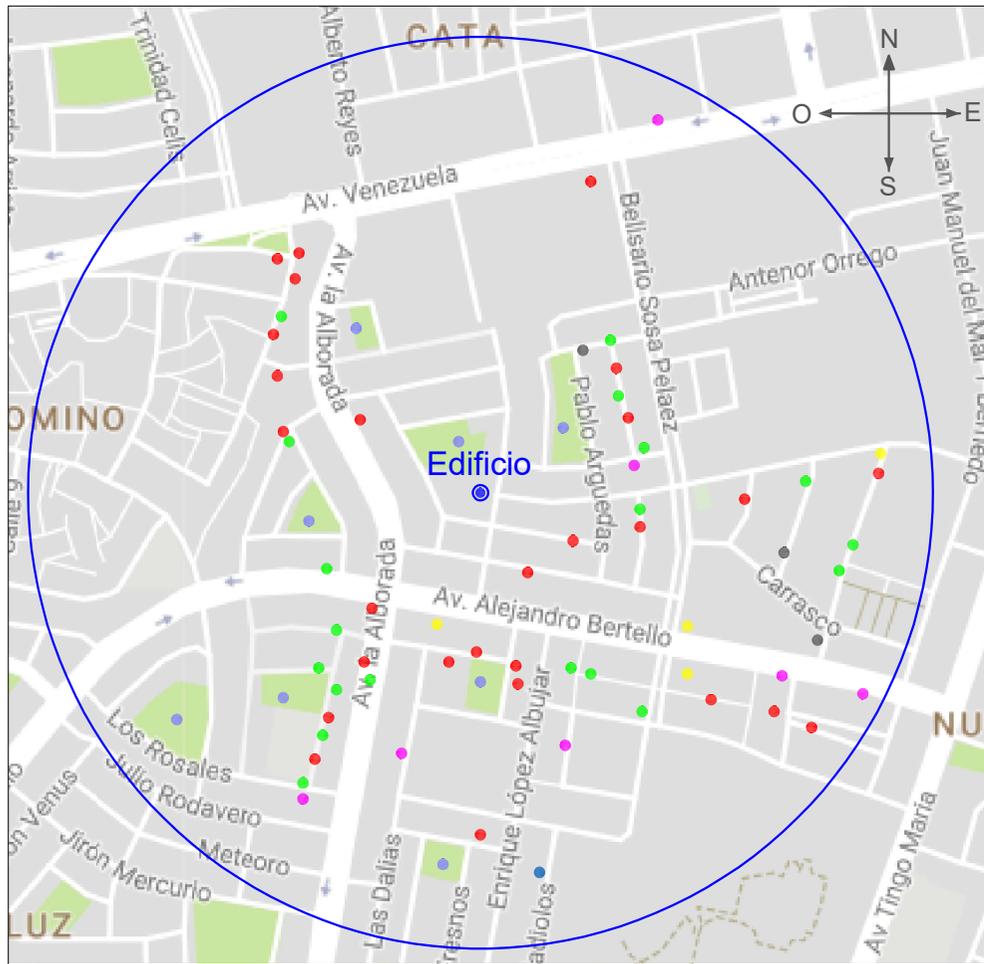
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios básicos cercanos Anexo: 03

Ubicación: Calle Manuel Villar N° 269, San Martín de Porres N° Edificio: 16



Leyenda de colores

Panel fotográfico



Ubicación de servicios básicos

Escala: 1 / 10,000

Servicios Básicos	
Red	35 bodegas
Green	1 mercado
Yellow	4 colegios
Blue	1 iglesia
Pink	10 farmacias
Light Green	21 restaurants
Black	2 gimnasios
Cyan	1 Templo de Oración
Purple	3 Clínicas
Dark Blue	10 parques

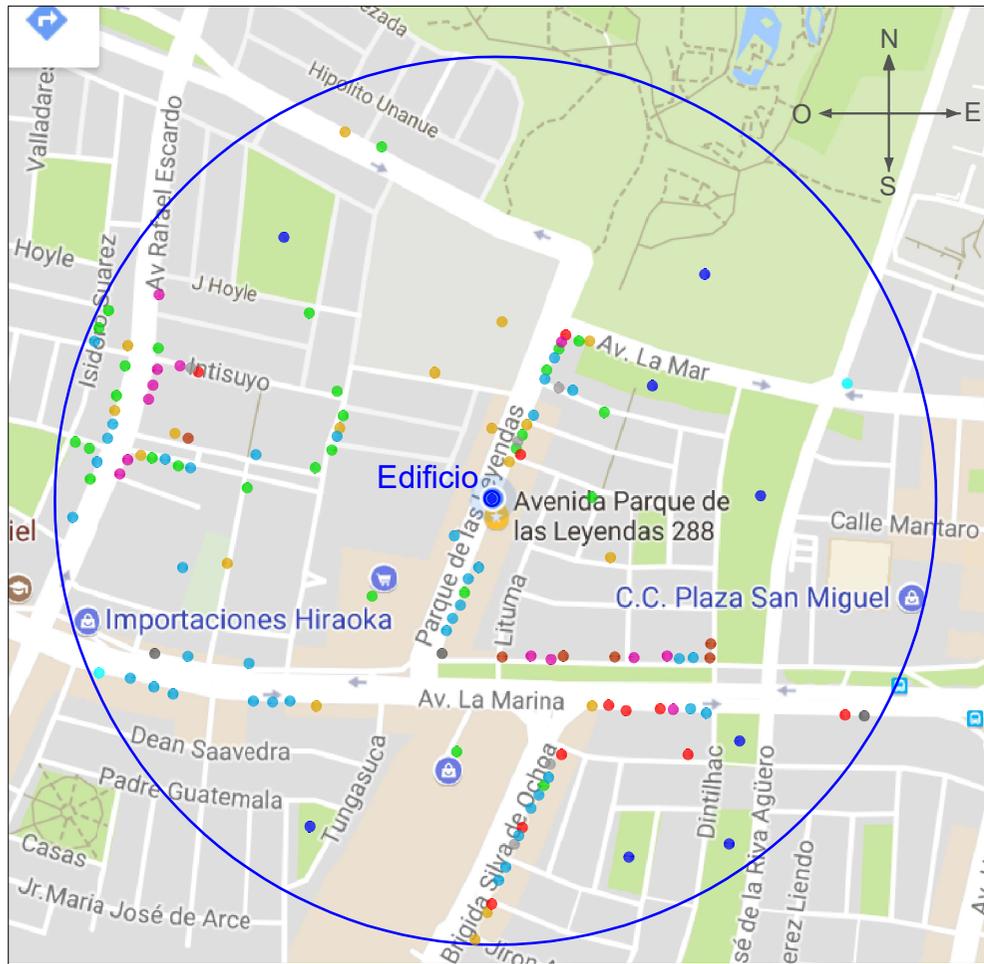


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios básicos cercanos Anexo: 03

Ubicación: Jirón Manuel Casos N° 1287, Cercado de Lima N° Edificio: 17

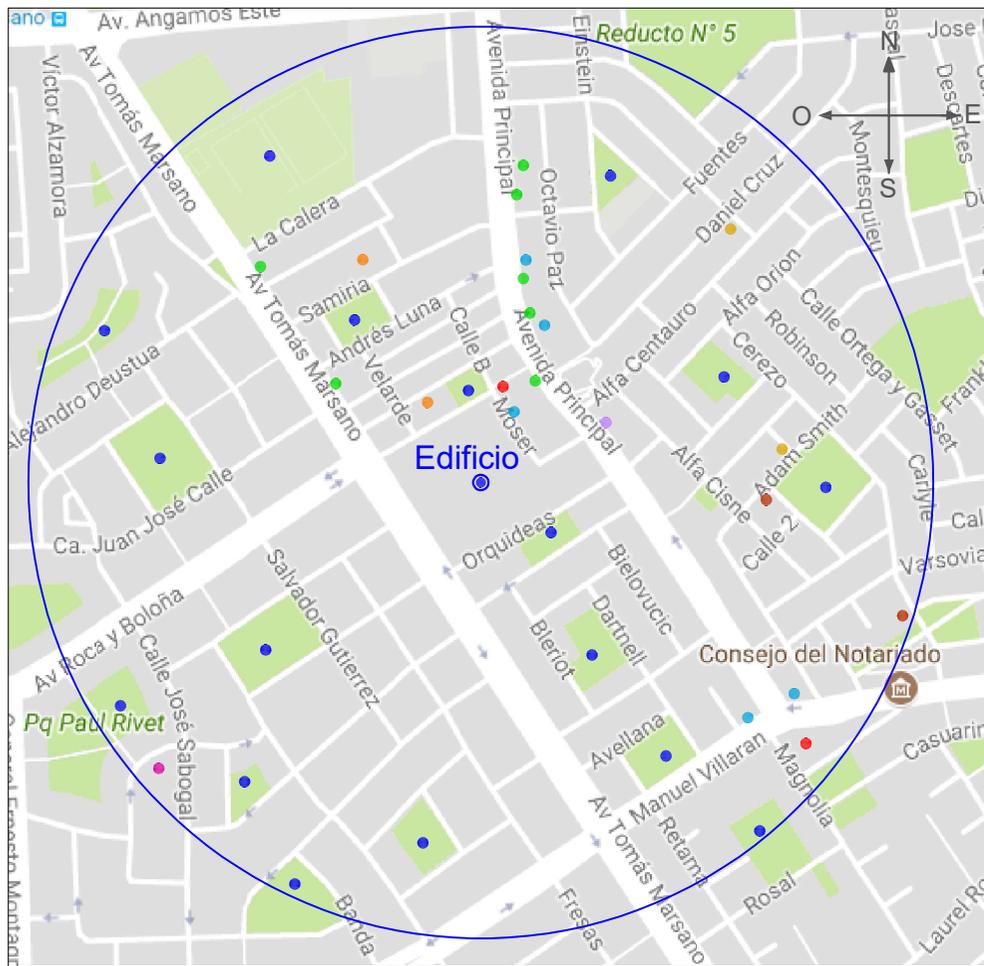


Panel fotográfico



Ubicación de servicios básicos
Escala: 1 / 10,000

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil		
	Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"		
Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Servicios básicos cercanos
Ubicación:	Av. Parque de las Leyendas N° 288, Dep. N° 602, San Miguel	N° Edificio:	18
			03



Panel fotográfico



Ubicación de servicios básicos
Escala: 1 / 10,000

BODEGAS
COLEGIOS
FARMACIAS
POLICLÍNICO
SUPERMERCADO
IGLESIA
MERCADOS
PARQUES
RESTAURANTES
CENTRO COMERCIAL

Legenda de colores

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil		
	Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"		
Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Servicios básicos cercanos
Ubicación:	Calle Valdemar Moser N° 602, Departamento N° 504, Surquillo	N° Edificio:	19
			03

ANEXO 04: SERVICIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO CERCANOS A EDIFICIOS EVALUADOS



Ubicación de estaciones de transporte público
Escala: 1 / 12,500

Panel fotográfico



Paradero N° 01



Paradero N° 02



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios de transporte público Anexo:

Ubicación: Jr. Coronel Inclán 106, Urb. Los Libertadores, San Martín de Porres

N° Edificio: 02

04



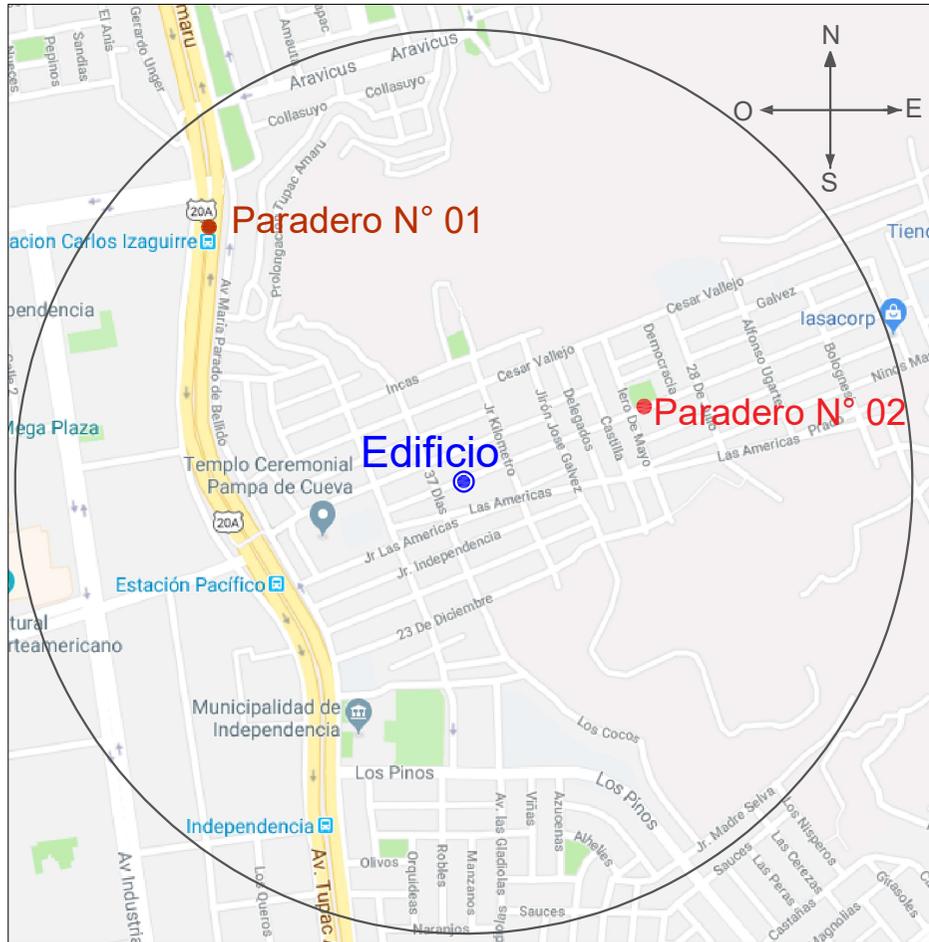
Ubicación de estaciones de transporte público
Escala: 1 / 12,500

Panel fotográfico



Paradero N° 01

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil</p>		
<p>Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"</p>		
Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano: Servicios de transporte público
Ubicación:	Avenida Alcazar N° 102, Rímac	N° Edificio: 03
		04



Ubicación de estaciones de transporte público
Escala: 1 / 12,500

Panel fotográfico



Paradero N° 01



Paradero N° 02



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios de transporte público Anexo:

Ubicación: Av. 17 de noviembre N° 240, Independencia

N° Edificio: 04

04



Ubicación de estaciones de transporte público
Escala: 1 / 12,500

Panel fotográfico



Paradero N° 01



Paradero N° 02



Paradero N° 03



Paradero N° 04

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil</p>		
<p>Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"</p>		
Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano: Servicios de transporte público
Ubicación:	Av. Los Olivos, cuadra 11, San Martín de Porres	N° Edificio: 05
		04



Ubicación de estaciones de transporte público
Escala: 1 / 12,500

Panel fotográfico



Paradero N° 01



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

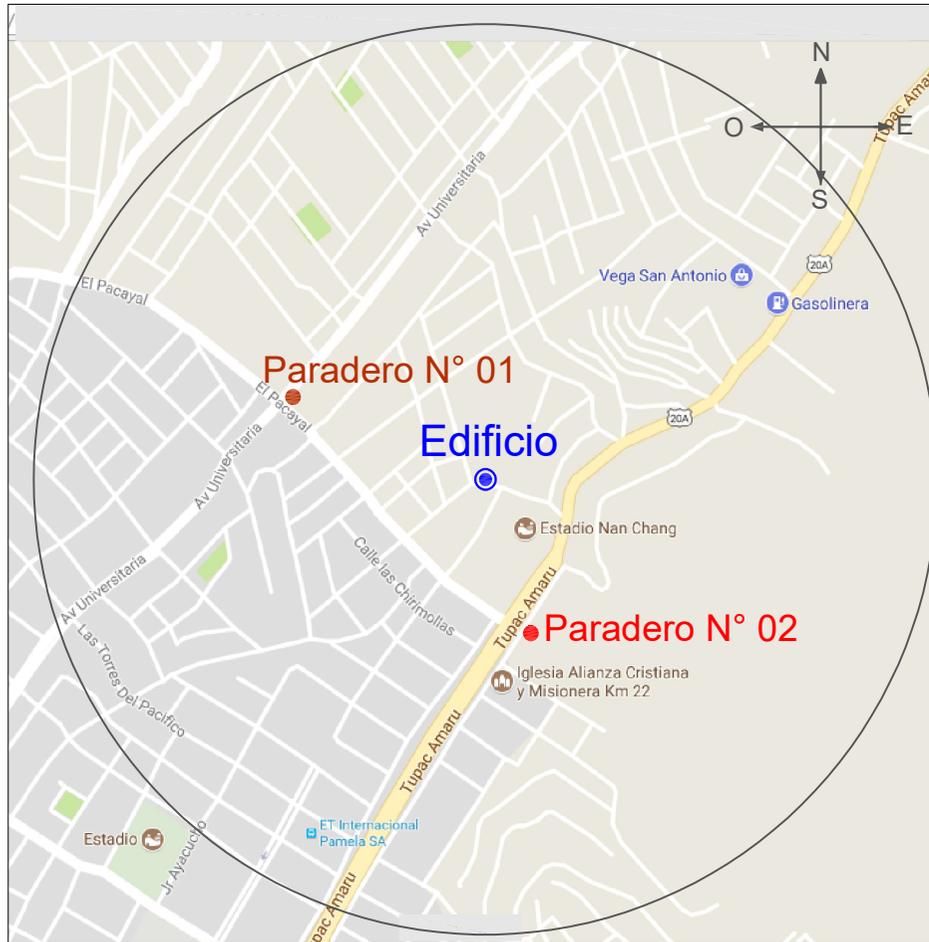
Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios de transporte público

Ubicación: Manzana "Y", lote N° 6, parque industrial "El asesor", Ate Vitarte

N° Edificio: 06

Anexo:

04

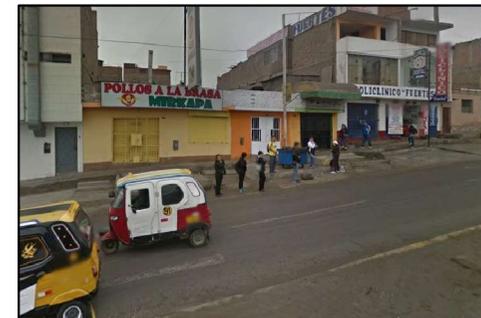


Ubicación de estaciones de transporte público
Escala: 1 / 12,500

Panel fotográfico



Paradero N° 01



Paradero N° 02



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

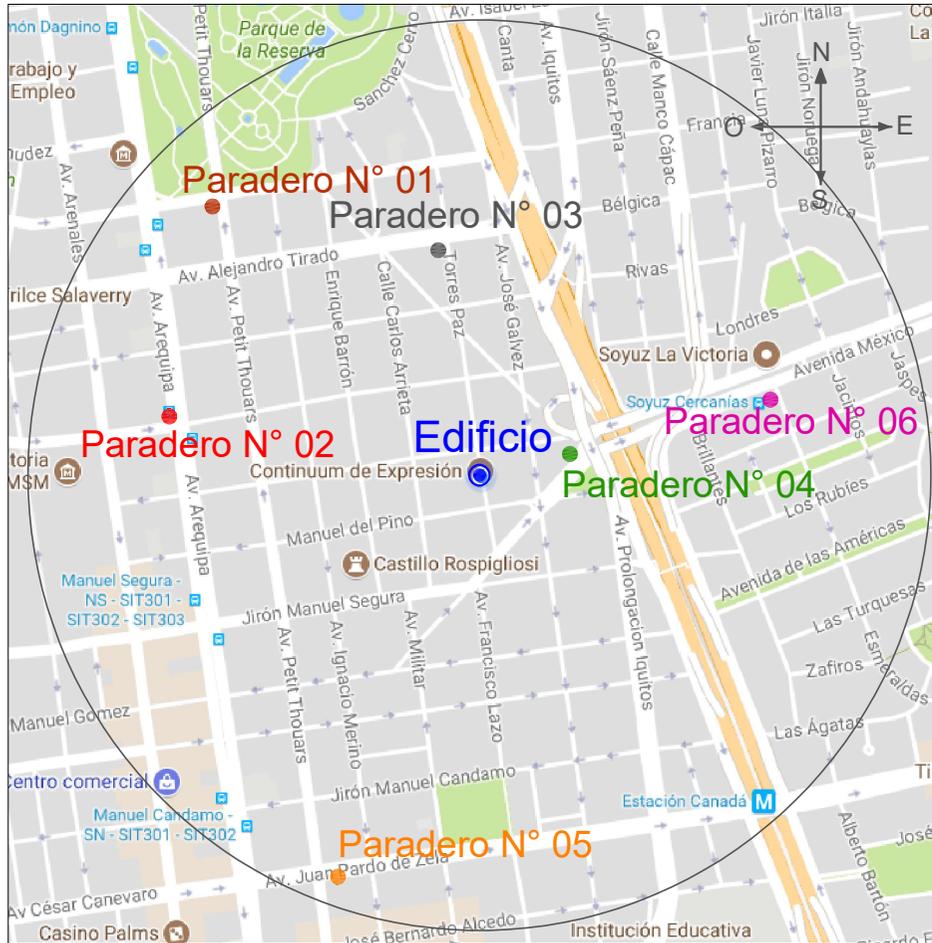
Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios de transporte público

Ubicación: Avenida El Pacayal, Manzana D, Lote 20, Carabayllo

N° Edificio: 07

Anexo:
04

Panel fotográfico



Ubicación de estaciones de transporte público

Escala: 1 / 12,500



Paradero N° 01



Paradero N° 02



Paradero N° 03



Paradero N° 04



Paradero N° 05



Paradero N° 06



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios de transporte público

Ubicación: Calle Torres Paz N° 1333, Departamento 401, Cercado de Lima

N° Edificio: 08

Anexo:
04

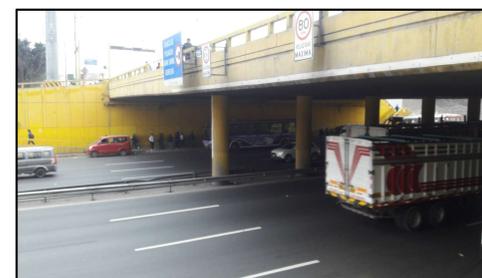


Ubicación de estaciones de transporte público
Escala: 1 / 12,500

Panel fotográfico



Paradero N° 01



Paradero N° 02



Paradero N° 03



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

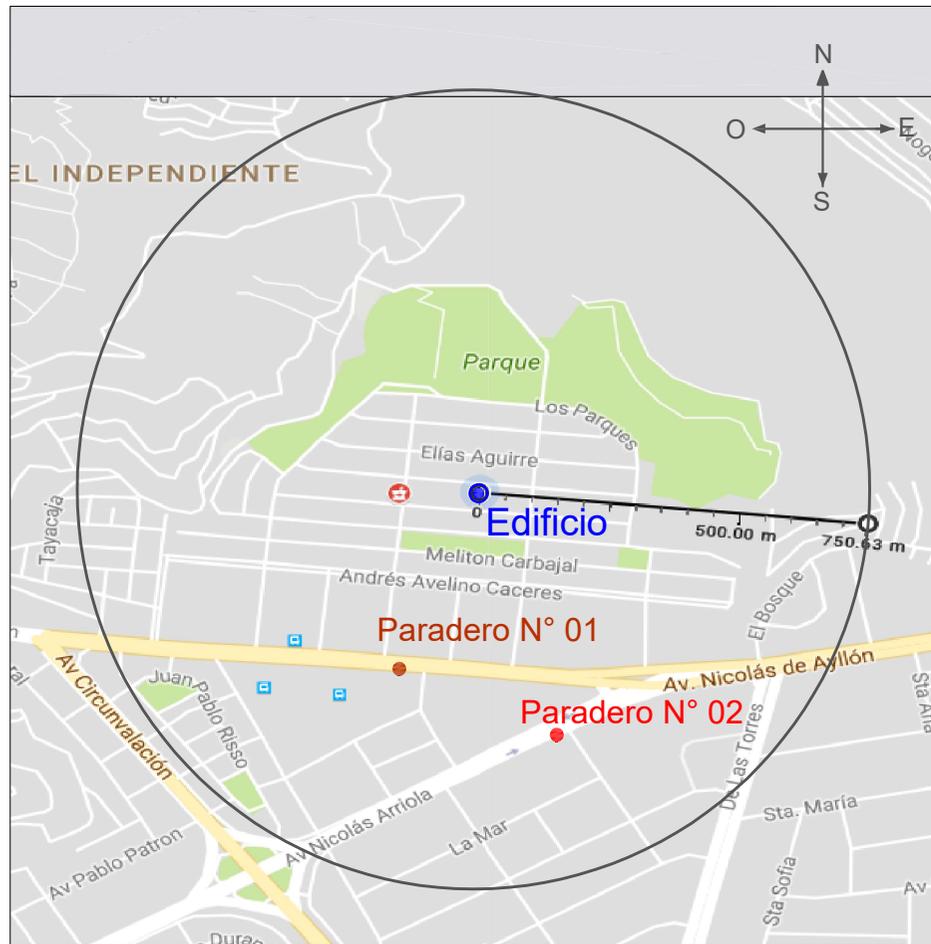
Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios de transporte público

Ubicación: Av. Circunvalación N° 627, Dep. 203 - Urb. San Ignacio de Monterrico

N° Edificio: 09

Anexo: **04**



Ubicación de estaciones de transporte público
Escala: 1 / 12,500

Panel fotográfico



Paradero N° 01



Paradero N° 02



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios de transporte público

Ubicación: Av. Manuel Bonemaison N° 256, Ate Vitarte

N° Edificio: 10

Anexo:
04



Ubicación de estaciones de transporte público
Escala: 1 / 12,500

Panel fotográfico



Paradero N° 01



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios de transporte público

Ubicación: Mz. "B", Lote N° 1, "Las Casuarinas del Norte", Puente Piedra

N° Edificio: 11

Anexo:

04



Ubicación de estaciones de transporte público
Escala: 1 / 12,500

Panel fotográfico



Paradero N° 01

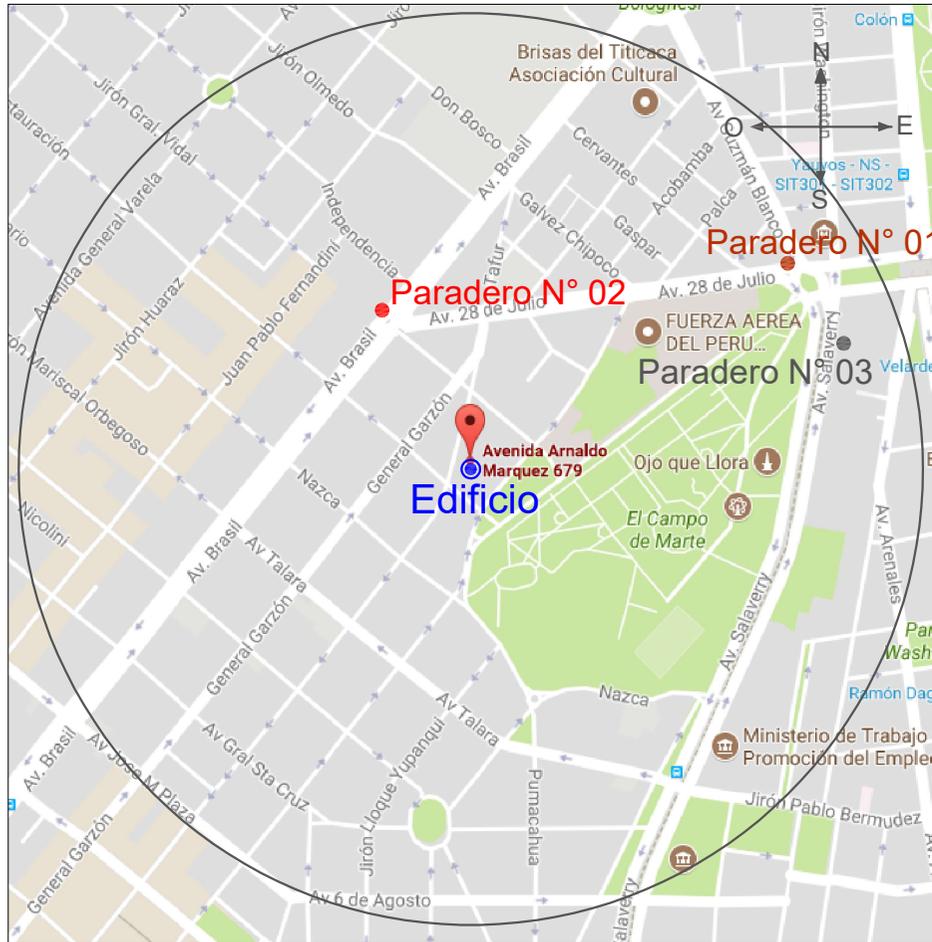


Paradero N° 02



Paradero N° 03

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil</p>	
<p>Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"</p>	
<p>Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza</p>	<p>Plano: Servicios de transporte público</p>
<p>Ubicación: Manzana "L", Lote N° 39, Asociación "Santa Rosa", SMP</p>	<p>N° Edificio: 12</p>
<p>Anexo: 04</p>	



Ubicación de estaciones de transporte público

Escala: 1 / 12,500

Panel fotográfico



Paradero N° 01



Paradero N° 02



Paradero N° 03



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios de transporte público

Ubicación: Av. Arnaldo Márquez N° 679, Jesús María

N° Edificio: 13

Anexo: **04**



Ubicación de estaciones de transporte público

Escala: 1 / 12,500

Panel fotográfico



Paradero N° 01



Paradero N° 02



Paradero N° 03



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios de transporte público

Ubicación: AA.HH. "27 de marzo", Mz. "S", Lt. N° 6, San Juan de Lurigancho

N° Edificio: 14

Anexo:
04



Ubicación de estaciones de transporte público
Escala: 1 / 12,500

Panel fotográfico



Paradero N° 01



Paradero N° 02

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil</p>		
<p>Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"</p>		
Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano: Servicios de transporte público
Ubicación:	Asociación "Río Santa", Mz. "C", Lt. N° 12, Los Olivos	N° Edificio: 15
		04



Ubicación de estaciones de transporte público

Escala: 1 / 12,500

Panel fotográfico



Paradero N° 01



Paradero N° 02



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

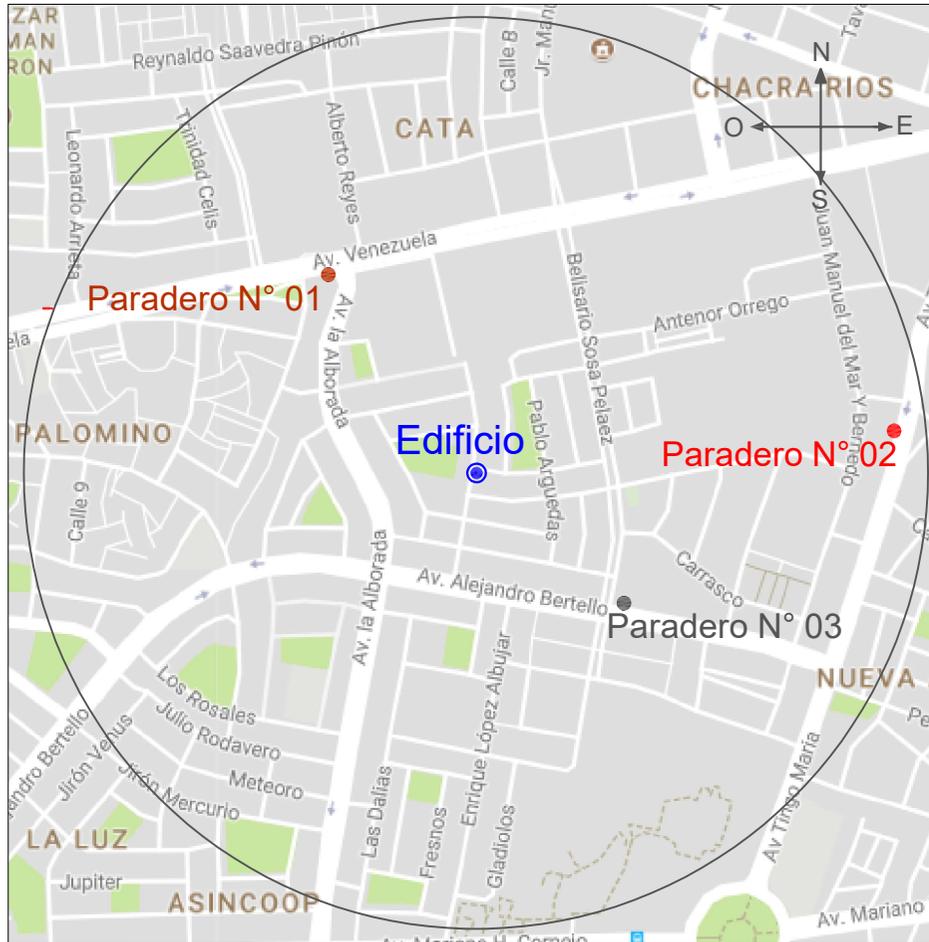
Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios de transporte público

Ubicación: Calle Manuel Villar N° 269, San Martín de Porres

N° Edificio: 16

Anexo:
04

Panel fotográfico



Ubicación de estaciones de transporte público

Escala: 1 / 12,500



Paradero N° 01



Paradero N° 02



Paradero N° 03



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

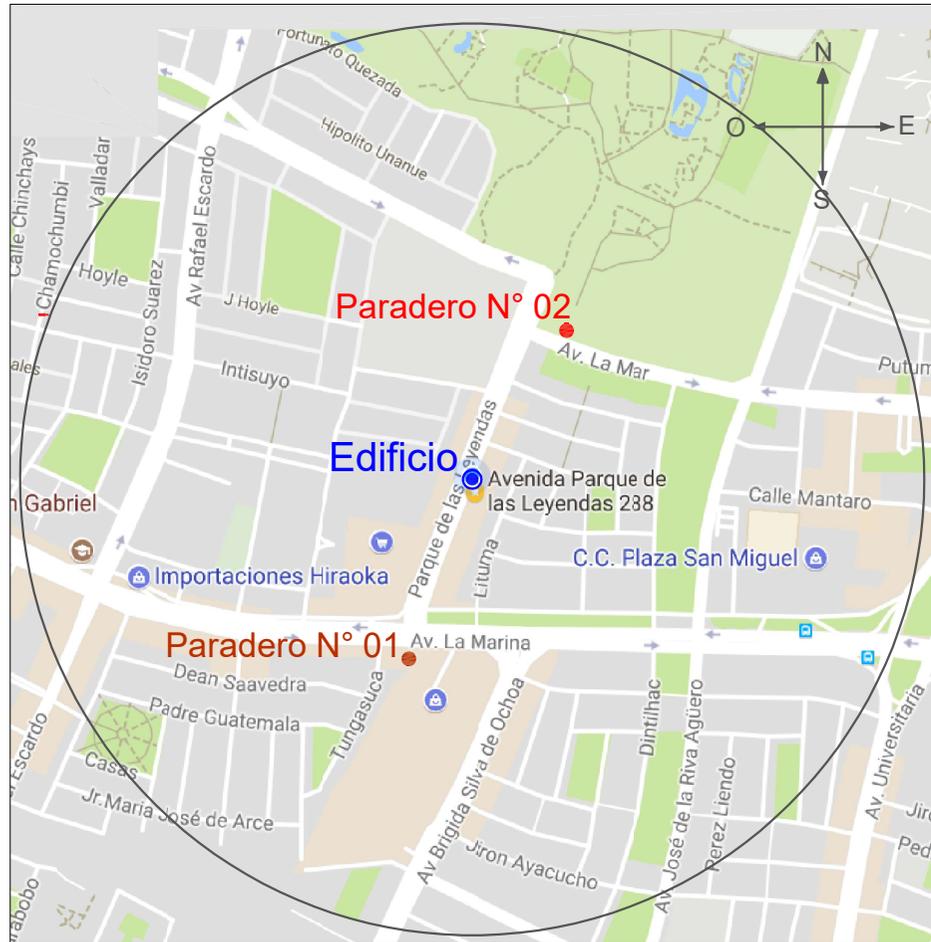
Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios de transporte público

Ubicación: Jirón Manuel Casos N° 1287, Cercado de Lima

N° Edificio: 17

Anexo:
04

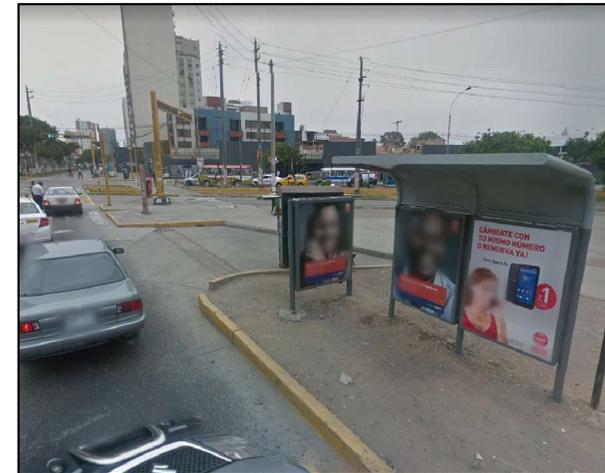
Panel fotográfico



Ubicación de estaciones de transporte público
Escala: 1 / 12,500



Paradero N° 01



Paradero N° 02



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios de transporte público Anexo:

Ubicación: Av. Parque de las Leyendas N° 288, Dep. N° 602, San Miguel

N° Edificio: 18

04



Ubicación de estaciones de transporte público
Escala: 1 / 12,500

Panel fotográfico



Paradero N° 01



Paradero N° 02



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios de transporte público

Ubicación: Calle Valdemar Moser N° 602, Departamento N° 504, Surquillo

N° Edificio: 19

Anexo:
04



Ubicación de estaciones de transporte público

Escala: 1 / 12,500

Panel fotográfico



Paradero N° 01



Paradero N° 02



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

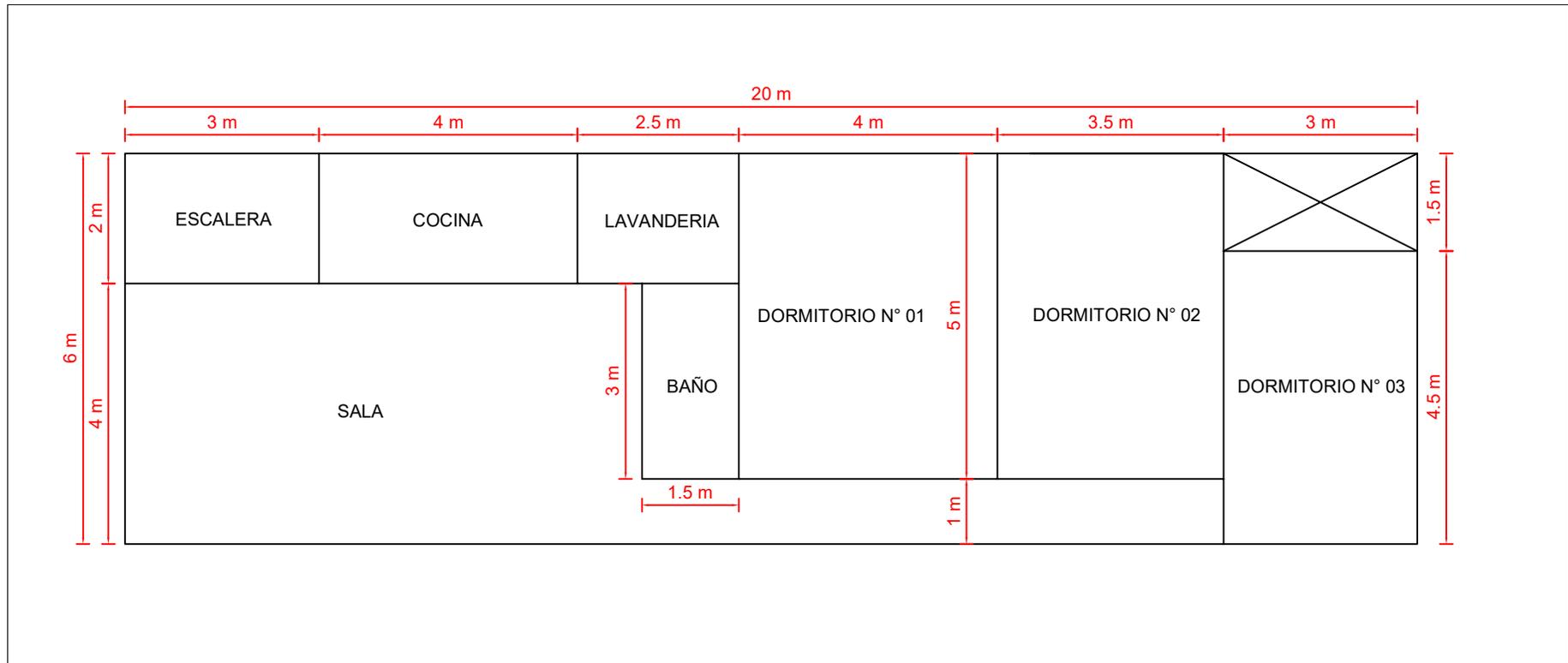
Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Servicios de transporte público

Ubicación: Las Cascadas de Javier Prado, Mz. "H", Lt. N° 18, Ate Vitarte

N° Edificio: 20

Anexo:
04

ANEXO 05: CROQUIS DE VIVIENDAS EN EDIFICIOS EVALUADOS



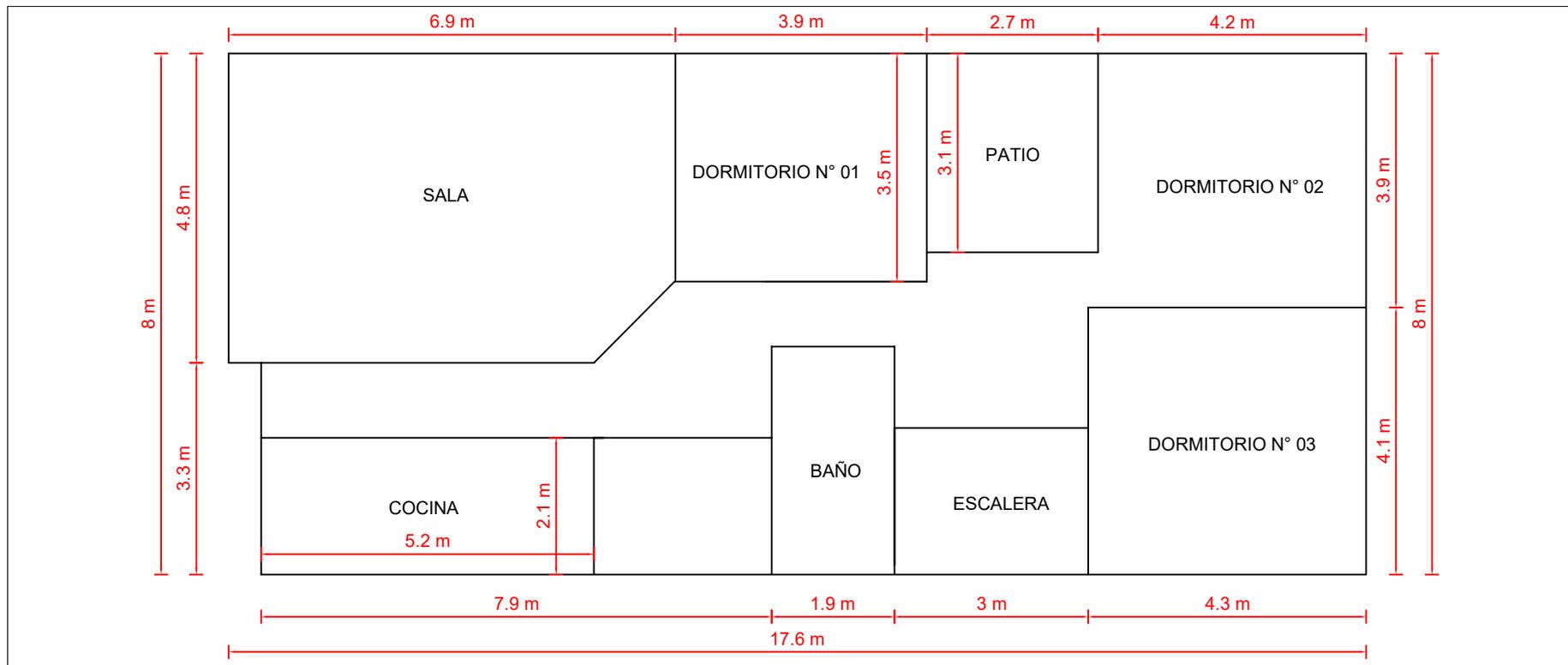
Croquis de la vivienda evaluada
Escala: 1/100



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Croquis de vivienda	Anexo:	05
Ubicación:	Manzana B-2, calle 16, lote 6, Urbanización el Pinar, Comas	N° Edificio:	01		



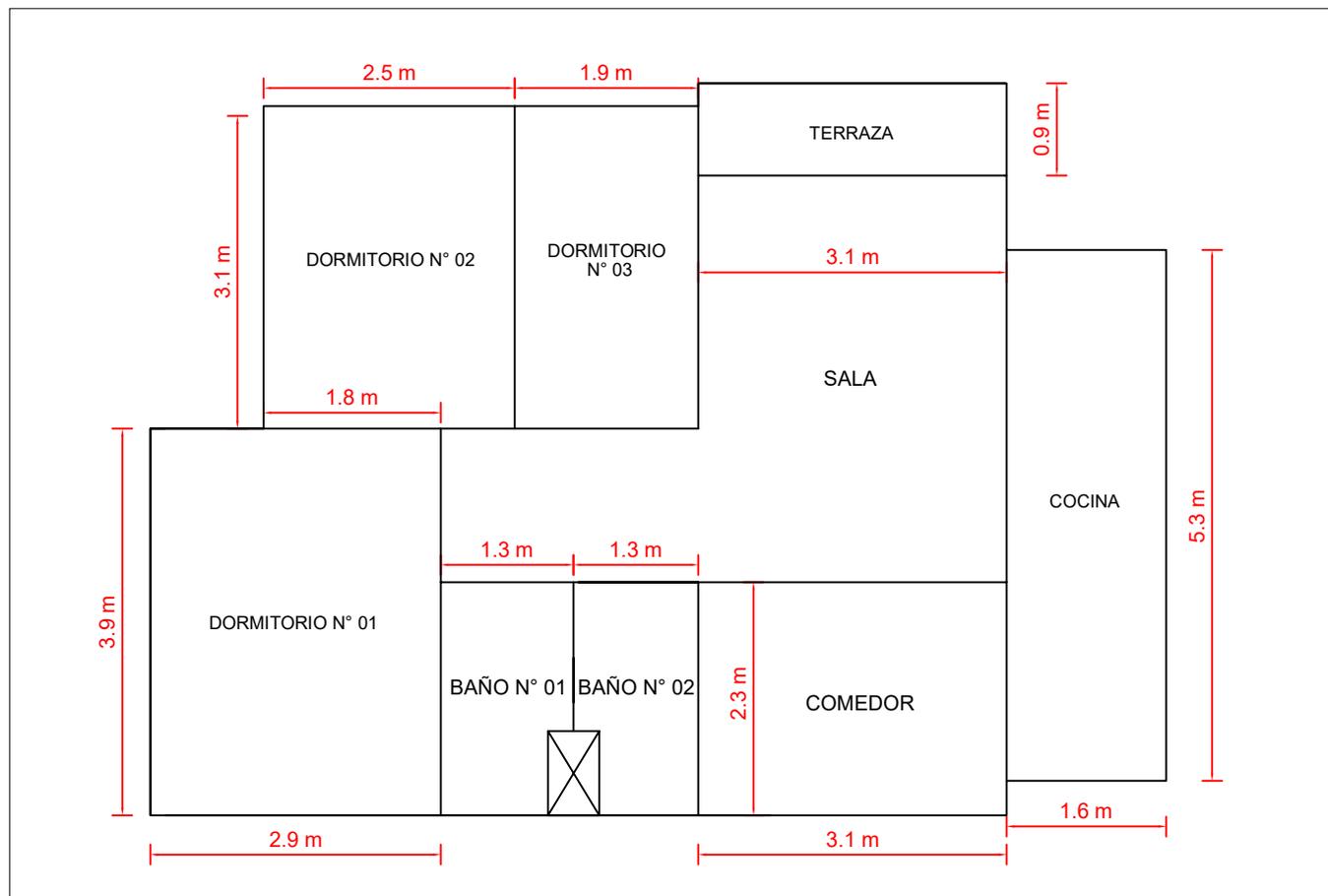
Croquis de la vivienda evaluada
Escala: 1/100



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Croquis de vivienda	Anexo:	05
Ubicación:	Jr. Coronel Inclán 106, Urb. Los Libertadores, San Martín de Porres	N° Edificio:	02		



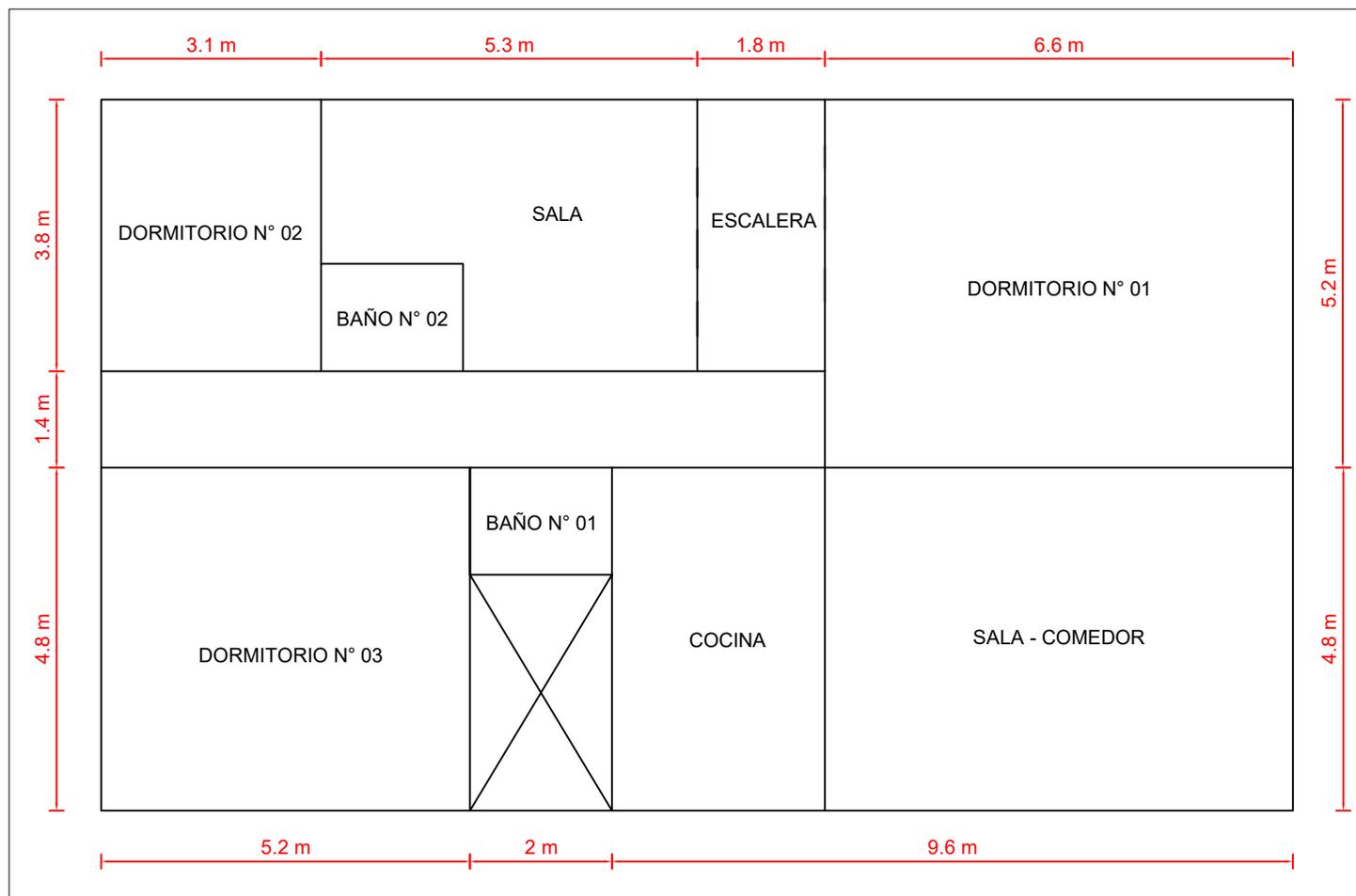
Croquis de la vivienda evaluada
Escala: 1/75



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Croquis de vivienda	Anexo:	05
Ubicación:	Avenida Alcazar N° 102, Rímac		N° Edificio:	03	



Croquis de la vivienda evaluada
Escala: 1/100

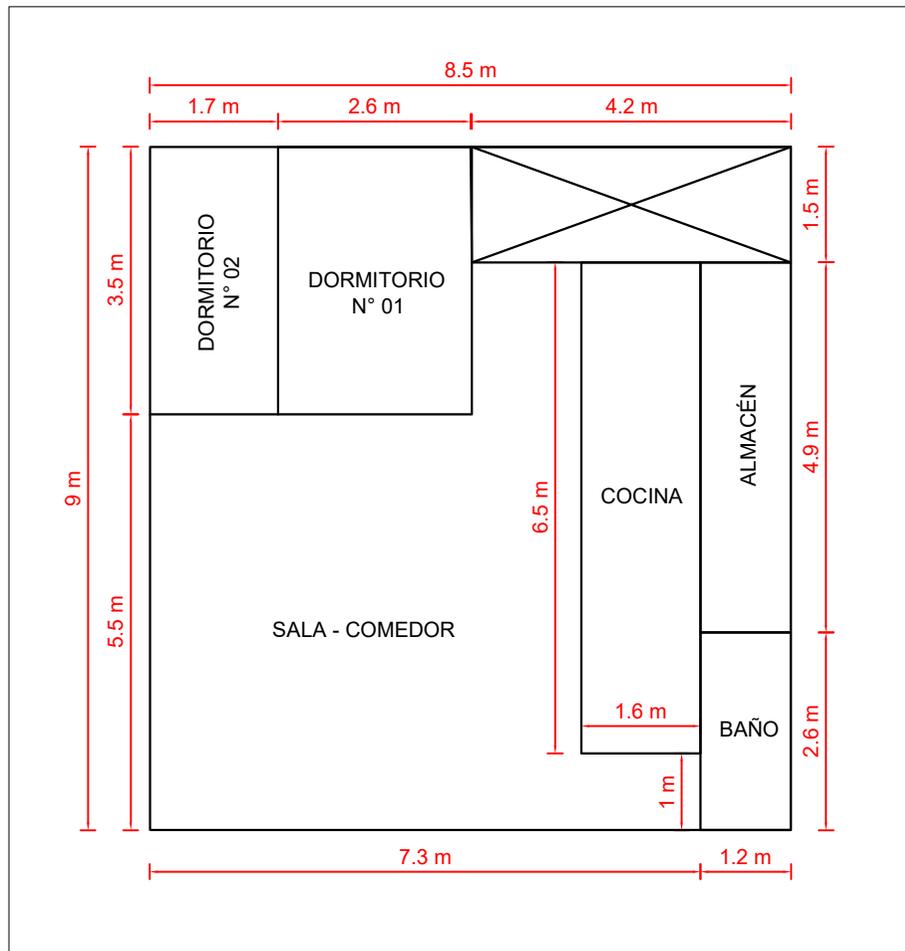


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Croquis de la vivienda Anexo: 05

Ubicación: Av. 17 de noviembre N° 240, Independencia N° Edificio: 04



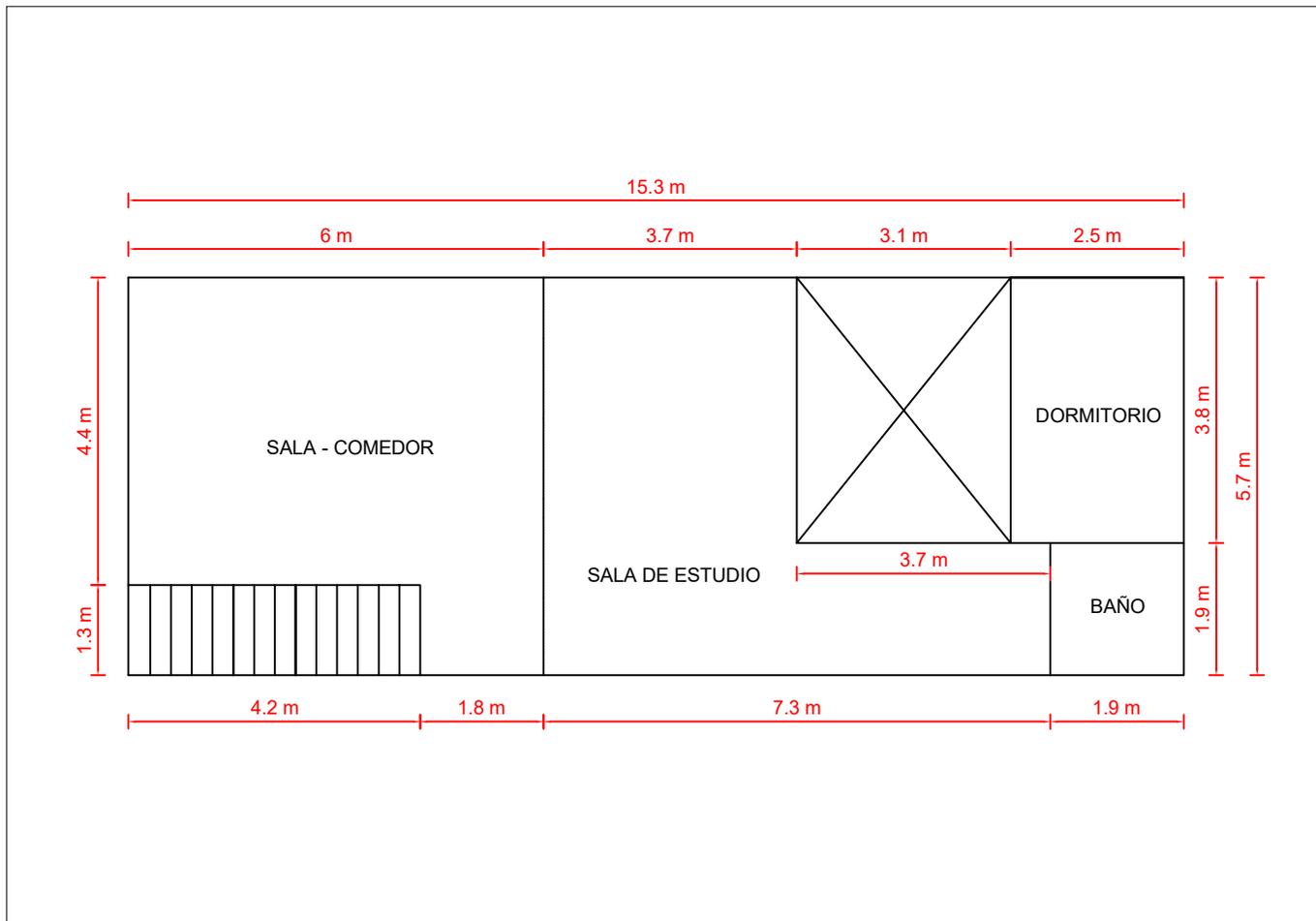
Croquis de la vivienda evaluada
Escala: 1/100



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Croquis de la vivienda	Anexo:	05
Ubicación:	Av. Los Olivos, cuadra 11, San Martín de Porres		N° Edificio:	05	



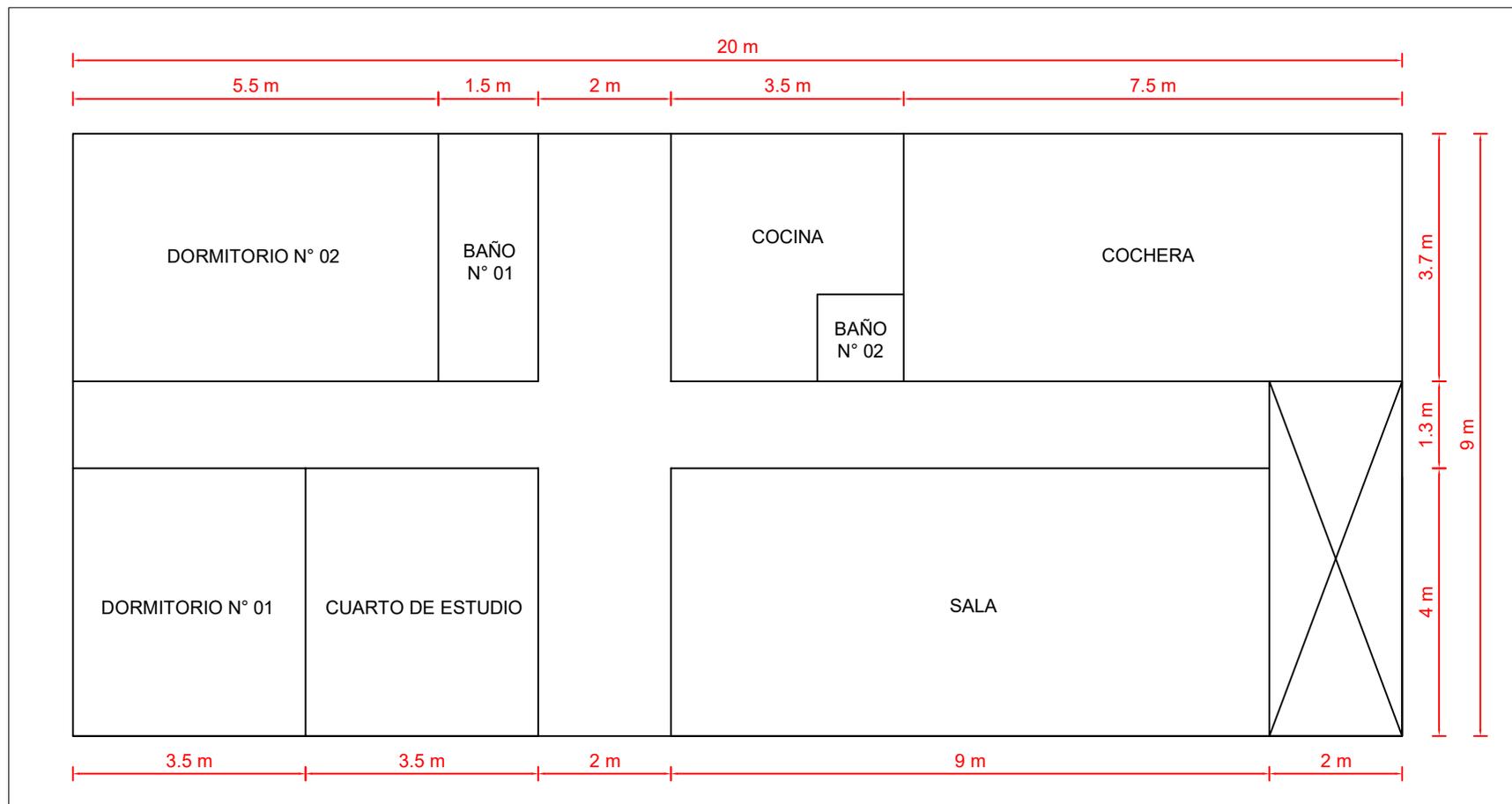
Croquis de la vivienda evaluada
Escala: 1/100



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Croquis de la vivienda	Anexo:	05
Ubicación:	Manzana "Y", lote N° 6, parque industrial "El asesor", Ate Vitarte	N° Edificio:	06		



Croquis de la vivienda evaluada

Escala: 1/100

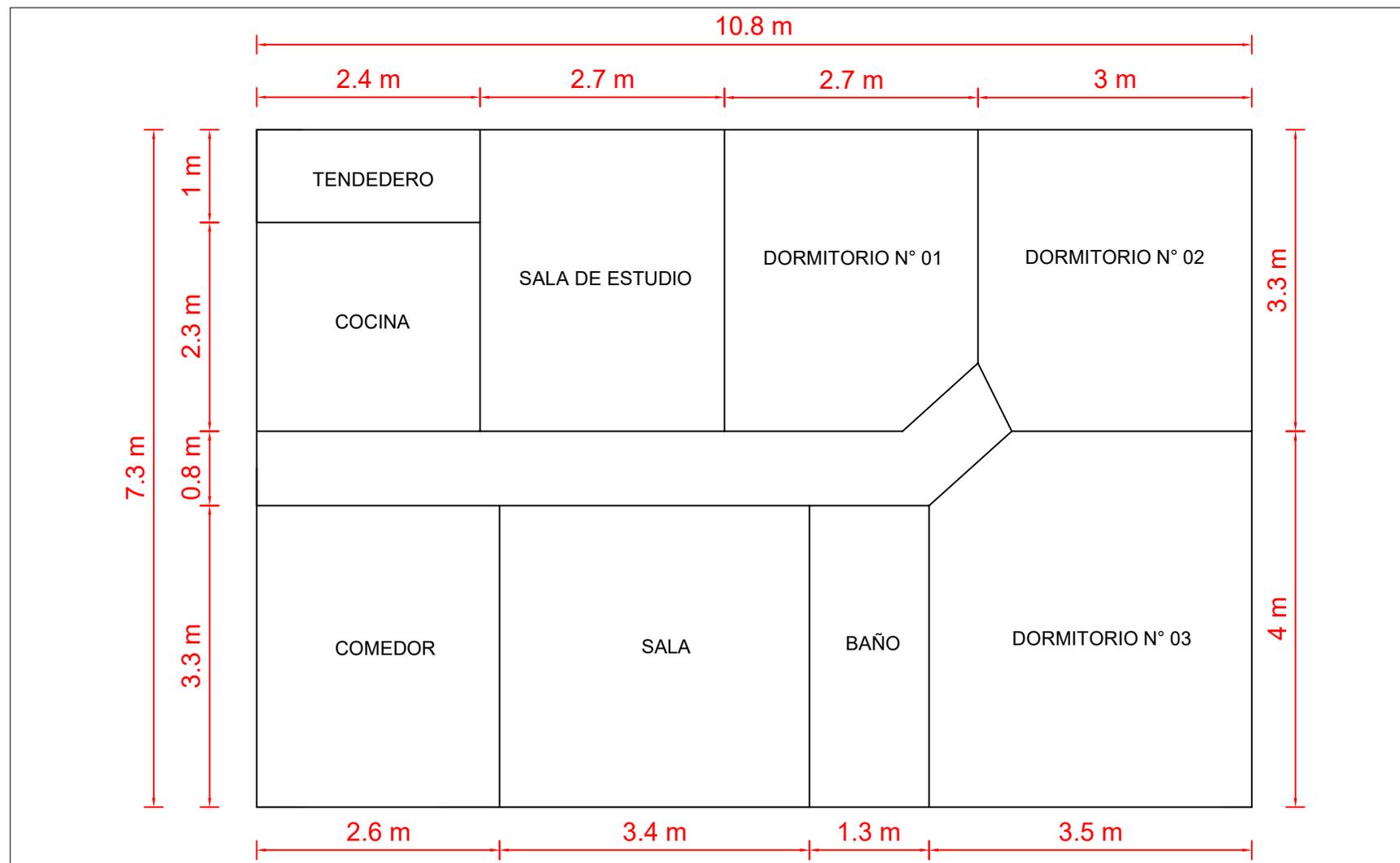


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Croquis de la vivienda Anexo: 05

Ubicación: Avenida El Pacayal, Manzana D, Lote 20, Carabayllo N° Edificio: 07



Croquis de la vivienda evaluada

Escala: 1/150

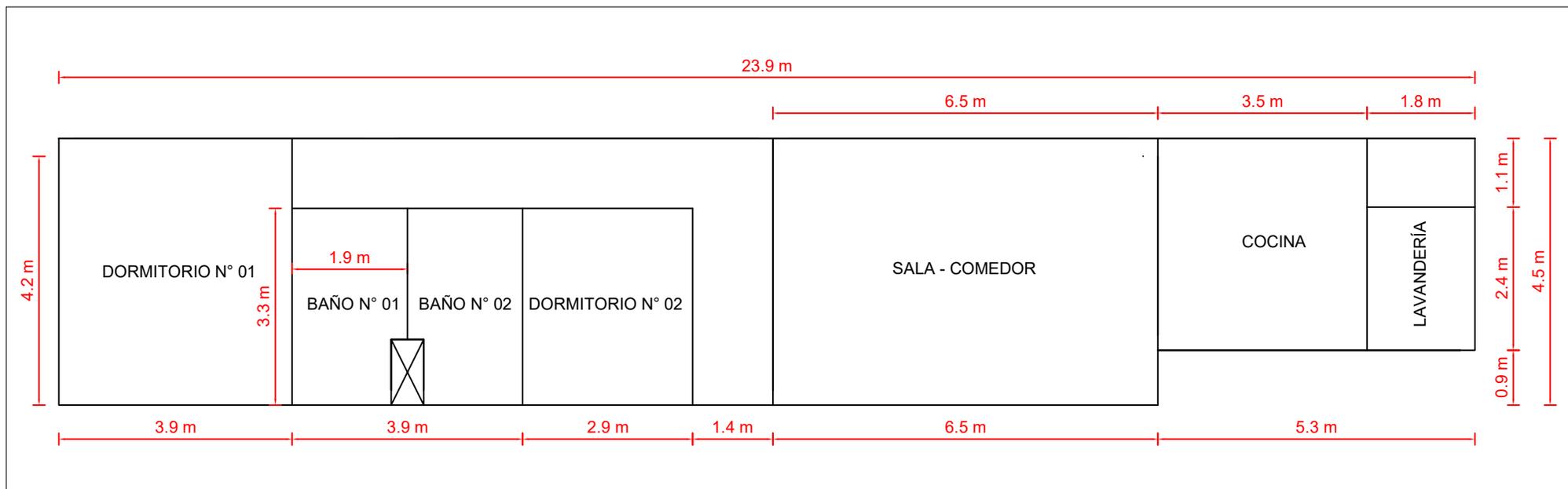


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Croquis de la vivienda Anexo: 05

Ubicación: Calle Torres Paz N° 1333, Departamento 401, Cercado de Lima N° Edificio: 08



Croquis de la vivienda evaluada
Escala: 1/100



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza

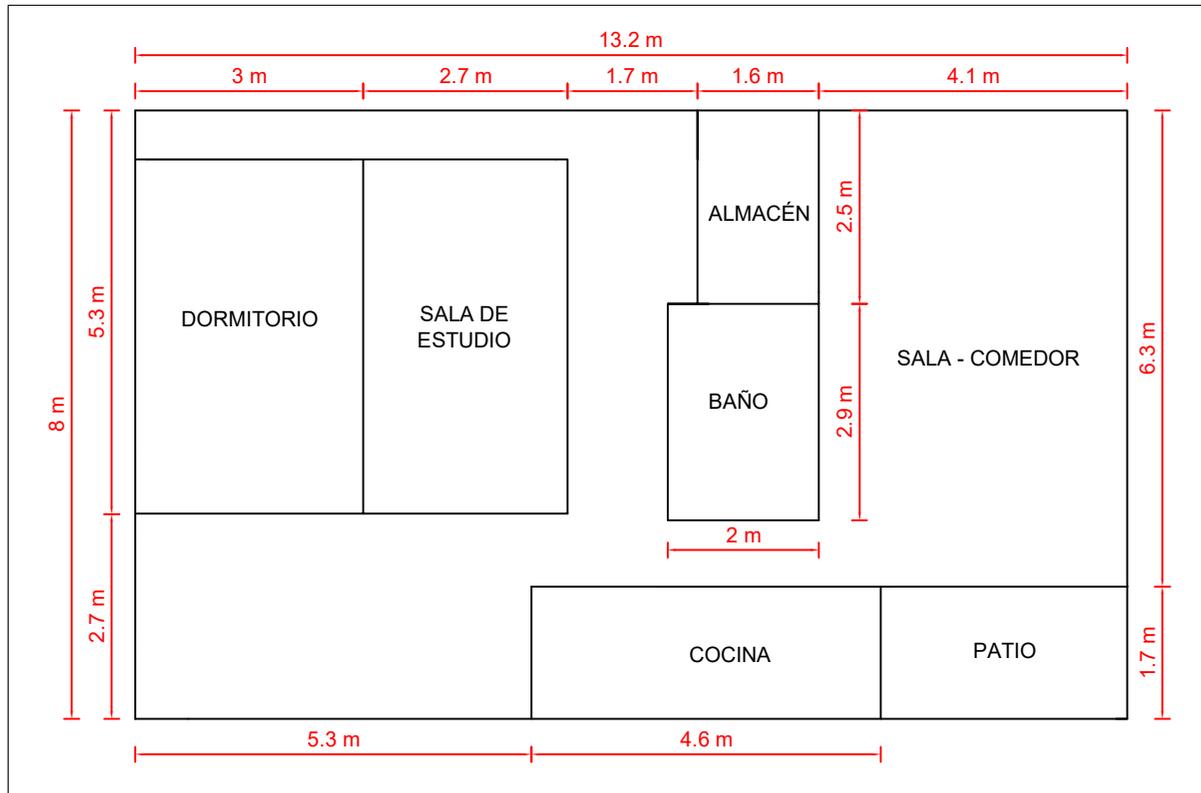
Plano: Croquis de la vivienda

Anexo:

Ubicación: Av. Circunvalación N° 627, Dep. 203 - Urb. San Ignacio de Monterrico

N° Edificio: 09

05



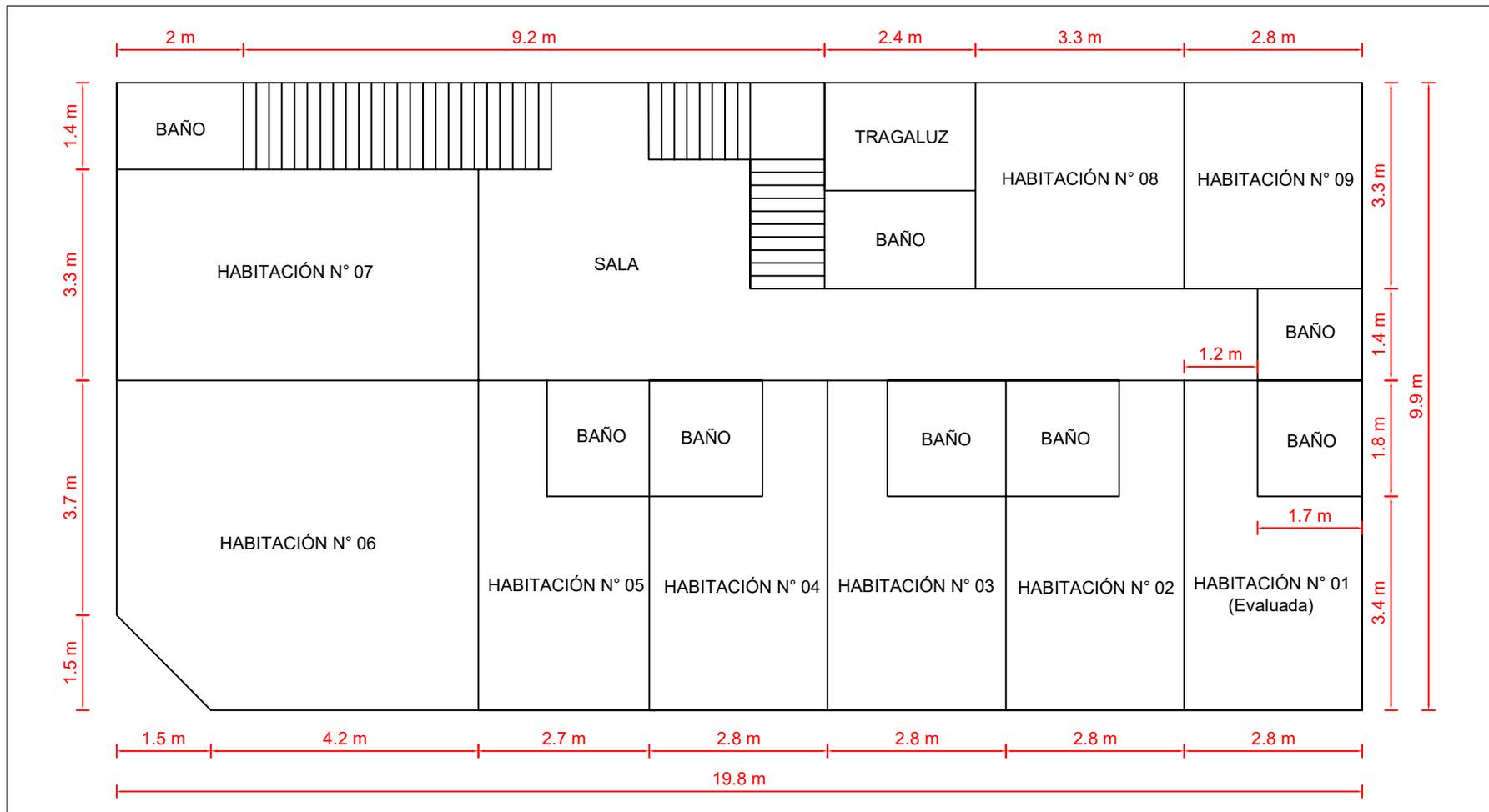
Croquis de la vivienda evaluada
Escala: 1/100



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Croquis de la vivienda	Anexo:	05
Ubicación:	Av. Manuel Bonemaison N° 256, Ate Vitarte	N° Edificio:	10		



Croquis de la vivienda evaluada
Escala: 1/100



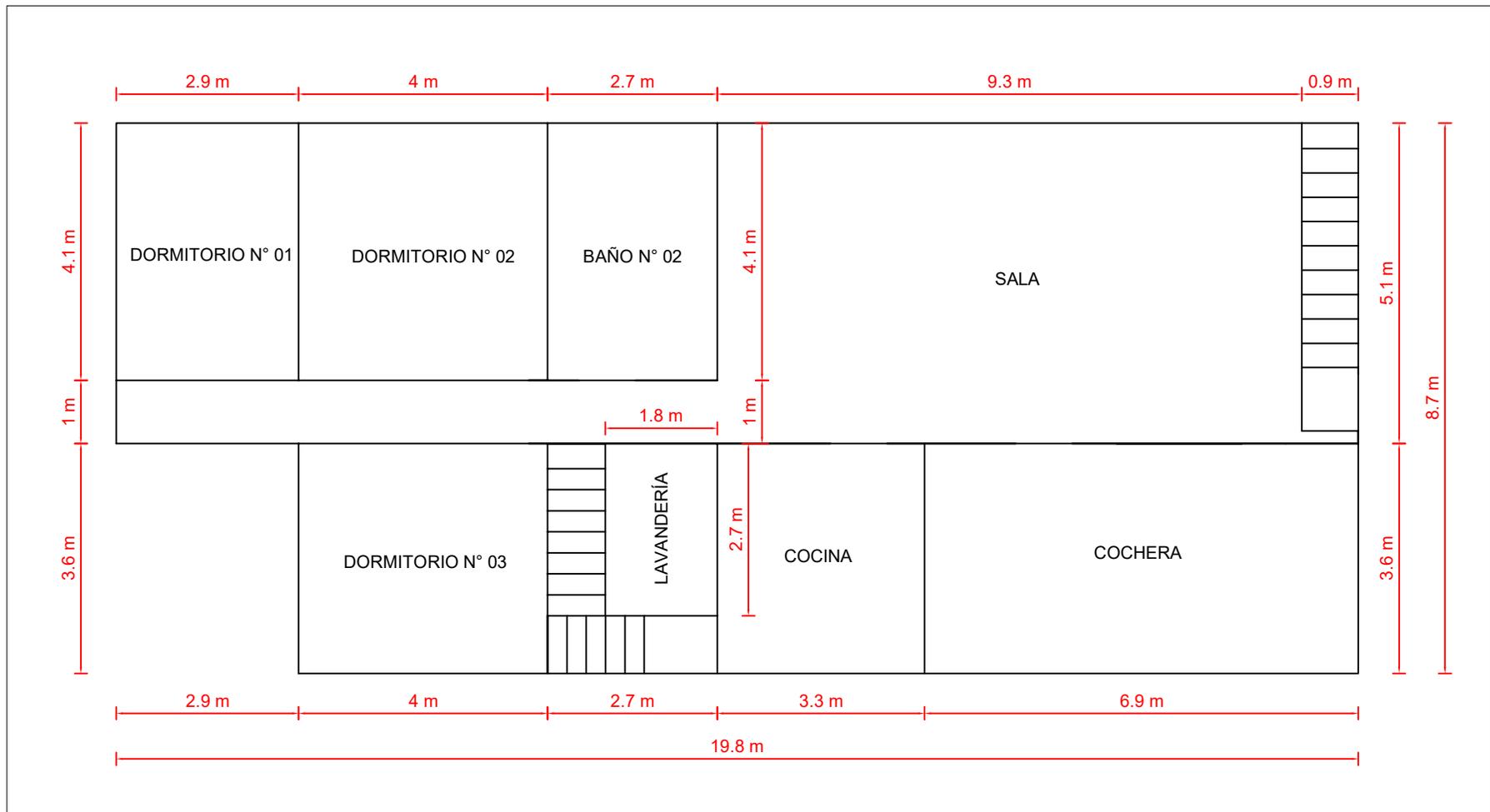
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Croquis de la vivienda

Ubicación: Mz. "B", Lote N° 1, "Las Casuarinas del Norte", Puente Piedra N° Edificio: 11

Anexo:
05



Croquis de la vivienda evaluada
Escala: 1/100

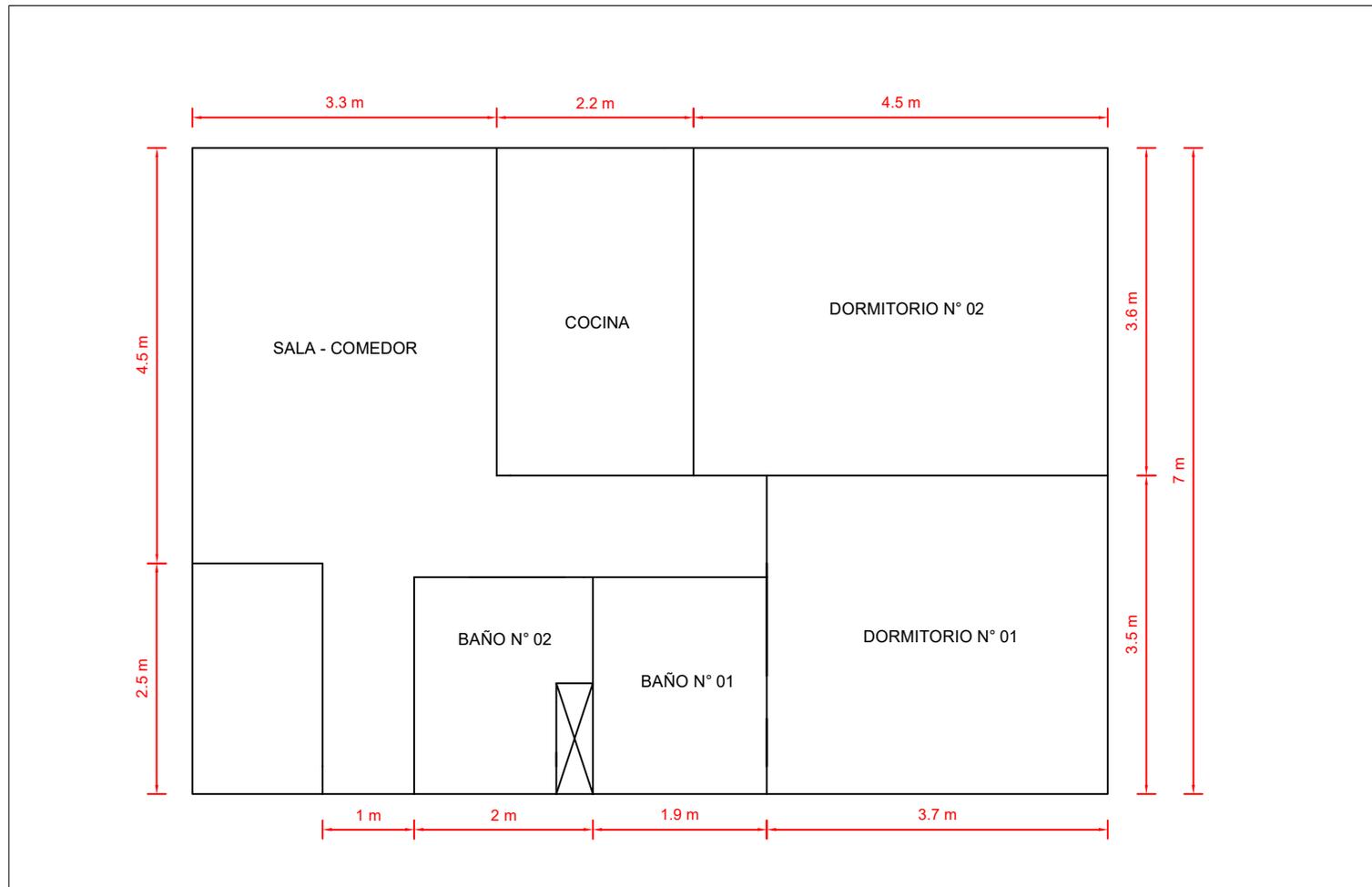


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

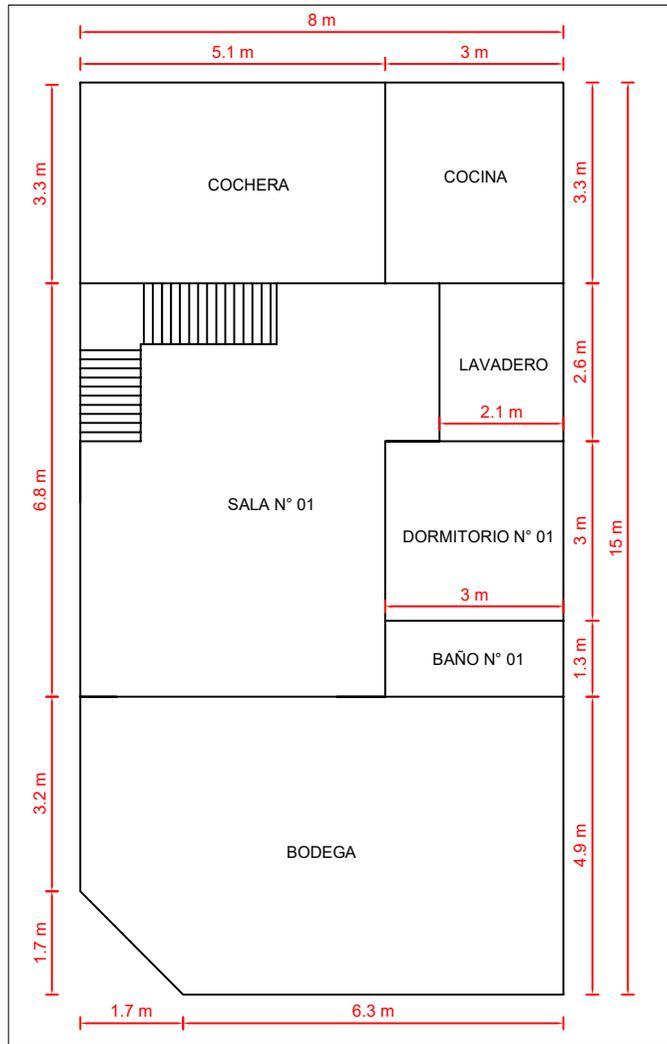
Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Croquis de la vivienda Anexo: 05

Ubicación: Manzana "L", Lote N° 39, Asociación "Santa Rosa", SMP N° Edificio: 12

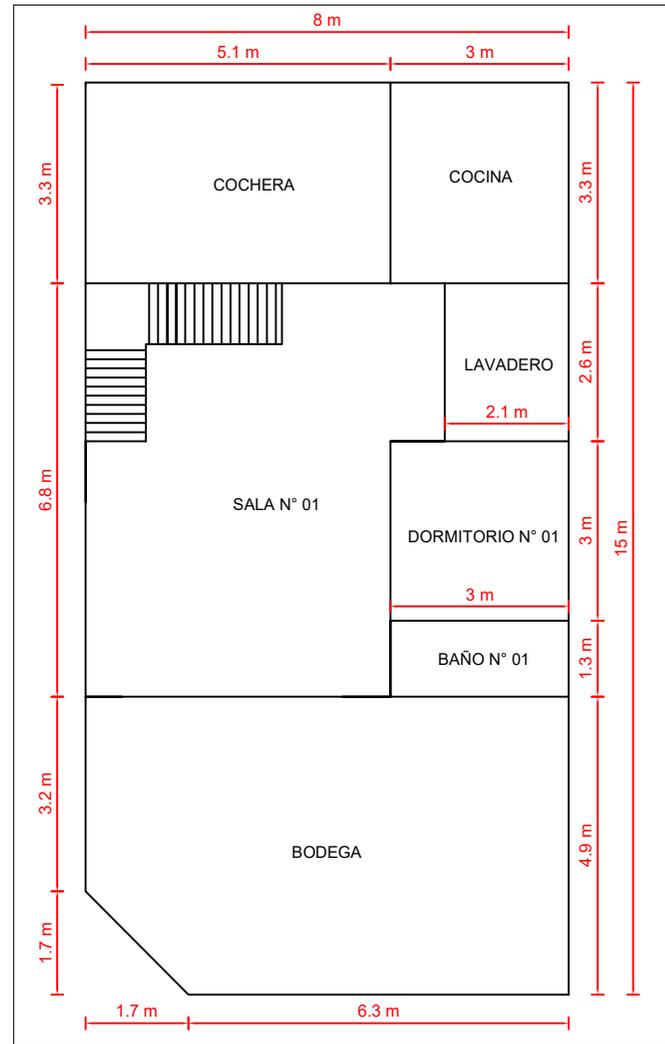


Croquis de la vivienda evaluada
Escala: 1 / 75

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil		
	Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"		
Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Croquis de la vivienda
Ubicación:	Av. Arnaldo Márquez N° 679, Jesús María	N° Edificio:	13
			05



1er nivel
Escala: 1 / 125



2do nivel
Escala: 1 / 125



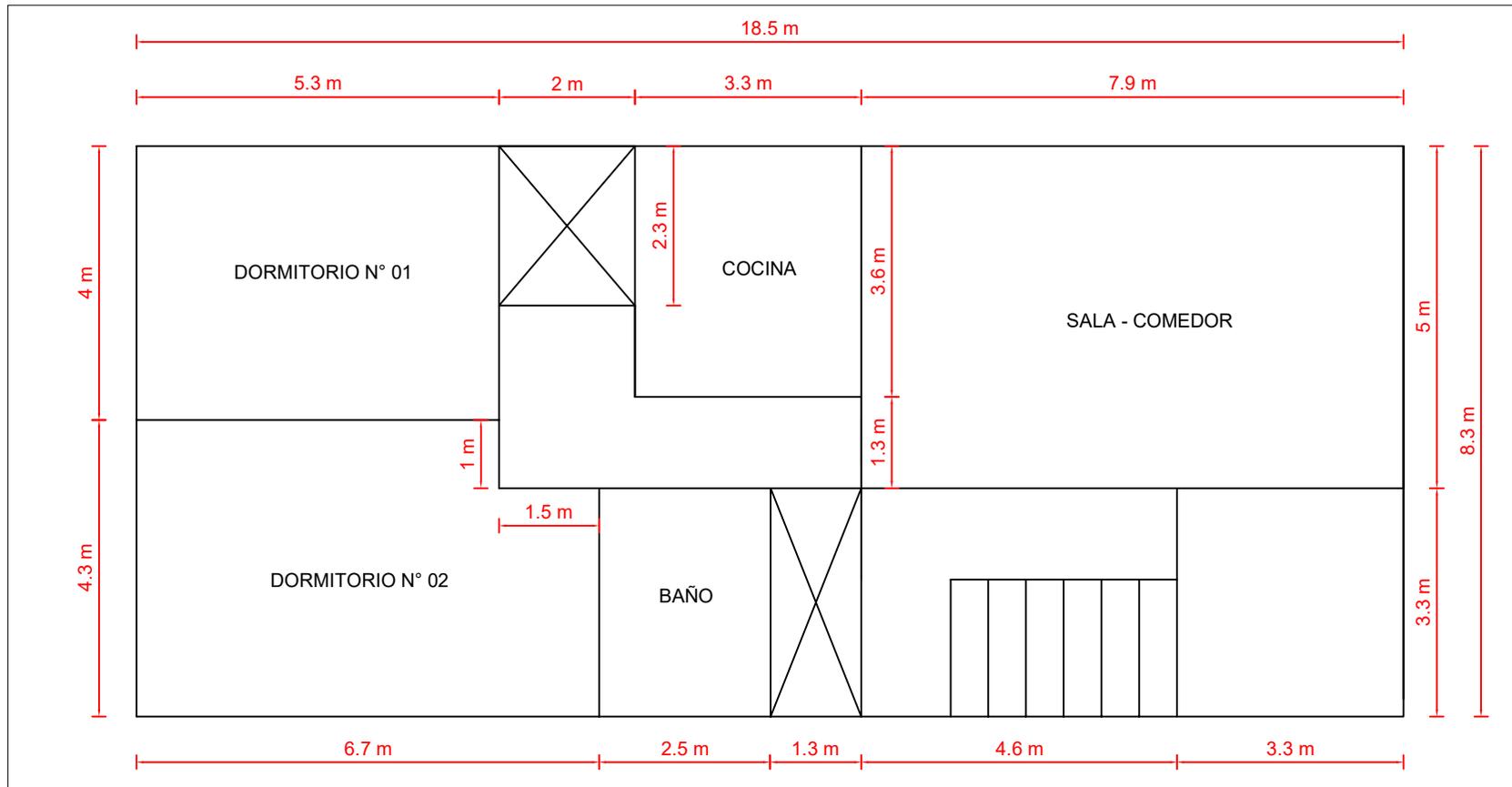
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza Plano: Croquis de la vivienda

Ubicación: AA.HH. "27 de marzo", Mz. "S", Lt. N° 6, San Juan de Lurigancho N° Edificio: 14

Anexo:
05



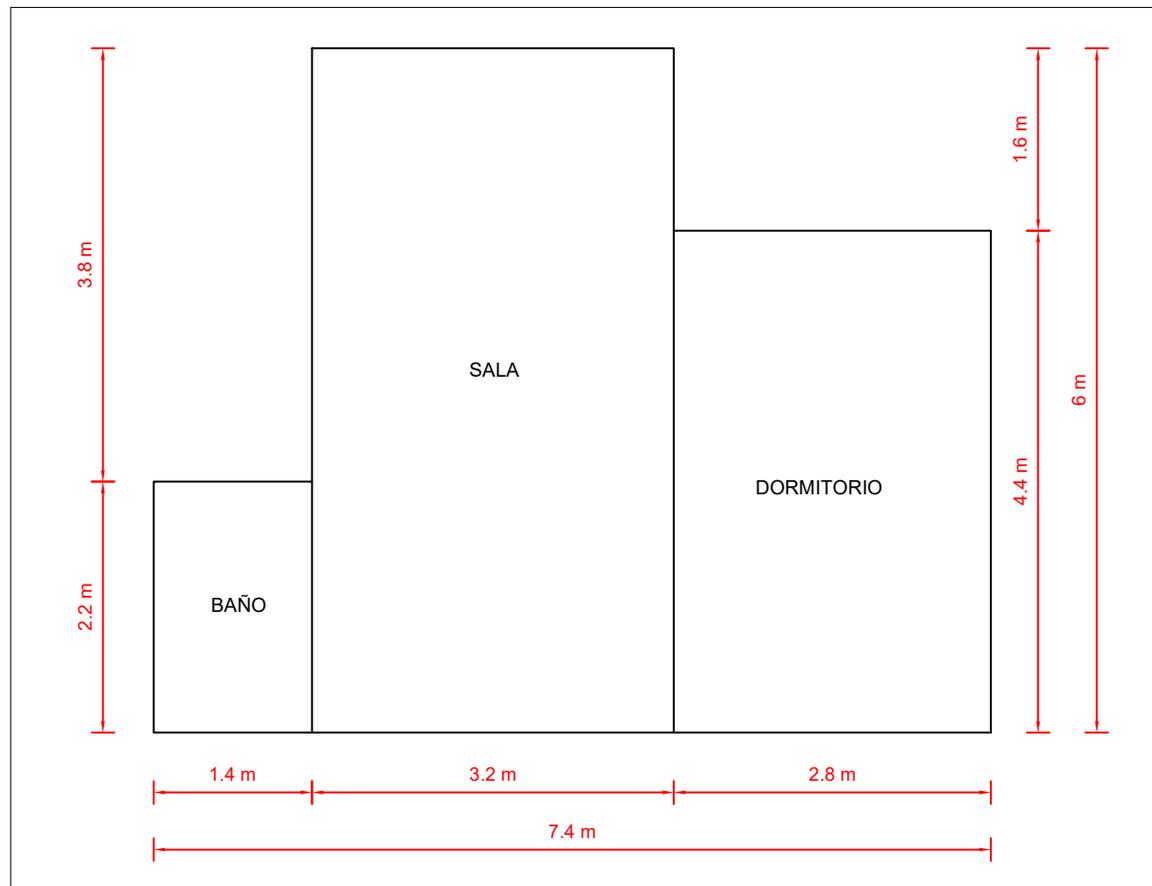
2do nivel (Evaluado)
Escala: 1 / 100



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano: Croquis de la vivienda	Anexo: 05
Ubicación: Asociación "Río Santa", Mz. "C", Lt. N° 12, Los Olivos	N° Edificio: 15	



Dormitorio evaluado
Escala: 1 / 150



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza

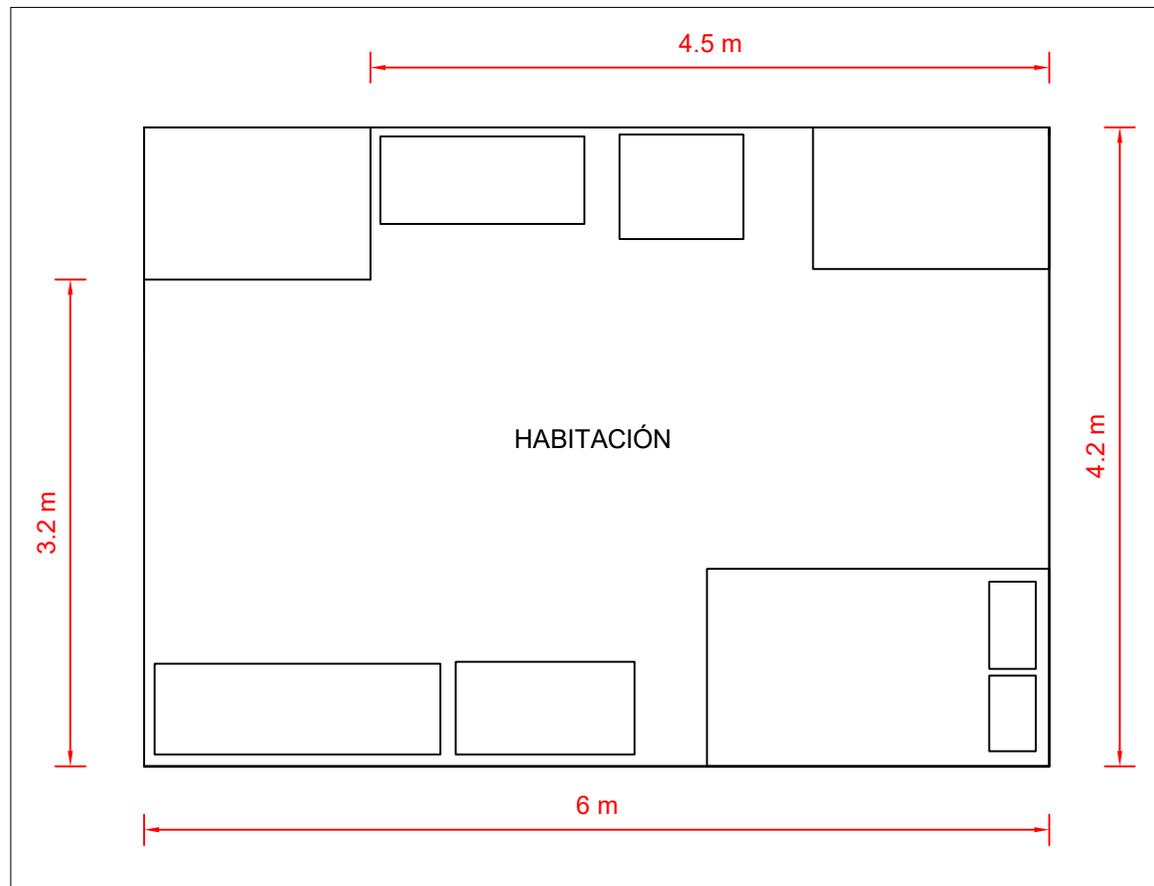
Plano: Croquis de la vivienda

Anexo:

Ubicación: Calle Manuel Villar N° 269, San Martín de Porres

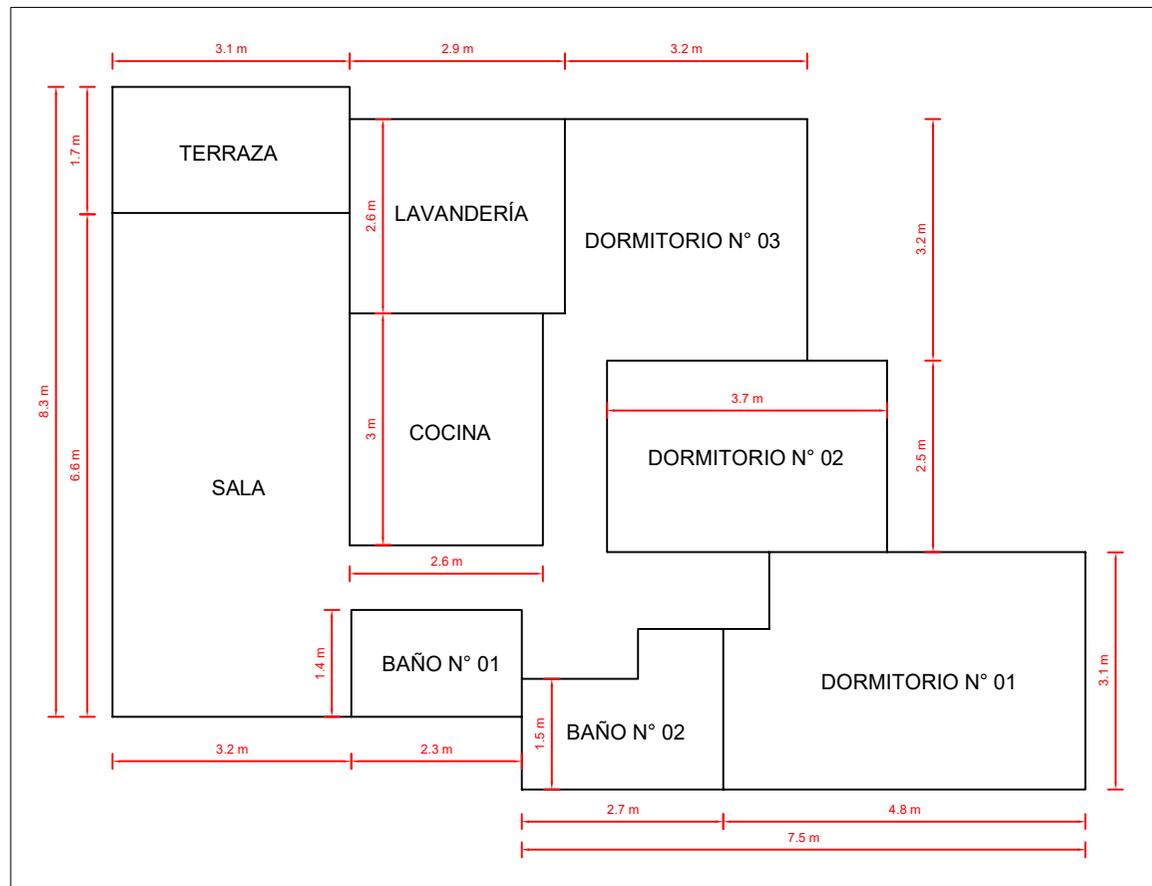
N° Edificio: 16

05



Dormitorio evaluado
Escala: 1 / 50

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil		
Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"			
Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza		Plano: Croquis de la vivienda	Anexo:
Ubicación: Jirón Manuel Casos N° 1287, Cercado de Lima		N° Edificio: 17	05



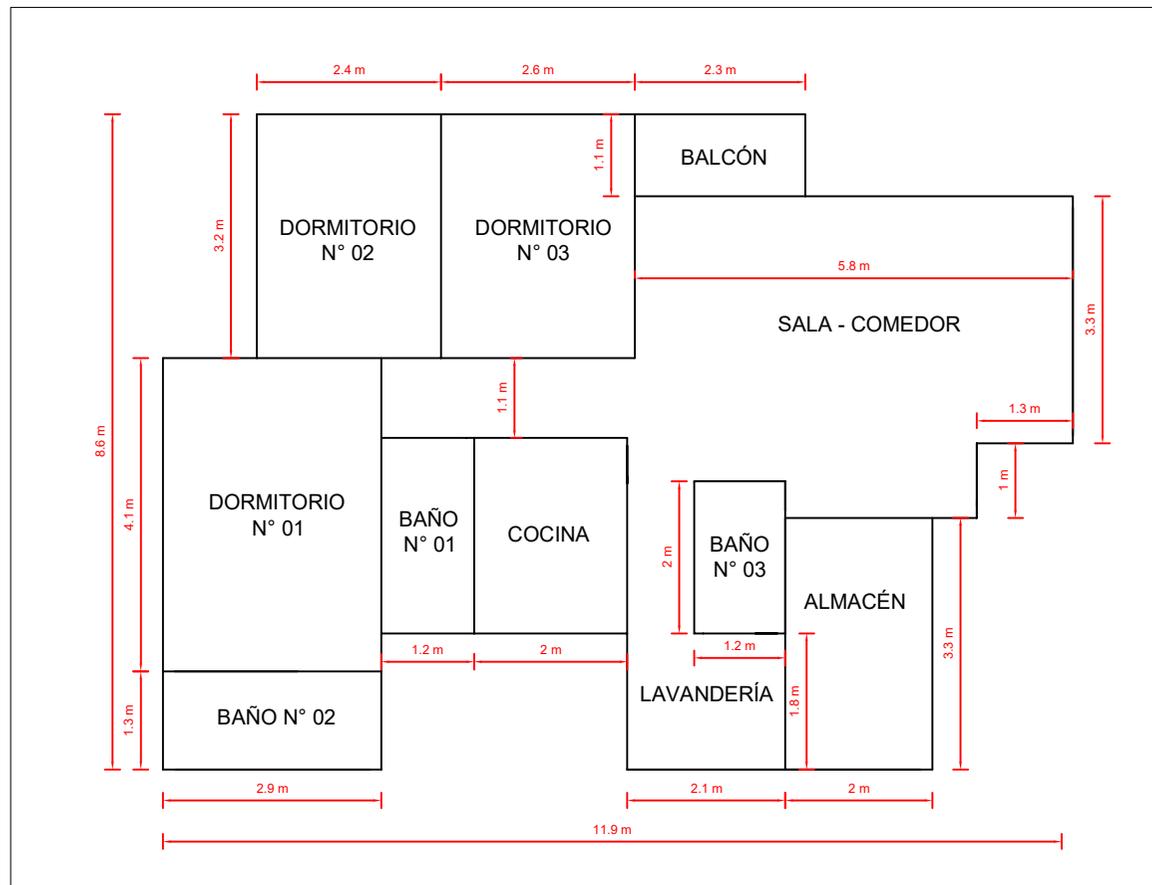
Departamento evaluado
Escala: 1 / 100



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Croquis de la vivienda	Anexo:	05
Ubicación:	Av. Parque de las Leyendas N° 288, Dep. N° 602, San Miguel		N° Edificio:	18	



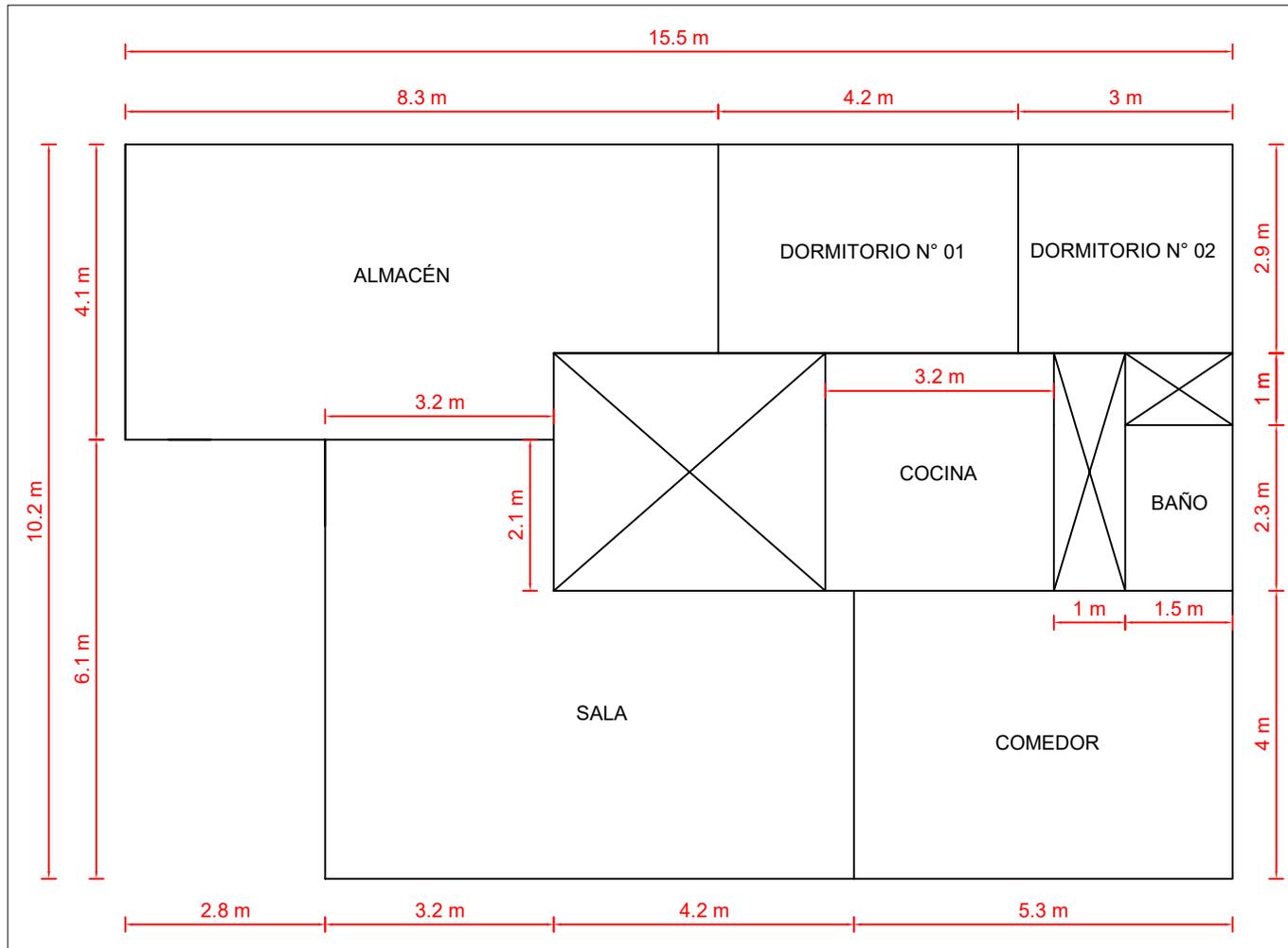
Departamento evaluado
Escala: 1 / 100



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano: Croquis de la vivienda	Anexo: 05
Ubicación: Calle Valdemar Moser N° 602, Departamento N° 504, Surquillo	N° Edificio: 19	



Nivel evaluado (1er piso)

Escala: 1 / 100

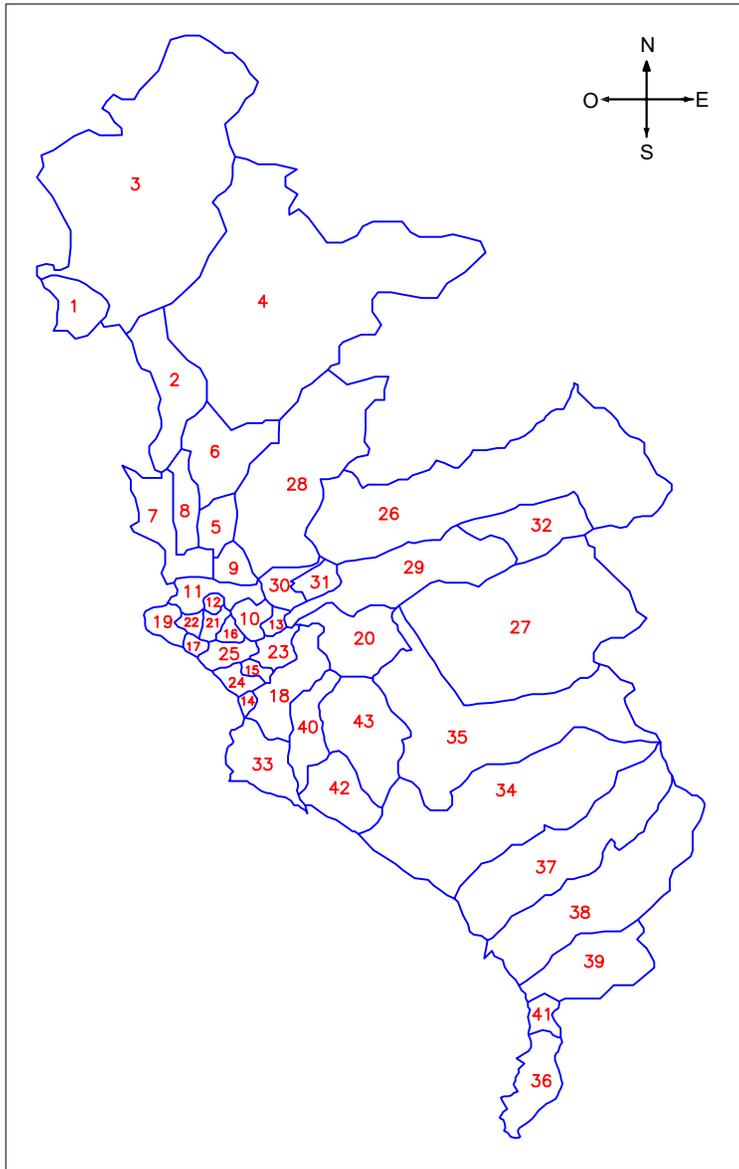


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

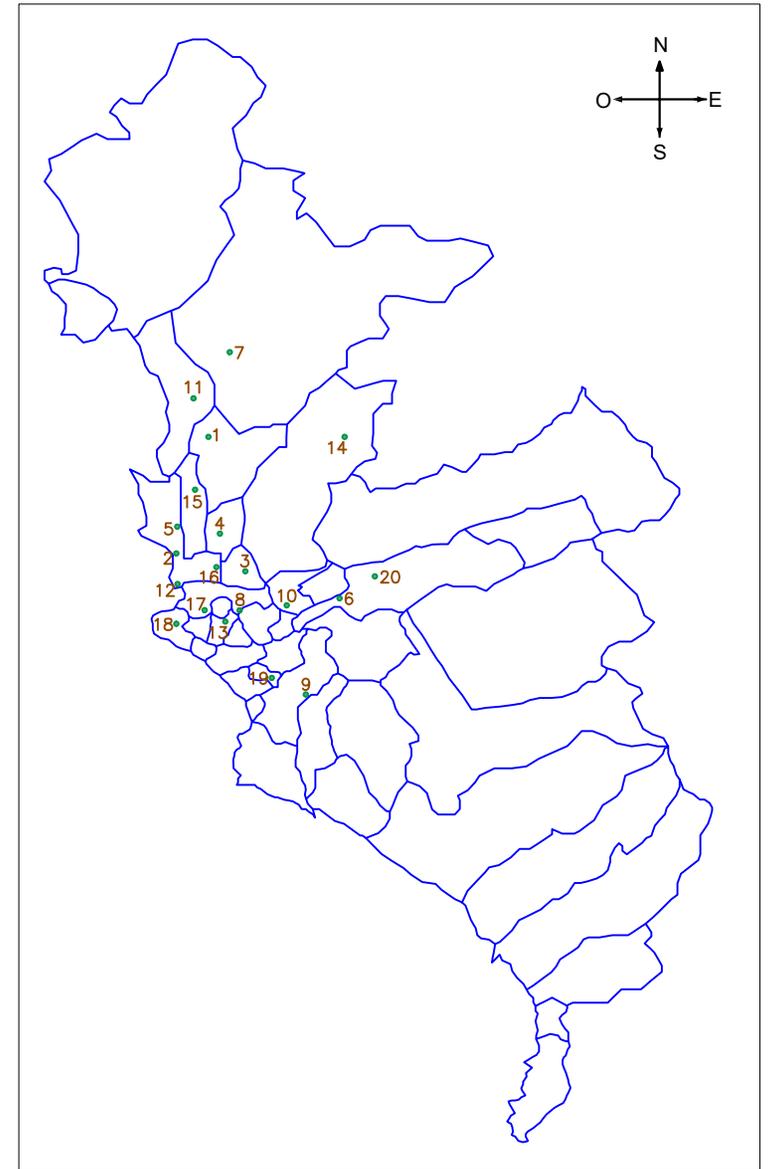
Nombre:	Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza	Plano:	Croquis de la vivienda	Anexo:	05
Ubicación:	Las Cascadas de Javier Prado, Mz. "H", Lt. N° 18, Ate Vitarte	N° Edificio:	20		

ANEXO 06: MAPA DE UBICACIÓN DE EDIFICIOS EVALUADOS EN LIMA



Districts of the city of Lima
Scale: Referential

NÚMERO	DISTRITO
1	Santa Rosa
2	Puente Piedra
3	Ancón
4	Carabaylo
5	Independencia
6	Comas
7	San Martín de Porres
8	Los Olivos
9	Rímac
10	La Victoria
11	Cercado de Lima
12	Breña
13	San Luis
14	Barranco
15	Surquillo
16	Lince
17	Magdalena
18	Santiago de Surco
19	San Miguel
20	La Molina
21	Jesús María
22	Pueblo Libre
23	San Borja
24	Miraflores
25	San Isidro
26	Lurigancho (Chosica)
27	Cieneguilla
28	San Juan de Lurigancho
29	Ate
30	El Agustino
31	Santa Anita
32	Chaclacayo
33	Chorrillos
34	Lurín
35	Pachacámac
36	Pucusana
37	Punta Hermosa
38	Punta Negra
39	San Bartolo
40	San Juan de Miraflores
41	Santa María del Mar
42	Villa El Salvador
43	Villa María del Triunfo



Location of the 20 evaluated buildings
Scale: Referential



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

Tema: "Evaluación del nivel de sostenibilidad en edificaciones de vivienda nuevas y existentes, con propuesta y aplicación de la certificación GREEN UNI"

Anexo:

06

Nombre: Bach. Marck Steewar Regalado Espinoza

Plano: Mapa de edificios

ANEXO 07: PUNTAJES OBTENIDOS EN EDIFICIOS EVALUADOS

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 01

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	0
	Aprovechamiento del terreno	1
	Cercanía a servicios básicos	3
	Cercanía a servicios de transporte público	1
	Fomento del empleo de bicicletas	0
	Puestos de trabajo generados	0
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	3
	Zona para el secado de ropa manualmente	1
	Consumo hídrico	0
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	0
	Confort térmico	2
	Confort acústico	2
	Confort visual	2
	Confort olfativo	2
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	2
	Calidad de espacios	0
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		51.16 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 02

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	1
	Aprovechamiento del terreno	1
	Cercanía a servicios básicos	1
	Cercanía a servicios de transporte público	0
	Fomento del empleo de bicicletas	0
	Puestos de trabajo generados	0
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	1
	Zona para el secado de ropa manualmente	0
	Consumo hídrico	0
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	0
	Confort térmico	2
	Confort acústico	2
	Confort visual	0
	Confort olfativo	1
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	2
	Calidad de espacios	0
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		32.56 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 03

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	1
	Aprovechamiento del terreno	1
	Cercanía a servicios básicos	3
	Cercanía a servicios de transporte público	0
	Fomento del empleo de bicicletas	2
	Puestos de trabajo generados	0
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	5
	Zona para el secado de ropa manualmente	0
	Consumo hídrico	0
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	0
	Confort térmico	0
	Confort acústico	2
	Confort visual	1
	Confort olfativo	1
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	2
	Calidad de espacios	0
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		48.84 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 04

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	0
	Aprovechamiento del terreno	1
	Cercanía a servicios básicos	3
	Cercanía a servicios de transporte público	1
	Fomento del empleo de bicicletas	0
	Puestos de trabajo generados	1
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	5
	Zona para el secado de ropa manualmente	1
	Consumo hídrico	0
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	0
	Confort térmico	2
	Confort acústico	0
	Confort visual	2
	Confort olfativo	2
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	1
	Calidad de espacios	0
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		51.16 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 05

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	1
	Aprovechamiento del terreno	1
	Cercanía a servicios básicos	2
	Cercanía a servicios de transporte público	1
	Fomento del empleo de bicicletas	0
	Puestos de trabajo generados	0
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	3
	Zona para el secado de ropa manualmente	1
	Consumo hídrico	4
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	0
	Confort térmico	2
	Confort acústico	1
	Confort visual	2
	Confort olfativo	1
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	0
	Calidad de espacios	1
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		53.49 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 06

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	0
	Aprovechamiento del terreno	2
	Cercanía a servicios básicos	3
	Cercanía a servicios de transporte público	3
	Fomento del empleo de bicicletas	0
	Puestos de trabajo generados	2
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	0
	Zona para el secado de ropa manualmente	1
	Consumo hídrico	0
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	1
	Confort térmico	2
	Confort acústico	0
	Confort visual	2
	Confort olfativo	1
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	2
	Calidad de espacios	0
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		51.16 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 07

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	0
	Aprovechamiento del terreno	1
	Cercanía a servicios básicos	1
	Cercanía a servicios de transporte público	0
	Fomento del empleo de bicicletas	0
	Puestos de trabajo generados	0
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	2
	Zona para el secado de ropa manualmente	1
	Consumo hídrico	2
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	0
	Confort térmico	2
	Confort acústico	2
	Confort visual	2
	Confort olfativo	2
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	2
	Calidad de espacios	0
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		46.51 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 08

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	1
	Aprovechamiento del terreno	3
	Cercanía a servicios básicos	2
	Cercanía a servicios de transporte público	3
	Fomento del empleo de bicicletas	0
	Puestos de trabajo generados	2
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	4
	Zona para el secado de ropa manualmente	0
	Consumo hídrico	0
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	0
	Confort térmico	2
	Confort acústico	0
	Confort visual	2
	Confort olfativo	2
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	2
	Calidad de espacios	0
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		60.47 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 09

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	1
	Aprovechamiento del terreno	3
	Cercanía a servicios básicos	1
	Cercanía a servicios de transporte público	3
	Fomento del empleo de bicicletas	0
	Puestos de trabajo generados	0
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	0
	Zona para el secado de ropa manualmente	0
	Consumo hídrico	0
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	0
	Confort térmico	0
	Confort acústico	0
	Confort visual	2
	Confort olfativo	2
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	2
	Calidad de espacios	0
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		39.53 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 10

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	0
	Aprovechamiento del terreno	1
	Cercanía a servicios básicos	2
	Cercanía a servicios de transporte público	0
	Fomento del empleo de bicicletas	0
	Puestos de trabajo generados	1
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	0
	Zona para el secado de ropa manualmente	1
	Consumo hídrico	0
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	2
	Confort térmico	2
	Confort acústico	2
	Confort visual	2
	Confort olfativo	1
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	2
	Calidad de espacios	1
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		46.51 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 11

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	0
	Aprovechamiento del terreno	1
	Cercanía a servicios básicos	3
	Cercanía a servicios de transporte público	2
	Fomento del empleo de bicicletas	0
	Puestos de trabajo generados	1
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	2
	Zona para el secado de ropa manualmente	1
	Consumo hídrico	0
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	1
	Confort térmico	2
	Confort acústico	1
	Confort visual	2
	Confort olfativo	1
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	2
	Calidad de espacios	0
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		51.16 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 12

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	0
	Aprovechamiento del terreno	1
	Cercanía a servicios básicos	3
	Cercanía a servicios de transporte público	0
	Fomento del empleo de bicicletas	0
	Puestos de trabajo generados	2
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	1
	Zona para el secado de ropa manualmente	1
	Consumo hídrico	0
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	0
	Confort térmico	2
	Confort acústico	0
	Confort visual	0
	Confort olfativo	0
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	2
	Calidad de espacios	0
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		34.88 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 13

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	1
	Aprovechamiento del terreno	3
	Cercanía a servicios básicos	2
	Cercanía a servicios de transporte público	0
	Fomento del empleo de bicicletas	0
	Puestos de trabajo generados	0
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	0
	Zona para el secado de ropa manualmente	0
	Consumo hídrico	0
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	1
	Confort térmico	2
	Confort acústico	2
	Confort visual	2
	Confort olfativo	2
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	2
	Calidad de espacios	0
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		46.51 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 14

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	1
	Aprovechamiento del terreno	1
	Cercanía a servicios básicos	3
	Cercanía a servicios de transporte público	0
	Fomento del empleo de bicicletas	0
	Puestos de trabajo generados	2
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	3
	Zona para el secado de ropa manualmente	1
	Consumo hídrico	0
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	1
	Confort térmico	2
	Confort acústico	2
	Confort visual	0
	Confort olfativo	2
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	2
	Calidad de espacios	0
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		53.49 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 15

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	1
	Aprovechamiento del terreno	1
	Cercanía a servicios básicos	3
	Cercanía a servicios de transporte público	2
	Fomento del empleo de bicicletas	0
	Puestos de trabajo generados	2
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	3
	Zona para el secado de ropa manualmente	1
	Consumo hídrico	0
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	0
	Confort térmico	2
	Confort acústico	0
	Confort visual	0
	Confort olfativo	1
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	2
	Calidad de espacios	0
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		48.84 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 16

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	1
	Aprovechamiento del terreno	1
	Cercanía a servicios básicos	3
	Cercanía a servicios de transporte público	1
	Fomento del empleo de bicicletas	0
	Puestos de trabajo generados	0
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	0
	Zona para el secado de ropa manualmente	1
	Consumo hídrico	0
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	0
	Confort térmico	2
	Confort acústico	2
	Confort visual	2
	Confort olfativo	2
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	2
	Calidad de espacios	0
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		46.51 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 17

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	1
	Aprovechamiento del terreno	2
	Cercanía a servicios básicos	2
	Cercanía a servicios de transporte público	1
	Fomento del empleo de bicicletas	0
	Puestos de trabajo generados	0
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	4
	Zona para el secado de ropa manualmente	1
	Consumo hídrico	0
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	0
	Confort térmico	0
	Confort acústico	2
	Confort visual	2
	Confort olfativo	1
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	2
	Calidad de espacios	0
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		48.84 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 18

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	1
	Aprovechamiento del terreno	3
	Cercanía a servicios básicos	3
	Cercanía a servicios de transporte público	2
	Fomento del empleo de bicicletas	0
	Puestos de trabajo generados	0
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	2
	Zona para el secado de ropa manualmente	1
	Consumo hídrico	0
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	0
	Confort térmico	2
	Confort acústico	1
	Confort visual	2
	Confort olfativo	2
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	2
	Calidad de espacios	0
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		55.81 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 19

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	1
	Aprovechamiento del terreno	1
	Cercanía a servicios básicos	1
	Cercanía a servicios de transporte público	1
	Fomento del empleo de bicicletas	0
	Puestos de trabajo generados	0
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	0
	Zona para el secado de ropa manualmente	0
	Consumo hídrico	0
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	0
	Confort térmico	0
	Confort acústico	0
	Confort visual	0
	Confort olfativo	2
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	1
	Calidad de espacios	0
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		23.26 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

PUNTAJE OBTENIDO POR EL EDIFICIO N° 20

Categoría	Indicador	Puntaje obtenido
1.- Armonía de la edificación con el exterior	Nivel de vulnerabilidad del edificio	2
	Ubicación del edificio	1
	Aprovechamiento del terreno	1
	Cercanía a servicios básicos	3
	Cercanía a servicios de transporte público	0
	Fomento del empleo de bicicletas	0
	Puestos de trabajo generados	1
2.- Eficiencia del edificio	Consumo energético	4
	Zona para el secado de ropa manualmente	0
	Consumo hídrico	0
3.- Confort en ambientes interiores	Confort higrotérmico	0
	Confort térmico	2
	Confort acústico	2
	Confort visual	1
	Confort olfativo	2
4.- Calidad en ambientes interiores	Concentración de CO ₂	2
	Calidad de espacios	0
	Calidad del agua	1
Puntaje total (%)		51.16 %

El edificio obtiene la escala de “DESAPROBADO”.

ANEXO 08: PUNTAJES POR DISTRITO EN EDIFICIOS EVALUADOS

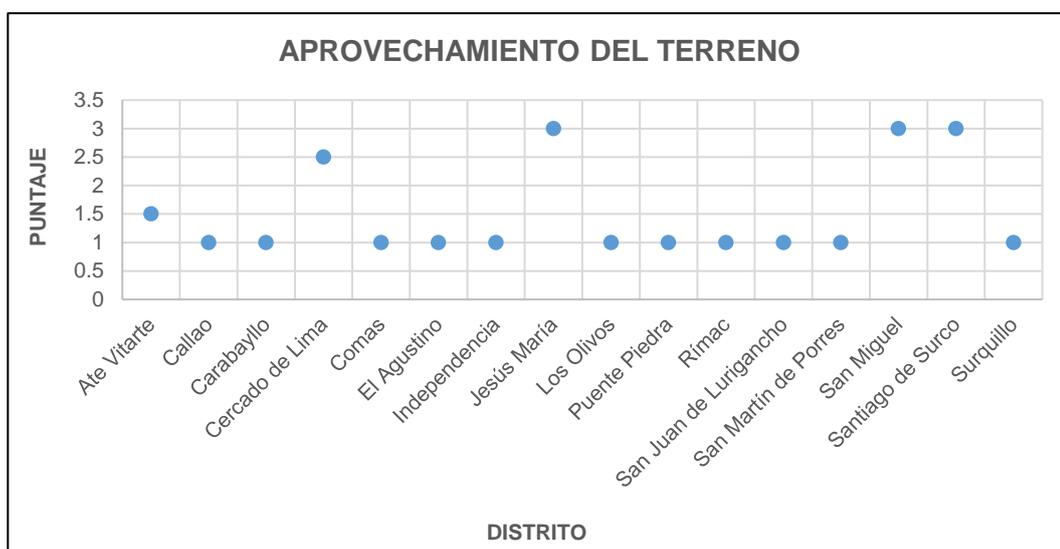
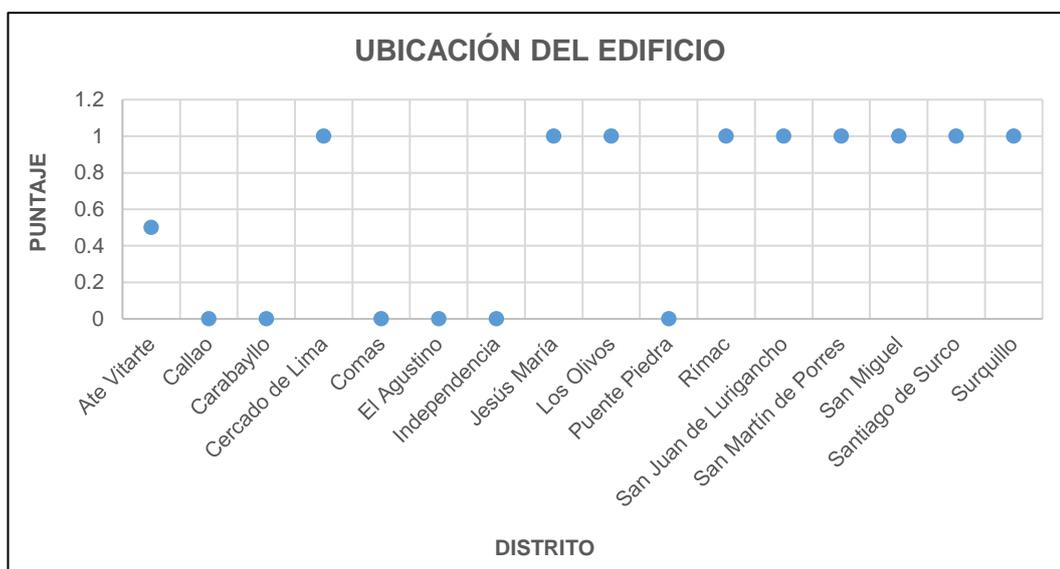
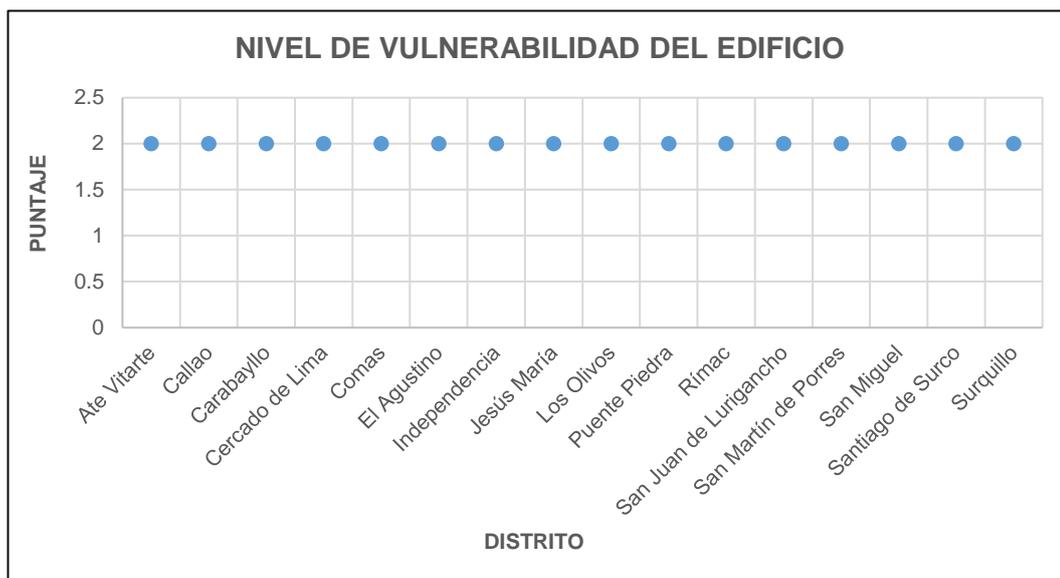
A continuación, se presentan los puntajes obtenidos en cada distrito en relación al edificio que ha sido evaluado. En caso de distritos donde se ha evaluado más de un edificio, se ha calculado un promedio.

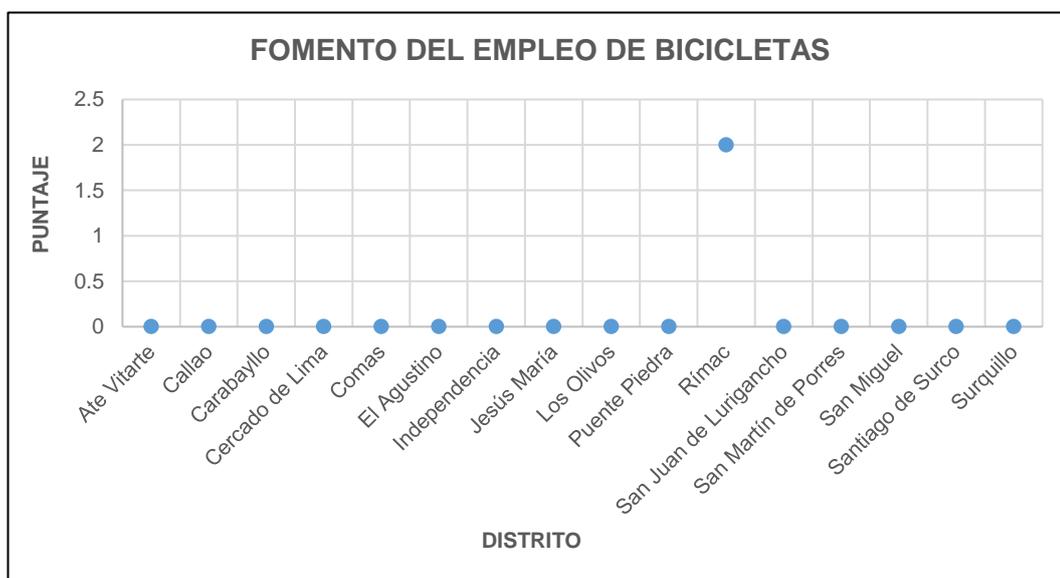
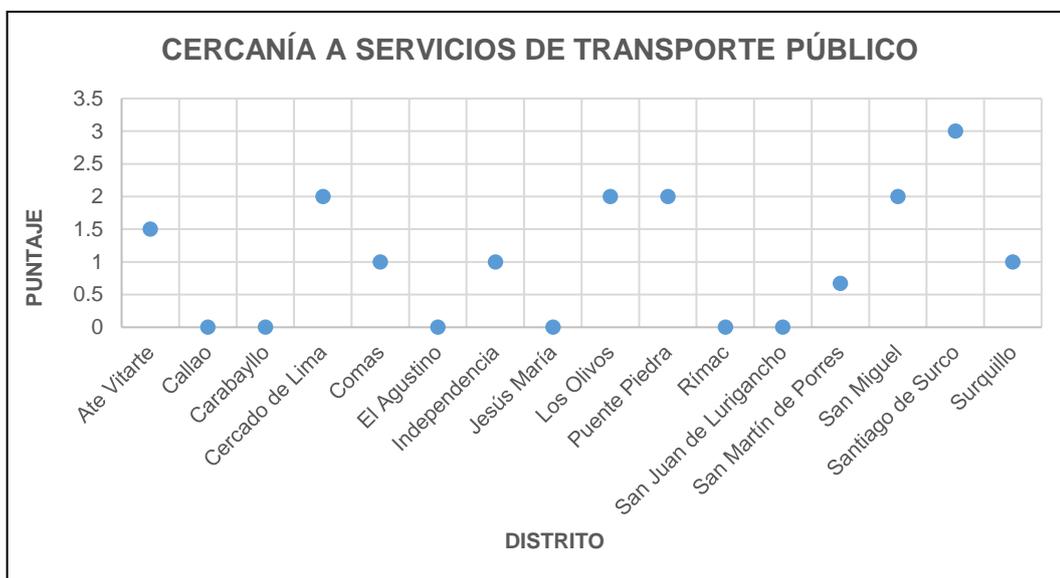
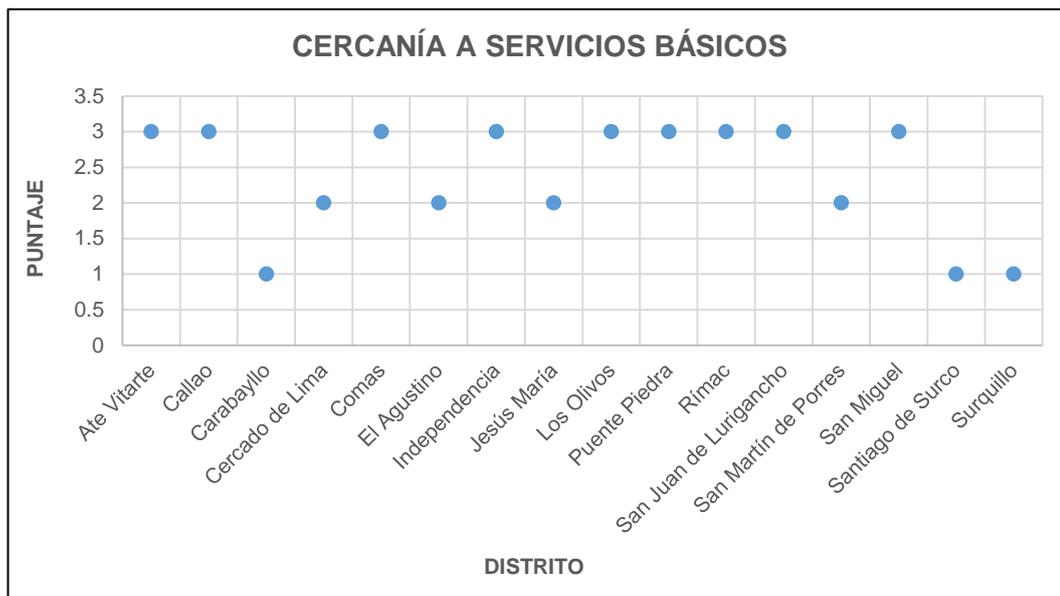
Indicador	Distritos					
	Ate Vitarte	Callao	Carabayllo	Cercado de Lima	Comas	El Agustino
Nivel de vulnerabilidad del edificio	2	2	2	2	2	2
Ubicación del edificio	0.5	0	0	1	0	0
Aprovechamiento del terreno	1.5	1	1	2.5	1	1
Cercanía a servicios básicos	3	3	1	2	3	2
Cercanía a servicios de transporte público	1.5	0	0	2	1	0
Fomento del empleo de bicicletas	0	0	0	0	0	0
Puestos de trabajo generados	1.5	2	0	1	0	1
Consumo energético	2	1	2	4	3	0
Zona para el secado de ropa manualmente	0.5	1	1	0.5	1	1
Consumo hídrico	0	0	2	0	0	0
Confort higrotérmico	0.5	0	0	0	0	2
Confort térmico	2	2	2	1	2	2
Confort acústico	1	0	2	1	2	2
Confort visual	1.5	0	2	2	2	2
Confort olfativo	1.5	0	2	1.5	2	1
Concentración de CO ₂	2	2	2	2	2	2
Calidad de espacios	0	0	0	0	0	1
Calidad del agua	1	1	1	1	1	1

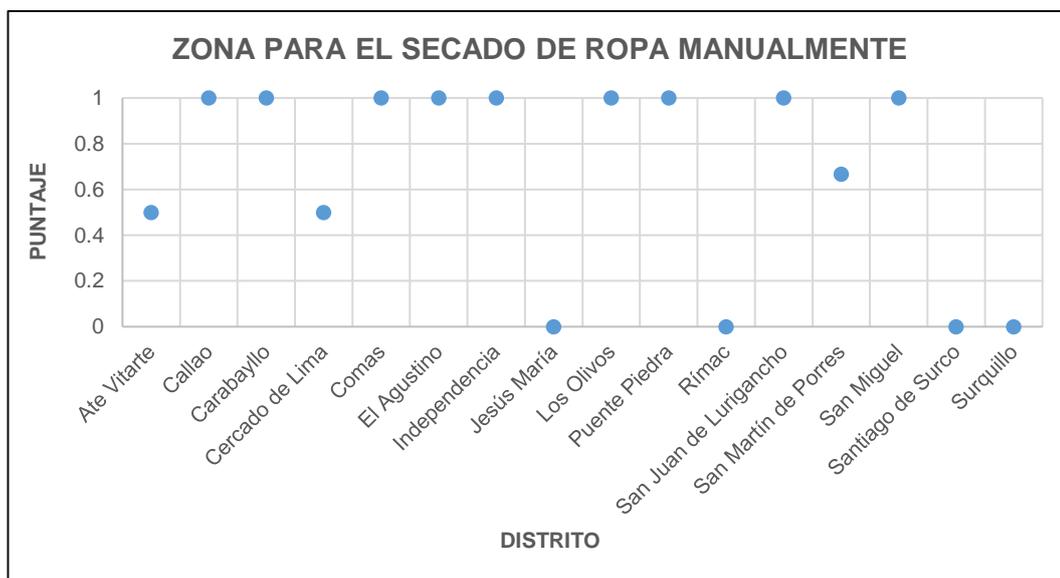
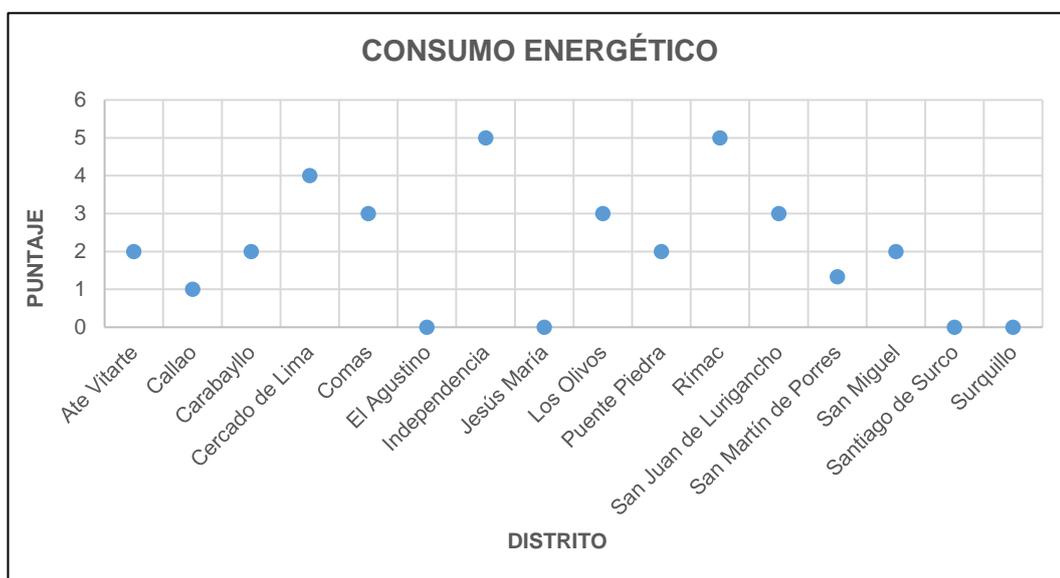
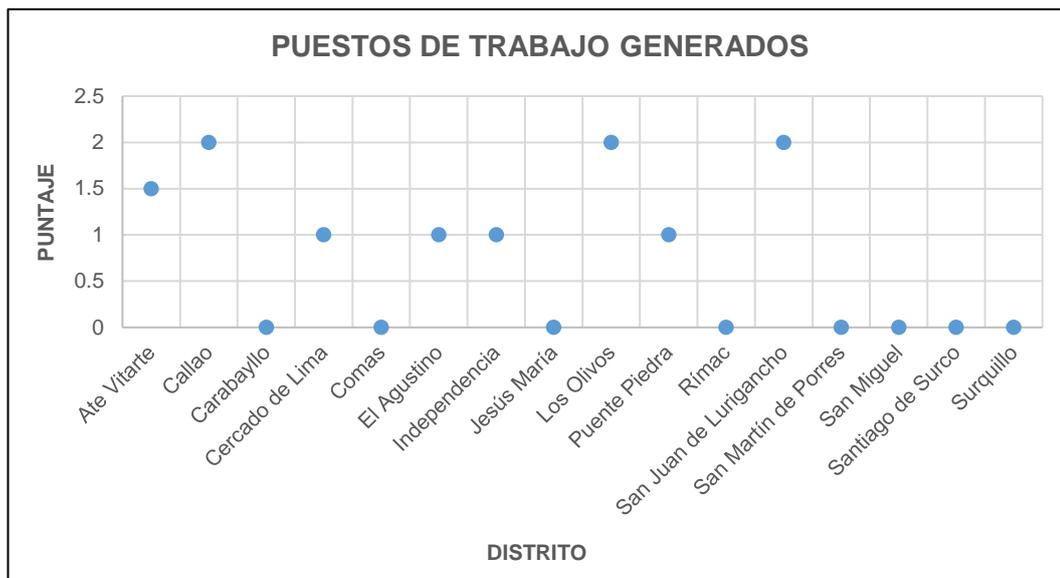
Indicador	Distritos				
	Independencia	Jesús María	Los Olivos	Puente Piedra	Rímac
Nivel de vulnerabilidad del edificio	2	2	2	2	2
Ubicación del edificio	0	1	1	0	1
Aprovechamiento del terreno	1	3	1	1	1
Cercanía a servicios básicos	3	2	3	3	3
Cercanía a servicios de transporte público	1	0	2	2	0
Fomento del empleo de bicicletas	0	0	0	0	2
Puestos de trabajo generados	1	0	2	1	0
Consumo energético	5	0	3	2	5
Zona para el secado de ropa manualmente	1	0	1	1	0
Consumo hídrico	0	0	0	0	0
Confort higrotérmico	0	1	0	1	0
Confort térmico	2	2	2	2	0
Confort acústico	0	2	0	1	2
Confort visual	2	2	0	2	1
Confort olfativo	2	2	1	1	1
Concentración de CO ₂	1	2	2	2	2
Calidad de espacios	0	0	0	0	0
Calidad del agua	1	1	1	1	1

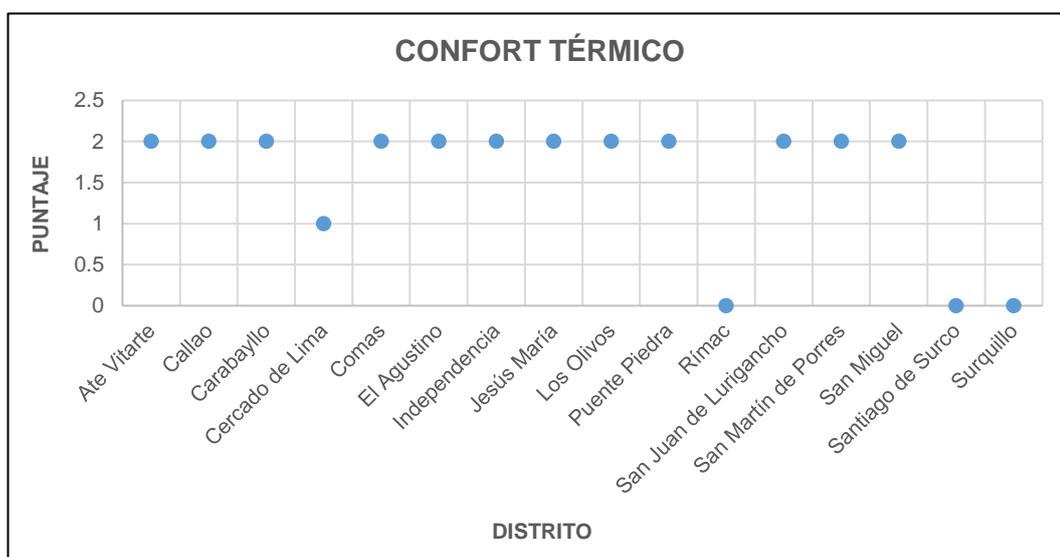
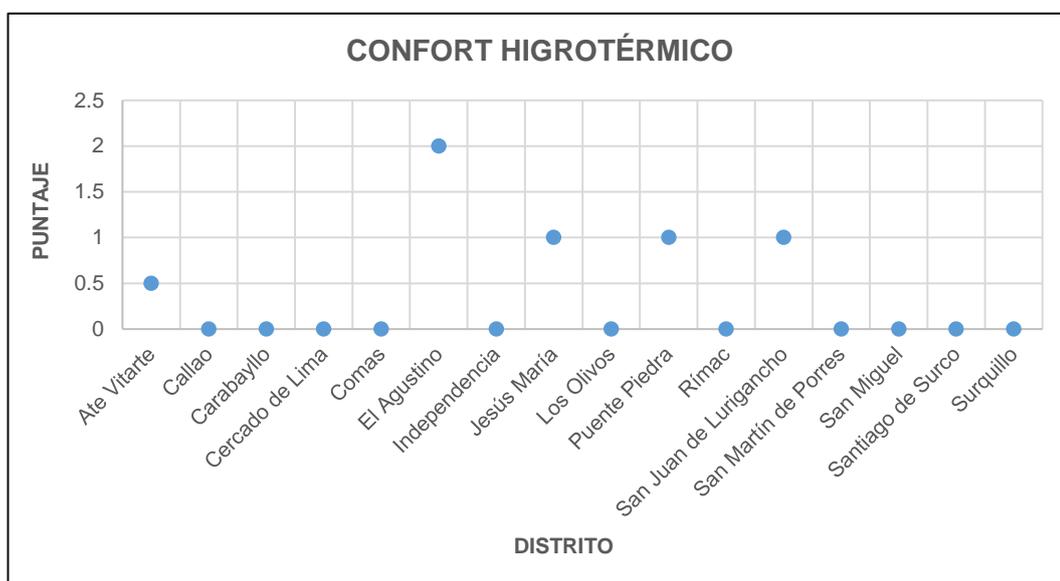
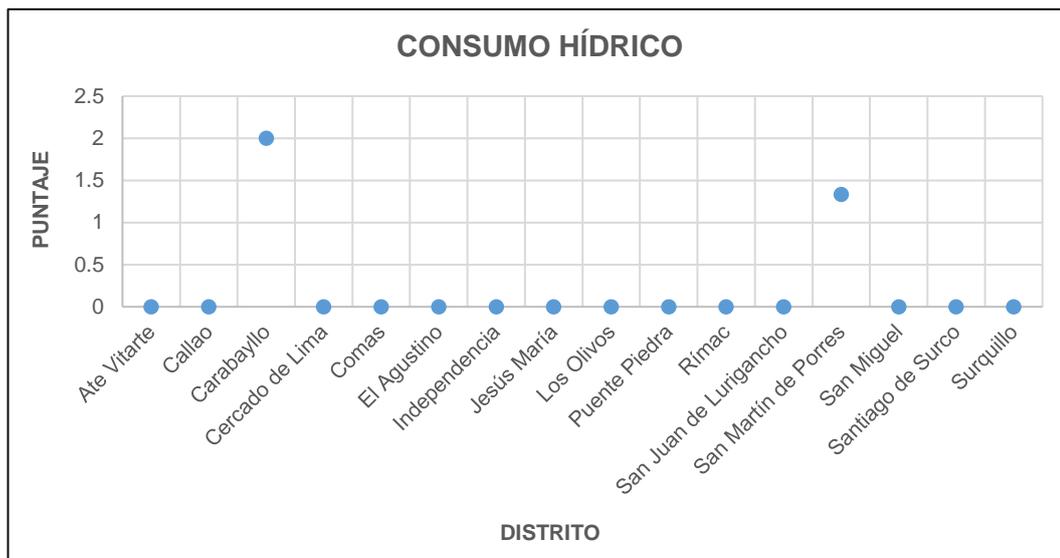
Indicador	Distritos				
	San Juan de Lurigancho	San Martín de Porres	San Miguel	Santiago de Surco	Surquillo
Nivel de vulnerabilidad del edificio	2	2	2	2	2
Ubicación del edificio	1	1	1	1	1
Aprovechamiento del terreno	1	1	3	3	1
Cercanía a servicios básicos	3	2	3	1	1
Cercanía a servicios de transporte público	0	0.67	2	3	1
Fomento del empleo de bicicletas	0	0	0	0	0
Puestos de trabajo generados	2	0	0	0	0
Consumo energético	3	1.33	2	0	0
Zona para el secado de ropa manualmente	1	0.67	1	0	0
Consumo hídrico	0	1.33	0	0	0
Confort higrotérmico	1	0	0	0	0
Confort térmico	2	2	2	0	0
Confort acústico	2	1.67	1	0	0
Confort visual	0	1.33	2	2	0
Confort olfativo	2	1.33	2	2	2
Concentración de CO ₂	2	1.33	2	2	1
Calidad de espacios	0	0.33	0	0	0
Calidad del agua	1	1	1	1	1

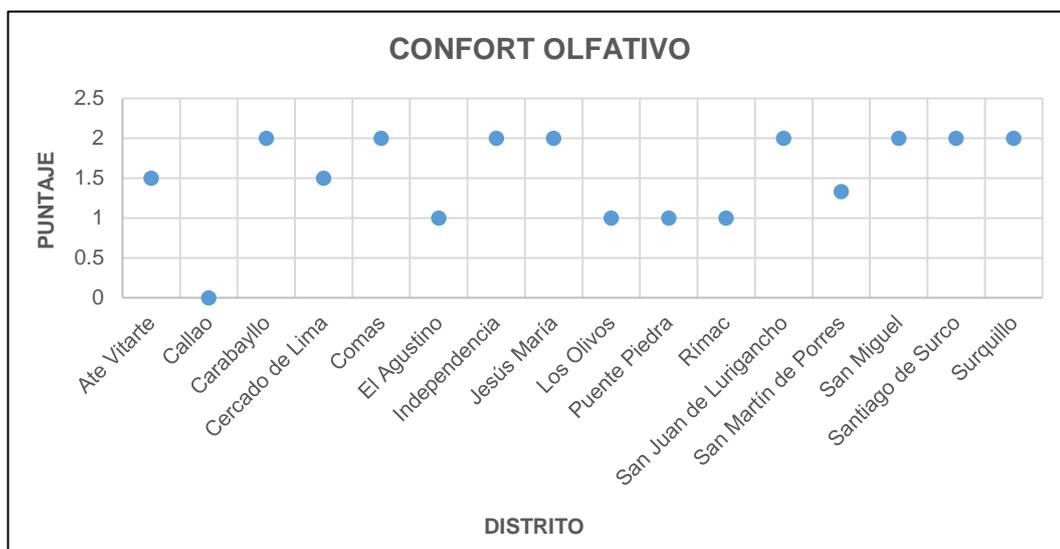
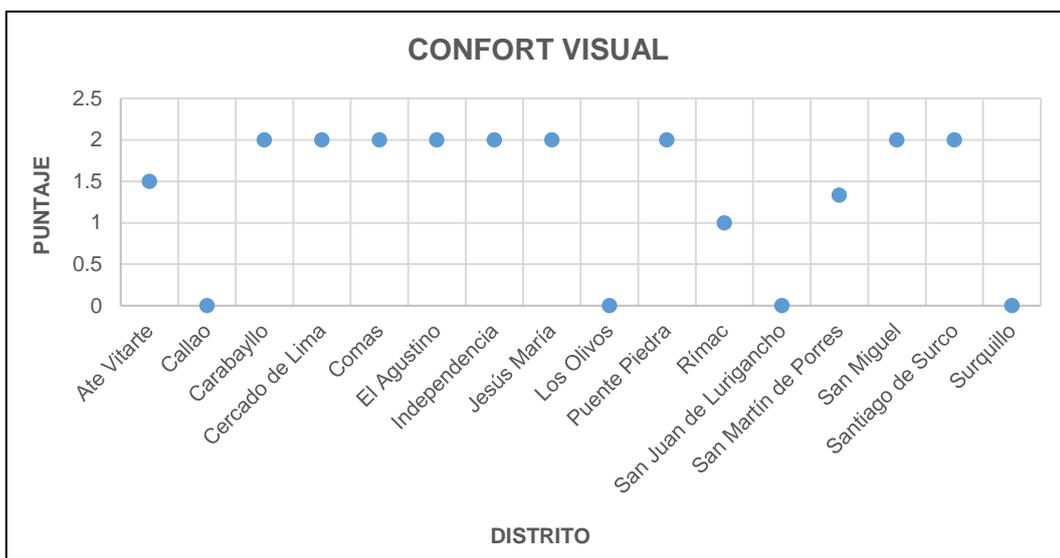
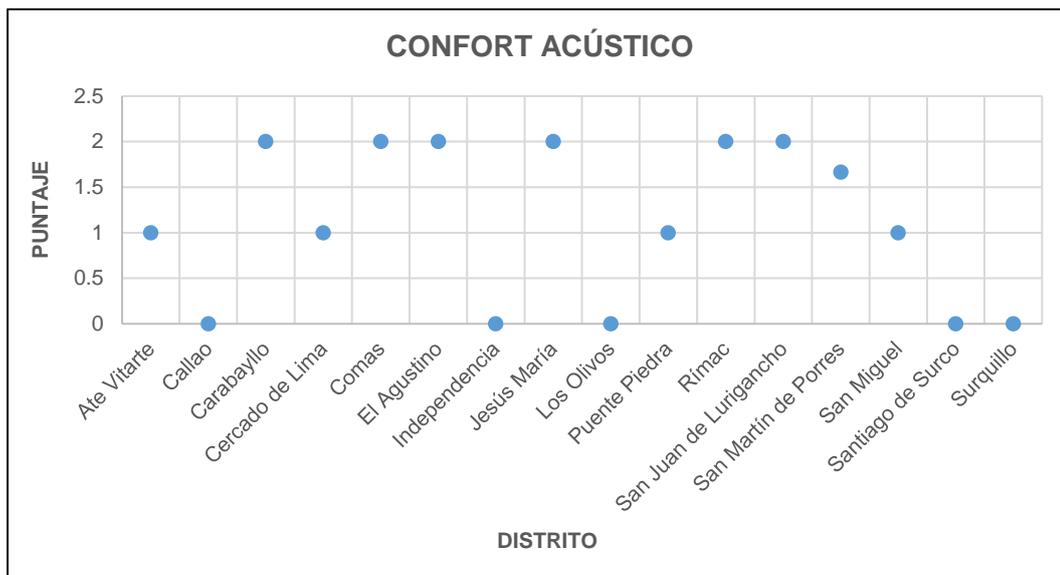
Con dichos datos, se grafica la situación de los edificios:

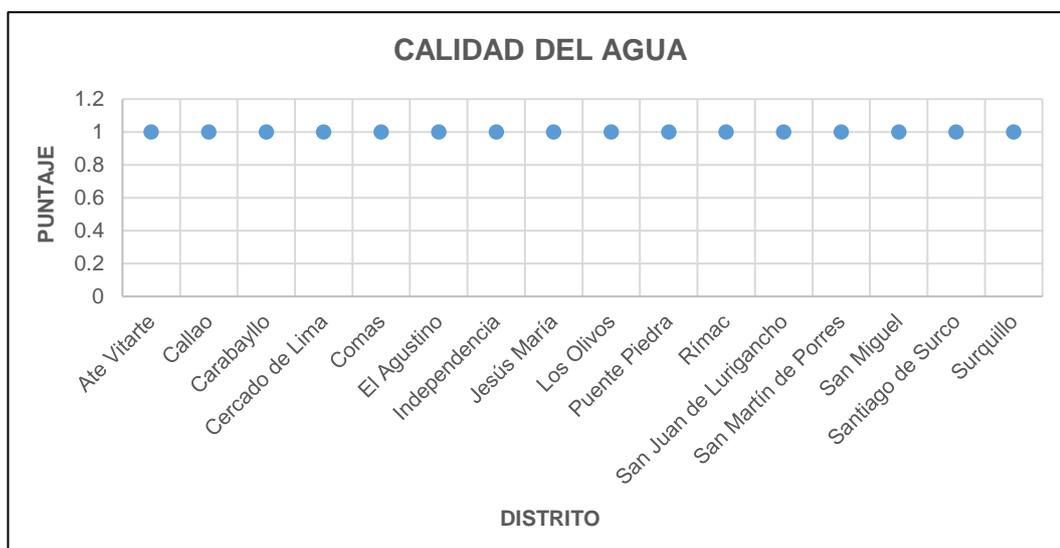
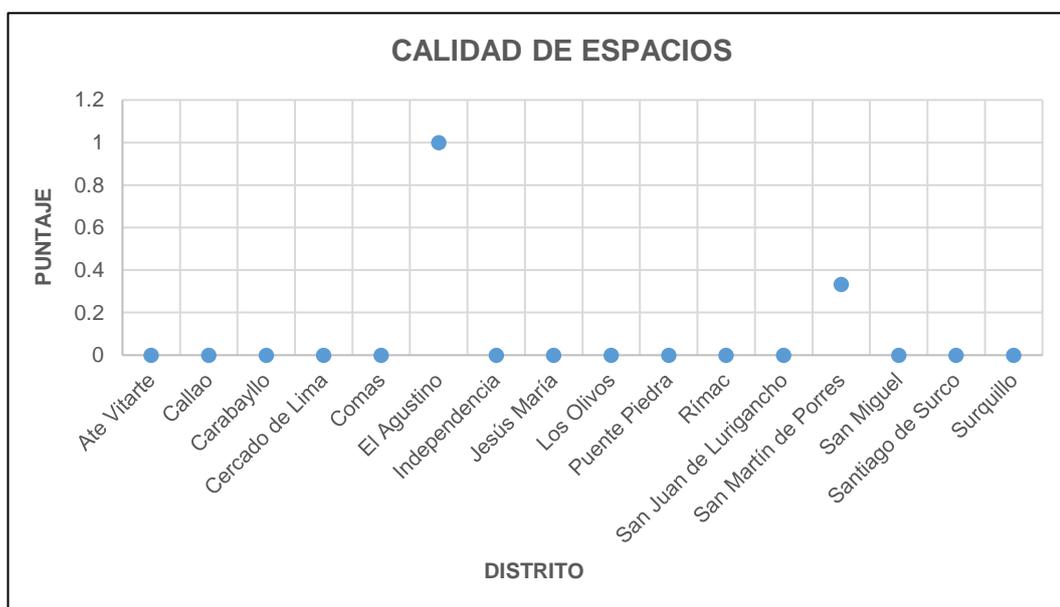
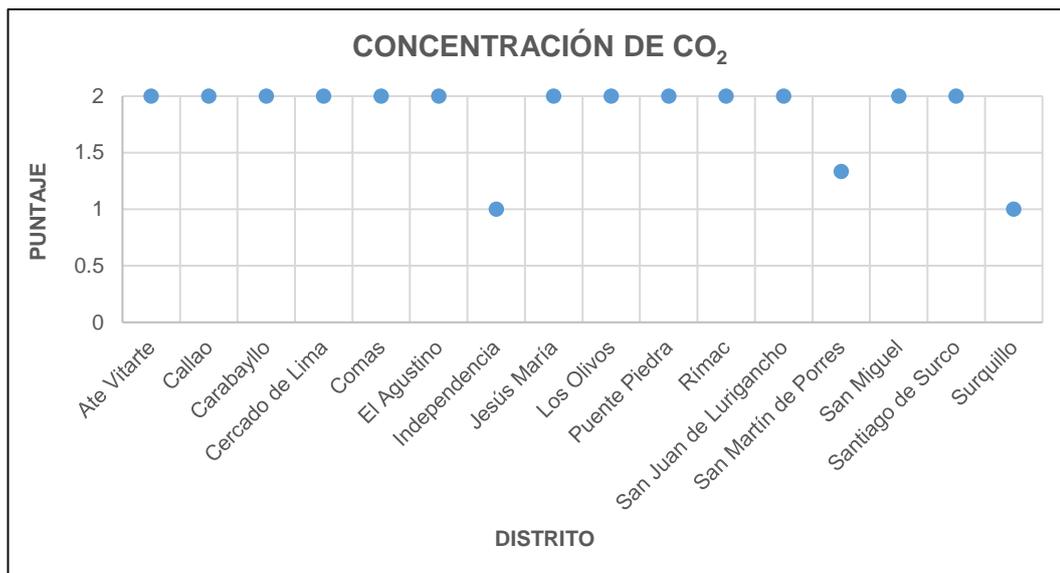






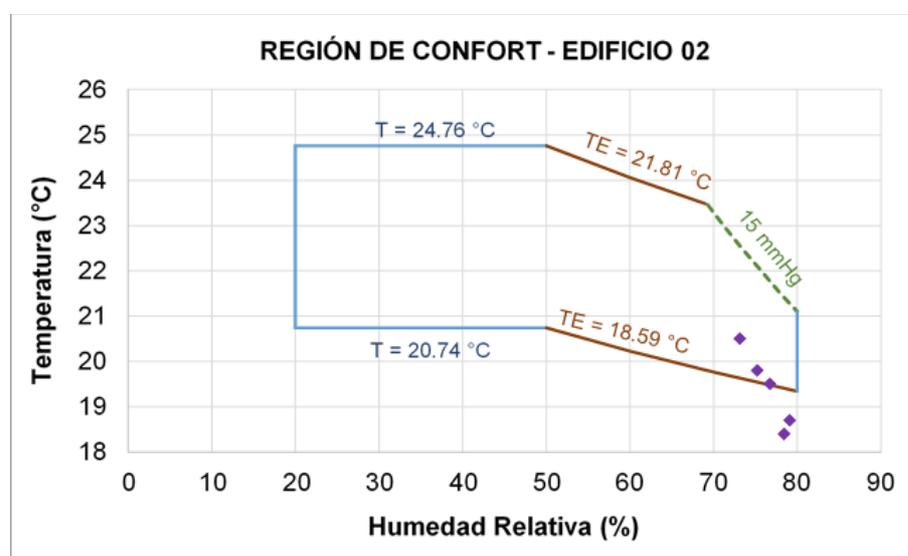
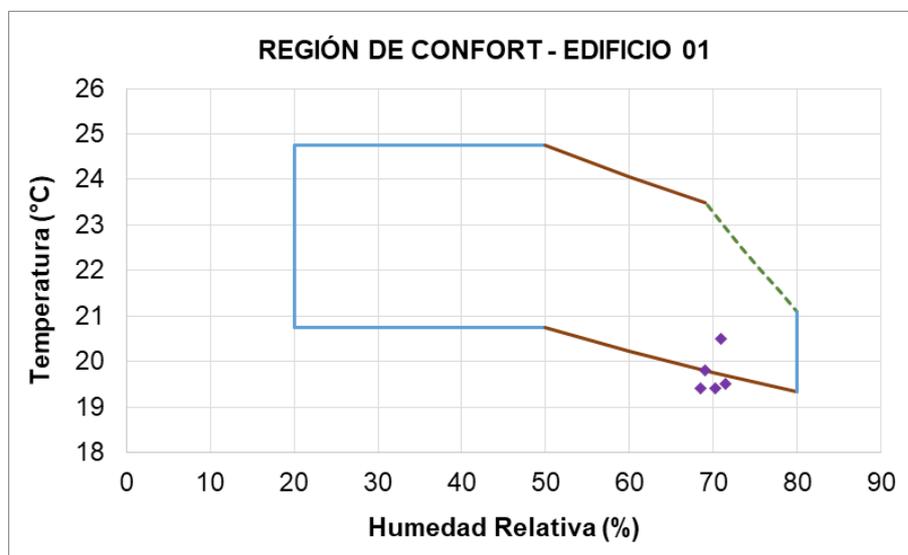


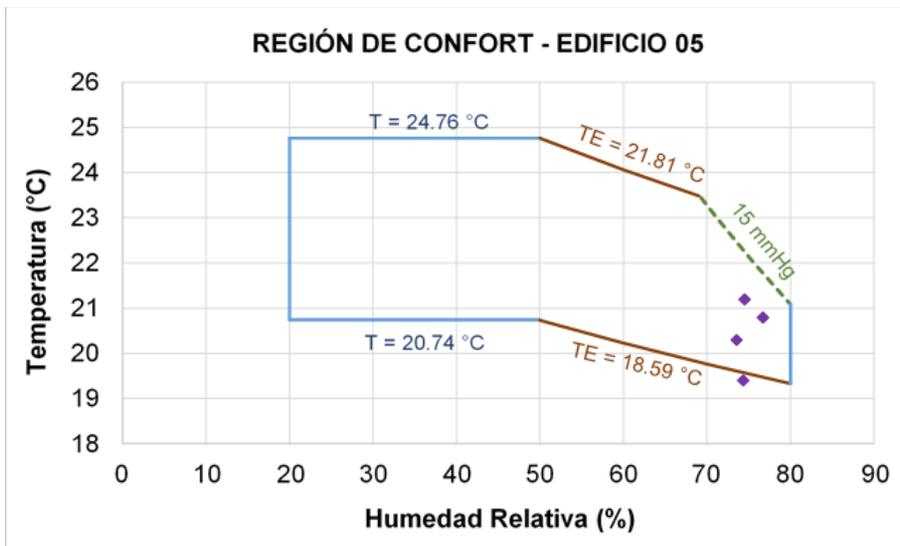
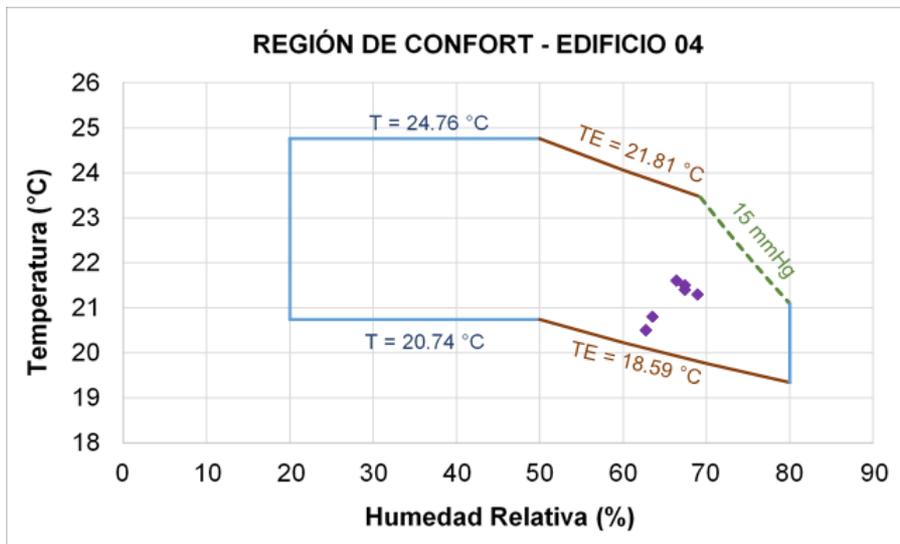
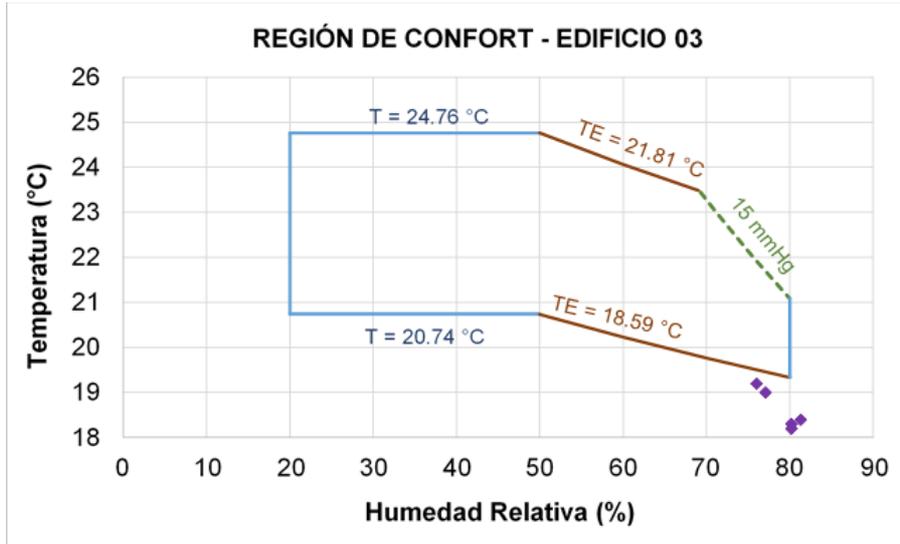


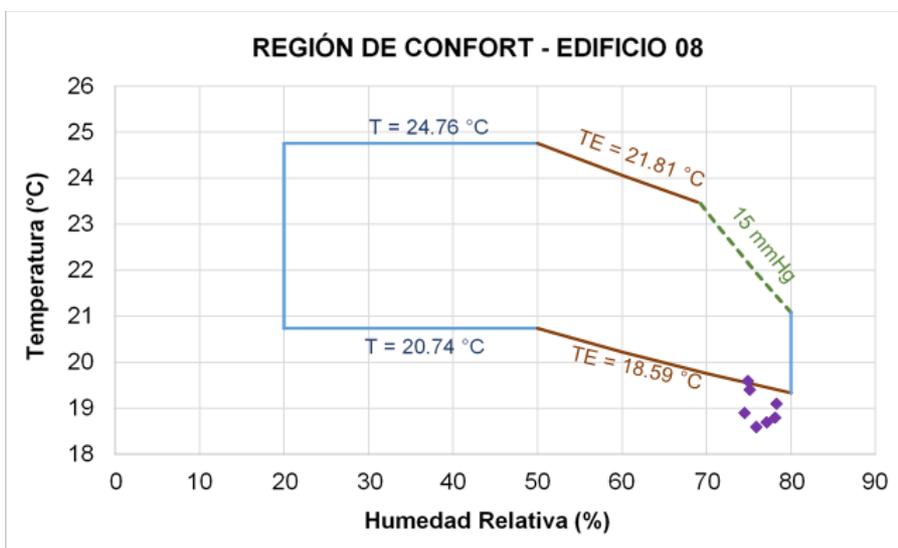
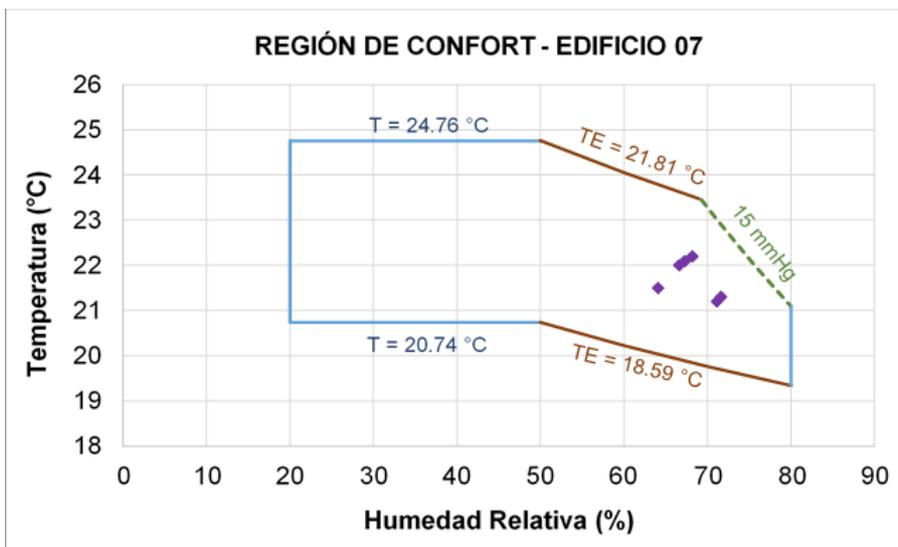
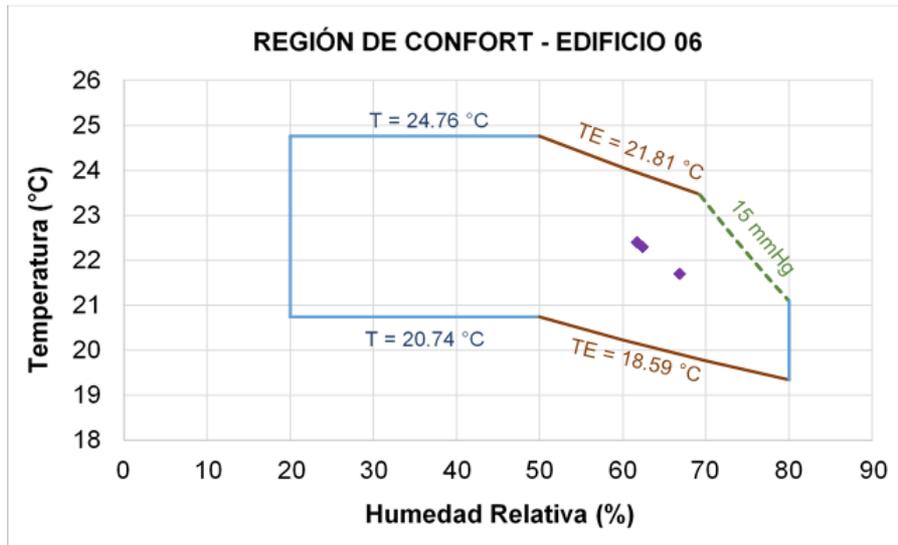


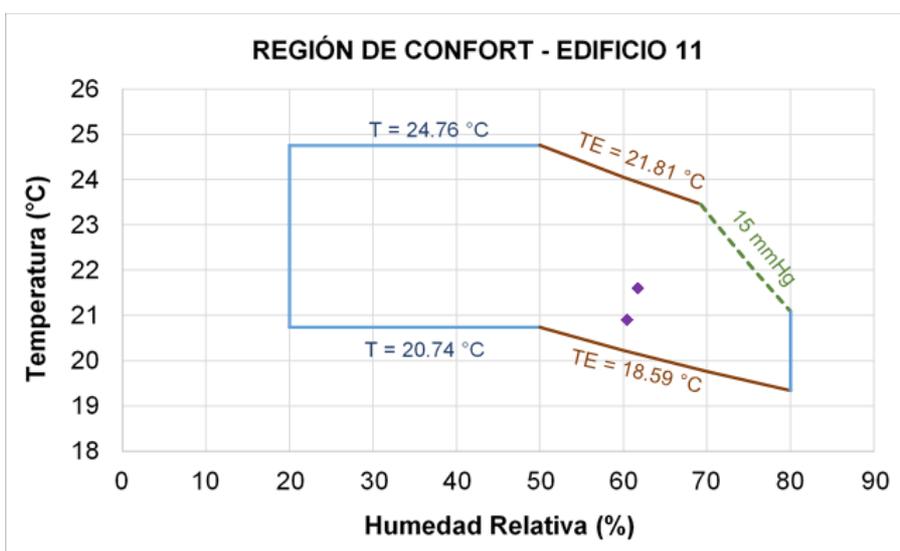
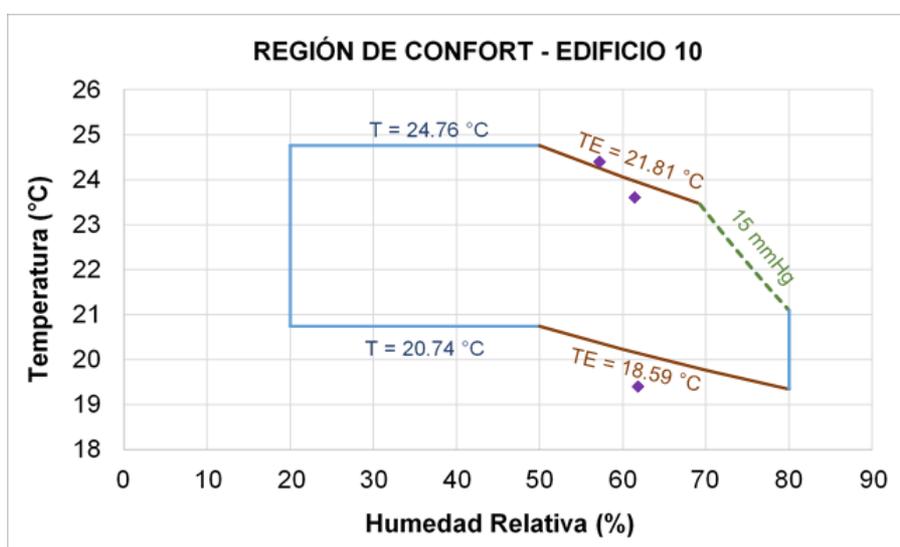
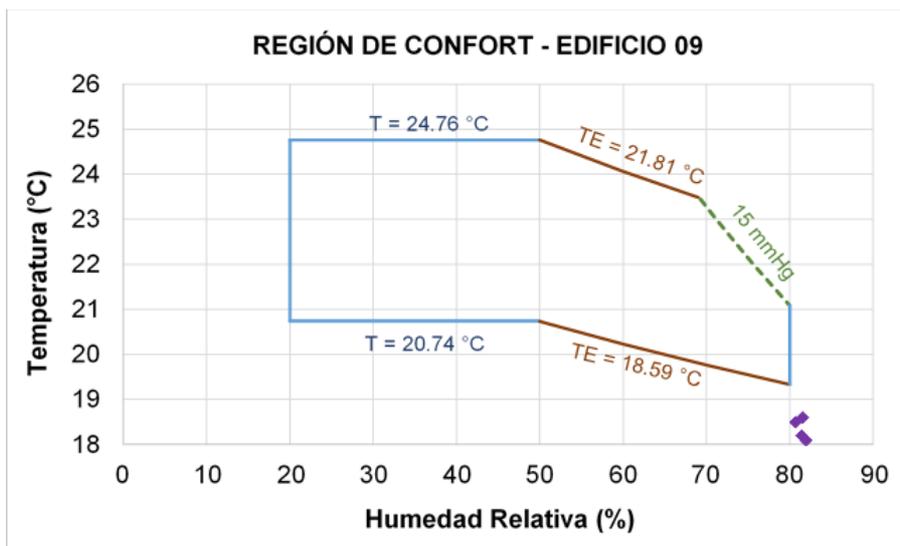
ANEXO 09: REGIONES DE CALIDAD INTERIOR DEL AIRE EN EDIFICIOS EVALUADOS

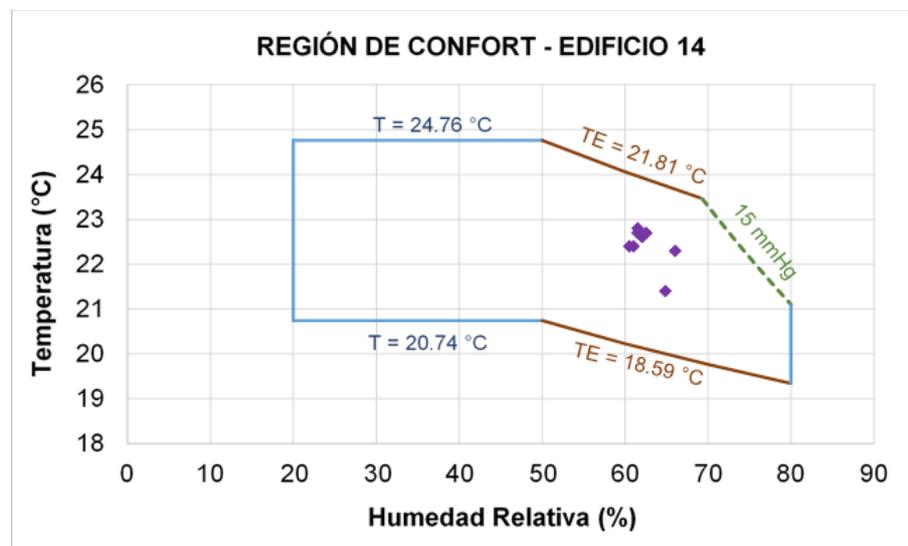
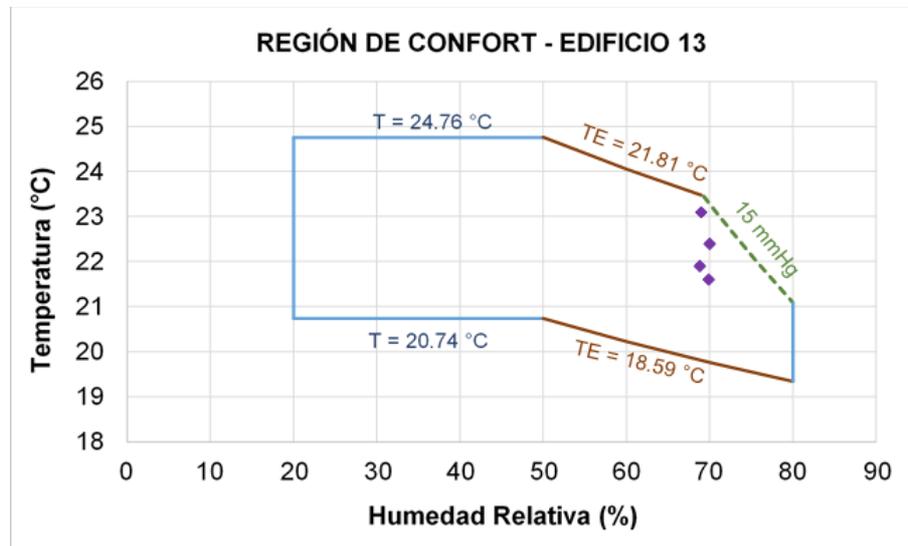
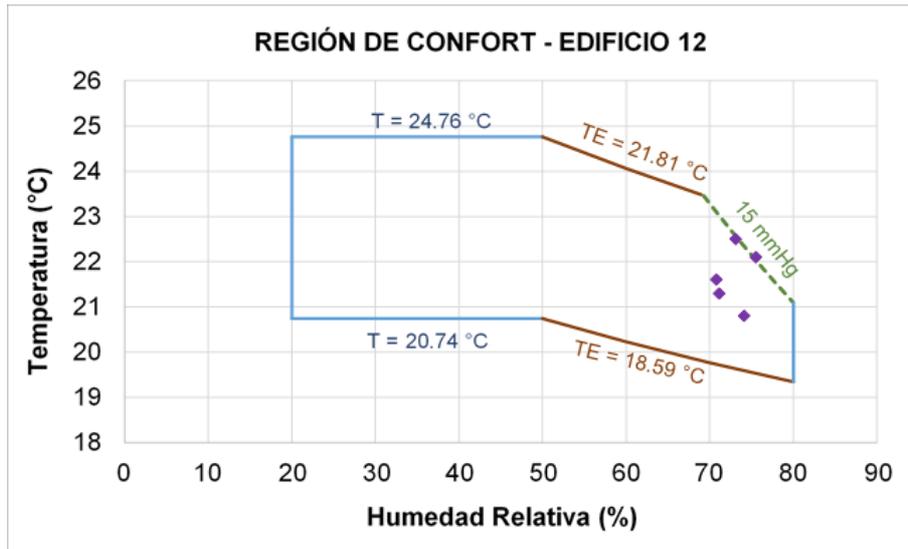
A continuación, se presentan las gráficas para cada uno de los edificios de la región de confort en época de verano, respecto a las mediciones de temperatura y humedad realizadas en cada uno de los ambientes, cuyos datos pueden encontrarse en el Anexo 01.

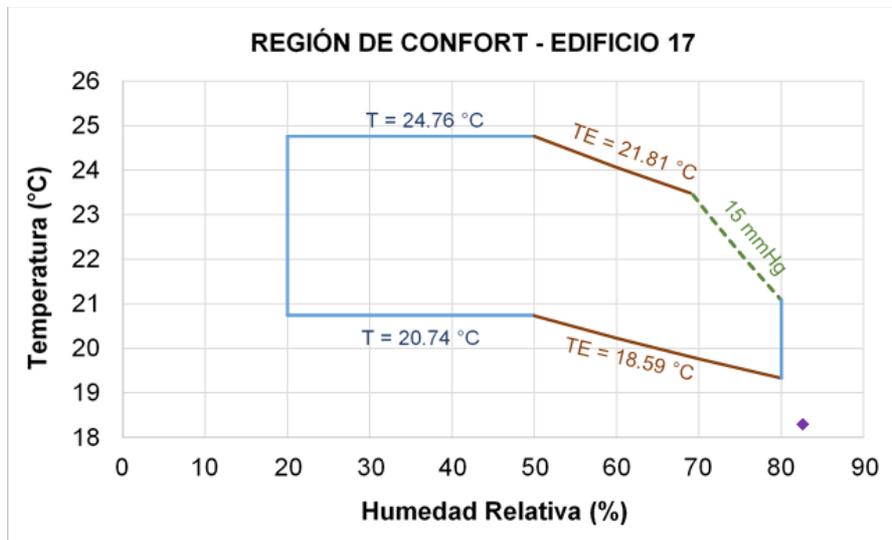
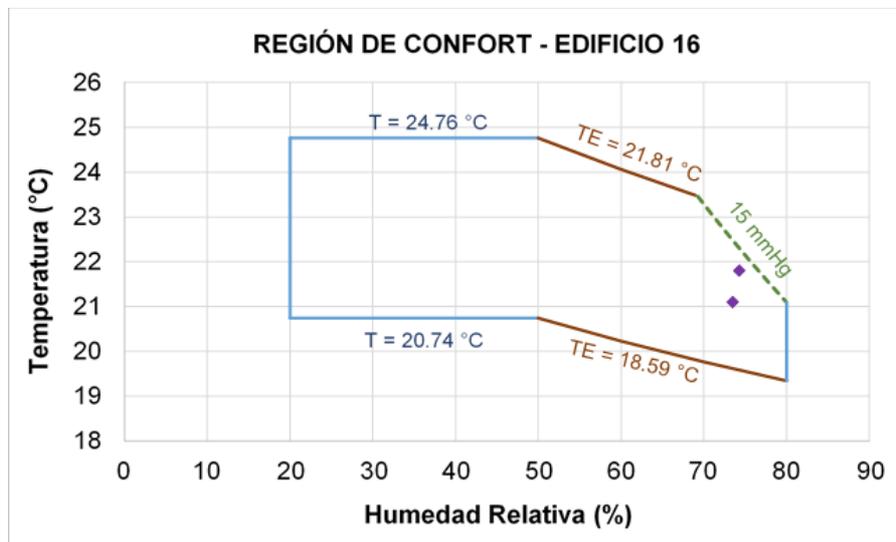
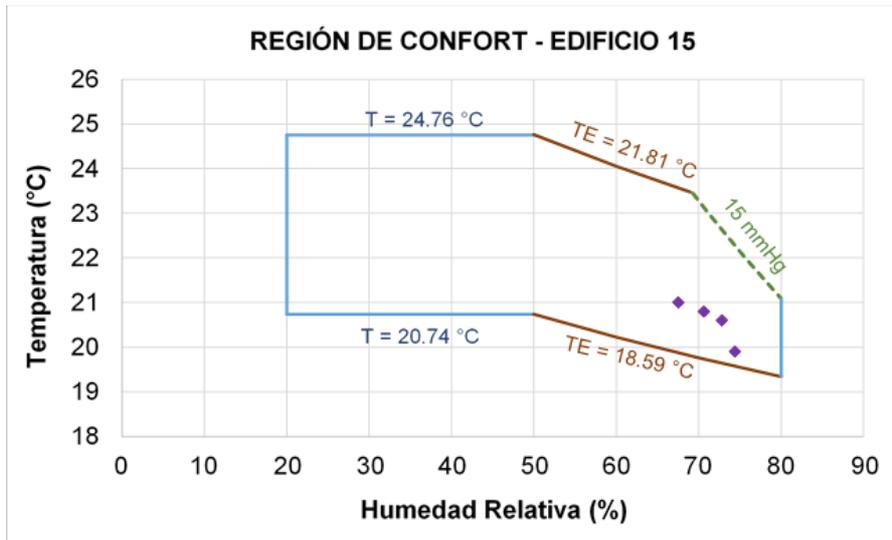


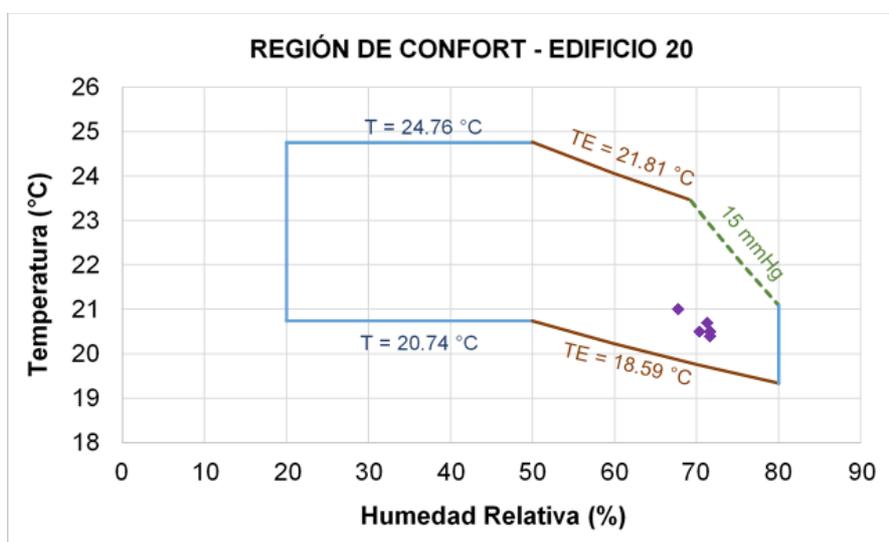
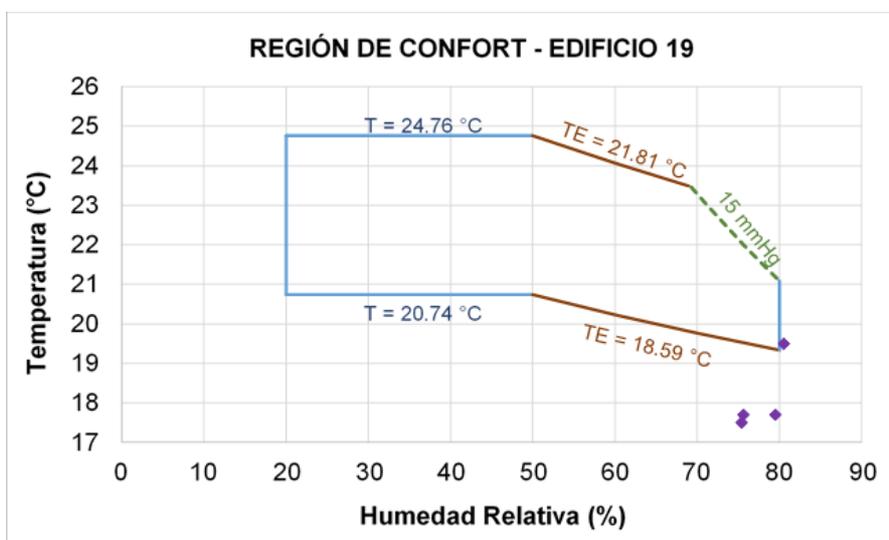
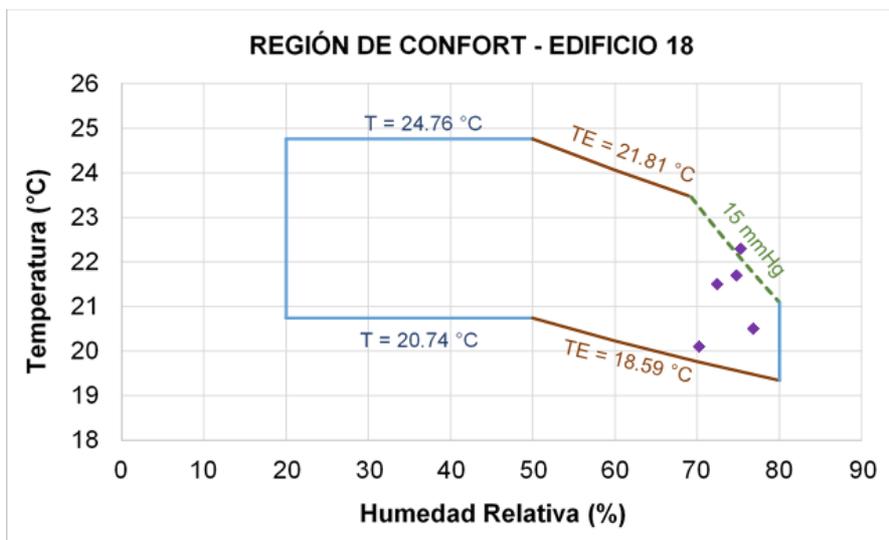












Asimismo, se realiza el análisis de las regiones de Toxicidad para los valores de concentración de CO₂ identificados en cada ambiente de las viviendas evaluadas, los cuales se presentan a continuación.

