UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

Propuesta de criterios de sostenibilidad para edificios multifamiliares a nivel de certificación EDGE y sus beneficios en su vida útil (obra, operación y mantenimiento) frente a una edificación tradicional. Caso: edificio en el distrito de Santa Anita - Lima

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR(ES)

Lecca Díaz, Gerald Kevin (0000-0002-9831-3421)

Prado Canahuire, Luis Alberto (0000-0002-3014-2072)

ASESOR

Carrera Cabrera, Elsa Carmen (0000-0001-9546-9060)

Lima, 26 de abril de 2019

DEDICATORIA

Antes de todo, agradezco a Dios por haber sido la luz y guía en mi vida; por darme la vida, salud y por todos los logros y metas alcanzados hasta la actualidad. Del mismo modo, agradezco a mis padres Maritza y Oswaldo por haberme forjado como la persona que soy hoy en día, por todos sus consejos, apoyo y el amor incondicional desde siempre. A mi hermano Jerry, por lo que representa para mí y ser parte importante en mi familia que amo. A mi novia Jazmín, quien es parte fundamental en mi vida para desarrollarme como una mejor persona día a día y por su comprensión, amor y apoyo incondicional dándome el tiempo necesario para realizarme profesionalmente. (Gerald Lecca Díaz)

Agradezco a Dios por brindarme una familia muy unida. Agradezco a mi familia por la educación, los valores y el cariño que tuvieron hacia a mí. Por confiar en mí y poder ser un ejemplo de superación para el crecimiento de mis primos. Principalmente agradezco a mi madre Angélica que me ha apoyado en los malos momentos que he pasado en mi vida y a mi padre Luis por apoyarme y respetar mi decisión en la elección de mi carrera: Ingeniería Civil. A mi hermana por apoyarme en las cosas del hogar cuando me encontraba en exámenes y trabajos. Finalmente, a mi tía Jenny por su apoyo incondicional y sus consejos que me brindaba cuando estaba en problemas. (Luis Prado Canahuire)

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a Dios por permitir darnos la vida y permitir lograr este objetivo, también a la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas por permitir que seamos parte de ella y poder desarrollarnos con la carrera que más nos apasiona: Ingeniería Civil. Agradecemos a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para permitir que sigamos adelante día a día.

Del mismo modo, agradecemos a nuestra asesora de tesis la Dra. Elsa Carrera Cabrera, por habernos brindado la oportunidad de compartir su experiencia y conocimiento científico y sobre todo por habernos tenido toda la paciencia del mundo para guiarnos durante todo el desarrollo de la tesis.

Asimismo, agradecemos a nuestra familia por ser nuestro apoyo incondicional para todos los problemas, inconvenientes y estrés acumulado que tuvimos a lo largo de nuestra vida universitaria, por sus consejos, sus bromas y sobre todo el amor hacia nuestra persona.

Finalmente, agradecemos a todos los que fueron nuestros compañeros de clase durante todos los niveles de universidad, ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han sido parte fundamental para que sigamos siendo optimistas durante nuestra vida universitaria.

RESUMEN

En la actualidad, el sector de la construcción es indispensable para impulsar el desarrollo socio económico, pero a su vez es el principal responsable del incremento de la contaminación debido al uso inadecuado de los recursos naturales. Sin embargo, existe la posibilidad de mejorar esta problemática, implementando edificaciones sostenibles mediante criterios de sostenibilidad en la construcción. Actualmente, en el mundo existen diversas instituciones que brindan certificaciones internacionales que son una de las mejores herramientas para garantizar la sostenibilidad de los proyectos. En el Perú, existen tres certificaciones que acreditan que una edificación es sostenible, estas son las certificaciones LEED, EDGE y BREEAM.

Este proyecto de tesis consiste en proponer criterios de sostenibilidad a nivel de certificación EDGE, enfocado en el uso racional de los materiales, consumo eficiente de energía y agua.

Estos criterios se aplicaron a una edificación tradicional (Caso: Edificio multifamiliar sostenible – Santa Anita) a nivel de proyecto, para mostrar los beneficios ambientales y económicos durante su vida útil (etapa de construcción, operación y mantenimiento). Se logró obtener un ahorro de 35.96% de ahorro en energía y un 31.92% de ahorro en agua. Los usuarios de una edificación sostenible tendrán ahorros económicos que se mostrarán en sus recibos de agua y luz mensualmente.

Asimismo, se plantean incorporar materiales que consumen menor energía en su fabricación. Se obtuvo que el ahorro de dióxido de carbono (CO₂) durante el año de uso es de 1.47 t por la vivienda multifamiliar. Proyectando su aplicación a la inmensa cantidad de viviendas necesarias en la ciudad, tendremos un ahorro significativo en la contaminación ambiental.

Palabras clave: construcción; edificaciones sostenibles; certificación EDGE; contaminación ambiental; recursos naturales

Proposal of sustainability criteria for multifamily buildings at EDGE certification level and their benefits in their useful life (construction, operation and maintenance) compared to a traditional building. Case: building in the district of Santa Anita - Lima

ABSTRACT

Currently, the construction sector is essential to boost socio-economic development, but in turn is the main responsible for the increase in pollution due to the inadequate use of natural resources. However, there is the possibility of improving this problem by implementing sustainable buildings through criteria of sustainability in construction. Currently, in the world there are several institutions that provide international certifications that are one of the best tools to ensure the sustainability of projects. In Peru, there are three certifications that certify that a building is sustainable, these are the LEED, EDGE and BREEAM certifications.

This thesis project consists of proposing sustainability criteria at the EDGE certification level, focused on the rational use of materials, efficient consumption of energy and water.

These criteria were applied to a traditional building (Case: Sustainable multifamily building - Santa Anita) at the project level, to show the environmental and economic benefits during its useful life (construction, operation and maintenance stage). It was possible to obtain savings of 35.96% of energy savings and 31.92% savings in water. The users of a sustainable building will have economic savings that will be shown on their water and electricity bills monthly.

Also, consider incorporating materials that consume less energy in their manufacture. It was obtained that the CO₂ savings during the year of use is 1.47 t for the multi-family dwelling. By projecting its application to the immense amount of homes needed in the city, we will have significant savings in environmental pollution.

Keywords: building; sustainable buildings; EDGE certification; environmental pollution; natural resources

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	ANTECEDENTES	2
1.2	REALIDAD DEL PROBLEMA	5
1.3	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	6
1.4	HIPÓTESIS DEL PROBLEMA.....	6
1.5	OBJETIVO GENERAL	6
1.6	OBJETIVO ESPECÍFICO	6
2	MARCO TEÓRICO	7
2.1	LA SOSTENIBILIDAD EN EL DESARROLLO DE LA SOCIEDAD	7
2.1.1	Concepto de sostenibilidad.....	7
2.1.2	Sostenibilidad en términos económicos, ambientales y sociales.....	8
2.1.3	Importancia de la sostenibilidad en la actualidad de la sociedad	9
2.2	LA SOSTENIBILIDAD EN LA EDIFICACIÓN.....	10
2.2.1	Edificaciones sostenibles	10
2.2.2	Sistemas de certificaciones sostenibles en el Perú	11
2.2.2.1	Certificación LEED	11
2.2.2.2	Certificación EDGE.....	11
2.2.2.3	Certificación BREEAM.....	11
2.2.3	Edificación sostenible en el Perú	12
2.2.4	Bono Mivivienda Sostenible	14
2.3	COSTO DE LA VIDA ÚTIL DE UNA EDIFICACIÓN	15
2.3.1	Costo de diseño.....	16
2.3.2	Costo en la ejecución.....	16
2.3.3	Costo de operación y mantenimiento	17
3	MATERIAL Y MÉTODO	18
3.1	MATERIAL	18
3.1.1	Población	18
3.1.2	Muestra	18
3.2	MÉTODO	18
3.2.1	Nivel de investigación	18

3.2.2	Diseño de investigación.....	18
3.2.3	Variables de estudio y operacionalización	19
3.2.4	Técnicas de Instrumento de recolección de datos	19
4	RESULTADOS	20
4.1	ANÁLISIS DE LOS CRITERIOS DEFINIDOS A NIVEL DE CERTIFICACIÓN EDGE PARA UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR SOSTENIBLE	20
4.1.1	Importancia y beneficios de la certificación EDGE	20
4.1.2	Metodología de la certificación EDGE	22
4.1.2.1	Condiciones climáticas	22
4.1.2.2	Tipo de edificio.....	23
4.1.2.3	Diseño y especificaciones.....	23
4.1.2.4	Orientación del edificio	24
4.1.3	Proceso de certificación.....	25
4.1.3.1	Etapas de diseño	26
4.1.3.2	Etapas de construcción.....	26
4.1.4	Las medidas de eficiencia de la certificación EDGE	27
4.1.4.1	Eficiencia de la energía.....	27
4.1.4.2	Eficiencia del agua.....	30
4.1.4.3	Eficiencia de materiales.....	32
4.1.5	Software aplicativo de la certificación EDGE.....	35
4.2	PROPONES LOS CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD PARA OBTENER UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR SOSTENIBLE A NIVEL DE CERTIFICACIÓN EDGE	39
4.2.1	Edificaciones sostenibles certificadas por el estado	39
4.2.1.1	Requisitos que brinda el Fondo Mivivienda para una edificación sostenible.	39
4.2.2	Características de edificaciones multifamiliares con certificación EDGE en el Perú.....	41
4.2.2.1	Edificio multifamiliar Golf los Incas.....	42
4.2.2.2	Edificio multifamiliar Mariscal Castilla	45
4.2.3	Criterios de sostenibilidad definidos para un edificio multifamiliar sostenible... ..	46
4.2.3.1	Criterio de sostenibilidad definido para el ahorro de energía.....	46

4.2.3.2	Criterio de sostenibilidad definido para el ahorro de agua	48
4.2.3.3	Criterio de sostenibilidad definido para el ahorro de materiales	56
4.3	APLICAR LOS CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD AL CASO DE EDIFICIO EN SANTA ANITA – LIMA.....	63
4.3.1	Ubicación del edificio multifamiliar.....	63
4.3.2	Características del edificio multifamiliar seleccionado.....	64
4.3.3	Aplicación de los criterios de sostenibilidad definidos	67
4.3.3.1	Aplicación de los criterios de sostenibilidad definidos para el ahorro de agua.....	67
4.3.3.2	Aplicación de los criterios de sostenibilidad definidos para el ahorro de energía....	73
4.3.3.3	Aplicación de los criterios de sostenibilidad definidos para el ahorro de materiales.....	76
4.4	ANÁLISIS DE COSTO – BENEFICIO DEL CASO APLICADO.....	79
4.4.1	Edificio multifamiliar tradicional	79
4.4.1.1	Costo en equipos de consumo normal de energía.....	79
4.4.1.2	Costo en equipos de consumo normal de agua.....	80
4.4.1.3	Costo en materiales.....	81
4.4.2	Edificio multifamiliar sostenible	82
4.4.2.1	Costo en equipos de bajo consumo de energía	82
4.4.2.2	Costo en equipos de bajo consumo de agua	83
4.4.2.3	Costo en materiales.....	85
4.4.3	Beneficios de una edificación sostenible.....	86
4.4.3.1	Beneficio Económico	86
4.4.3.2	Beneficio Ambiental.....	87
5	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	88
5.1	VERIFICACIÓN DE RESULTADOS.....	88
5.1.1	Verificación de análisis de las medidas definidas a nivel de certificación EDGE para un edificio multifamiliar sostenible	88
5.1.2	Verificación de proponer los criterios de sostenibilidad para obtener un edificio multifamiliar sostenible a nivel de certificación EDGE.....	88

5.1.3	Verificación de la aplicación de los criterios de sostenibilidad al caso de edificio en Santa Anita – Lima	88
5.1.4	Verificación del análisis Costo – Beneficio del caso analizado	89
5.2	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	89
5.2.1	Discusión del análisis de las medidas definidas a nivel de certificación EDGE para un edificio multifamiliar sostenible	89
5.2.2	Discusión de proponer los criterios de sostenibilidad para obtener un edificio multifamiliar sostenible a nivel de certificación EDGE	89
5.2.3	Discusión de la aplicación de los criterios de sostenibilidad al caso de edificio en Santa Anita – Lima	90
5.2.4	Discusión del análisis Costo – Beneficio del caso analizado	90
6	CONCLUSIONES	90
7	RECOMENDACIONES	91
8	REFERENCIAS.....	93
9	ANEXOS.....	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Edificaciones con Certificación LEED en el Perú	13
Tabla 2 Criterios del Bono Mivivienda Sostenible	15
Tabla 3 Beneficios de la Certificación EDGE	21
Tabla 4 Beneficios a nivel mundial	22
Tabla 5 Cuadro explicativo de las funciones de los agentes involucrados en la certificación EDGE.....	25
Tabla 6 Dispositivos de sombreados típicos.....	29
Tabla 7 Espesor de aislamiento requerido para conseguir un valor de U de 0.45 W/m ² K. 30	
Tabla 8 Requerimientos para la aplicación de un sistema de reciclaje de aguas residuales en la etapa de diseño y construcción.	31
Tabla 9 Requerimientos para aparatos de duchas y griferías de bajo flujo en la etapa de diseño y construcción.....	32
Tabla 10 Requerimientos para el montaje de aparatos sanitarios en la etapa de diseño y construcción de una edificación	32
Tabla 11 Lista de especificaciones de tipos de losas incluidas en EDGE	33
Tabla 12 Lista de especificaciones de tipos de muros exteriores incluidas en EDGE	34
Tabla 13 Lista de especificaciones de tipos de aislamientos incluidas en EDGE.	34
Tabla 14 Lista de algunos materiales para marcos de ventanas incluidas en EDGE	35
Tabla 15 Características de las placas sílico calcáreo	60
Tabla 16 Características acústicas de las placas	60
Tabla 17 Tabla de usos totales por día por accesorio	71
Tabla 18 Tabla de consumo de agua al día por las instalaciones de consumo normal.....	72
Tabla 19 Tabla de consumo de agua al día por las instalaciones de bajo consumo	72
Tabla 20 Tabla de consumo de energía total del edificio. Línea Base – Luminarias Ahorradores	75
Tabla 21 Tabla de consumo de energía total del edificio. Consumo Propuesto – Luminarias LED por Focos LED.....	75
Tabla 22 Porcentaje de ahorro en materiales al utilizar un sistema SVB Soltek respecto al sistema tradicional	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Certificación EDGE a nivel mundial según su topología.	4
Figura 2. Certificación EDGE a nivel mundial según su topología.	5
Figura 3. Pilares de la sostenibilidad.	8
Figura 4. Porcentaje de Certificación LEED en la región de Lima.	13
Figura 5. Certificación LEED en el Perú según su tipología.	14
Figura 6. Porcentaje de la Certificación LEED en el Perú según su tipología.	14
Figura 7. Ciclo de la vida útil de una edificación.	16
Figura 8. Proceso de certificación EDGE.	26
Figura 9. Diseño de la nueva edificación en el Software EDGE.	36
Figura 10. Medida de eficiencia de energía en el Software EDGE.	37
Figura 11. Medida de eficiencia de agua en el Software EDGE.	38
Figura 12. Medida de eficiencia de los materiales en el Software EDGE.	38
Figura 13. Condiciones obligatorias para los bonos de Grado 1.	40
Figura 14. Condiciones obligatorias para los bonos de Grado 2.	40
Figura 15. Valor de financiamiento del Bono de Vivienda Verde.	40
Figura 16. Proyectos inmobiliarios de viviendas ecoamigales.	41
Figura 17. Ubicación del edificio Multifamiliar Golf los Incas.	42
Figura 18. Edificio multifamiliar Golf los Incas.	42
Figura 19. Ubicación del dúplex 502 del edificio Multifamiliar Golf los Incas.	43
Figura 20. Primer nivel del dúplex 502 del edificio Multifamiliar Golf los Incas.	43
Figura 21. Segundo nivel del dúplex 502 del edificio Multifamiliar Golf los Incas.	44
Figura 22. Ahorros previstos de la certificación EDGE Edificio multifamiliar Golf los Incas.	44
Figura 23. Fachada del edificio Multifamiliar Mariscal Castilla.	45
Figura 24. Ahorro previsto de la certificación EDGE en la edificación Mariscal Castilla.	45
Figura 25. Ingreso de la luz natural en una edificación.	46
Figura 26. Sistema de paneles solares en una vivienda.	47
Figura 27. Características físicas de los tipos de focos.	48
Figura 28. Cifras de consumo de agua en una vivienda.	49
Figura 29. Aparatos sanitarios para ahorro de agua (grifo de cocina).	50
Figura 30. Aparatos sanitarios para ahorro de agua (Ducha de bajo flujo).	51
Figura 31. Llave de ducha temporizada.	52

Figura 32. Aparatos sanitarios para ahorro de agua (grifos de lavamanos).	53
Figura 33. Llave electrónica.	53
Figura 34. Aparatos sanitarios para ahorro de agua (inodoros de doble descarga).	54
Figura 35. Fluxómetro de lanza de 4.8 litros.	55
Figura 36. Sistema de aguas grises.	56
Figura 37. Losas prefabricadas de concreto.	57
Figura 38. Fibras de carbono en losas.	58
Figura 39. Ladrillo KK CICLO.	59
Figura 40. Placas sílico calcáreo.....	61
Figura 41. Plancha Tecnoblock.	61
Figura 42. Pintura convencional vs Pintura sostenible.....	62
Figura 43. Mapa de ubicación del edificio multifamiliar en Santa Anita-Lima.....	63
Figura 44. Plano de anteproyecto (primer nivel) del edificio Multifamiliar en Santa Anita-Lima.....	65
Figura 45. Plano de anteproyecto (planta típica) del edificio Multifamiliar en Santa Anita-Lima.....	66
Figura 46. Reductor de caudal para tubo de abasto o grifería.	68
Figura 47. Grifo ahorrador de cocina doble apertura.	68
Figura 48. Juego de accesorio para inodoro.	69
Figura 49. Cabezal de ducha con kit economizador.	70
Figura 50. Grifería temporizada.	70
Figura 51. Grifería economizadora.....	71
Figura 52. Corte de elevación del edificio Multifamiliar en Santa Anita-Lima.....	74
Figura 53. Sistema vigueta bovedilla SOLTEK.	77
Figura 54. Ladrillos KK CICLO.....	78
Figura 55. Muro de sílico calcáreo.	79
Figura 56. Presupuesto de las instalaciones eléctricas del edificio multifamiliar tradicional.	80
Figura 57. Presupuesto de las instalaciones sanitarias del edificio multifamiliar tradicional.	81
Figura 58. Presupuesto de los materiales del edificio multifamiliar tradicional.	82
Figura 59. Costo incl. IGV de focos LED.	83
Figura 60. Costo incl. IGV de los reductores de caudal.	83

Figura 61. Costo incl. IGV de los grifos ahorradores de cocina.	83
Figura 62. Costo incl. IGV de los sanitarios de doble descarga.....	84
Figura 63. Costo incl. IGV de los sanitarios de doble descarga.	84
Figura 64. Costo incl. IGV de la grifería temporizada.	85
Figura 65. Vigueta Pretensada.....	85
Figura 66. Bloques Poliestireno.....	86
Figura 67. Resultados de la edificación sostenible.....	87

1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la contaminación ambiental es uno de los problemas más relevantes en el Perú que se pretende resolver, ya que afecta en gran medida la salud de los seres vivos. Uno de los sectores económicos más responsables en este problema es la construcción, puesto que emplea gran cantidad de recursos naturales durante sus procesos, es decir, emplear gran cantidad de energía en los procesos de fabricación de los materiales de construcción, generando gases contaminantes y residuos sólidos.

Por ello, las empresas constructoras han optado por emplear conceptos ambientales en la construcción, ya que esto ayuda a tener una buena imagen en el mercado. Este concepto que se aplica en el desarrollo de la construcción es la sostenibilidad. Lo cual implica gestionar el uso de los materiales, el control de los desperdicios en la construcción, el consumo eficiente del agua y energía en la ejecución y vida útil de la edificación.

En el Perú existe el Consejo de Construcción Sostenible, que es una asociación sin fines de lucro que tiene como objeto promover la reducción de las emisiones de carbono en las edificaciones, a través de edificaciones sostenibles. En el Perú existe tres instituciones internacionales que son EDGE, LEED y BREEAM, que certifican a una edificación como sostenible. En el año 2010, el edificio Platinum Plaza fue el primero en obtener una certificación sostenible (LEED) alcanzando el nivel GOLD. La certificación LEED es la más utilizada en el Perú, ya que tiene 64 edificaciones certificadas. El 63% de las edificaciones son destinadas para oficinas y el 1% para viviendas. El proceso de certificación LEED para edificación de vivienda es muy compleja y costosa, por esta razón las empresas inmobiliarias no optan por certificar sus edificaciones. Sin embargo, la certificación EDGE, es más compatible para edificios multifamiliares, y se demuestra debido a que el 62% de los edificios certificados con EDGE a nivel mundial son de viviendas.

Por esta razón, se ha propuesto criterios sostenibles para una edificación multifamiliar a nivel de certificación EDGE, con la finalidad de obtener un menor consumo de energía y agua durante la etapa de operación de la edificación, como también proponer materiales que empleen menos energía en sus procesos de fabricación, recursos renovables, entre otros. Asimismo, reducir el impacto negativo al medio ambiente. Finalmente, se aplicará los criterios definidos a una edificación de vivienda multifamiliar a nivel de proyecto para

conocer los beneficios económicos y ambientales que se tiene en una edificación sostenible en comparación a una vivienda tradicional.

1.1 Antecedentes

En la actualidad, el incremento de la construcción en el Perú ha aumentado considerablemente generando significativos problemas ambientales. Por tanto, el objetivo del estudio es proponer procesos sostenibles para todo el ciclo de vida de un proyecto de edificación y que se enfoque en reducir los impactos ambientales, sociales y económicos que pueda producir el proyecto por el uso irracional de los materiales e inadecuados procedimientos constructivos. La experiencia de los últimos veinte años ha demostrado que no resulta fácil cambiar el sistema de construcción de los edificios y su funcionamiento. Por lo tanto, para lograr una Construcción Sostenible debe romperse con la rutina y los malos hábitos adquiridos por décadas del uso irracional de los recursos naturales (Cáceres, 1996).

Por otro lado, la sostenibilidad está ligada con la optimización de la energía, por ejemplo, el sistema de aire acondicionado en la edificación toma la mayor parte del consumo total de energía para satisfacer la necesidad de confort térmico. Por ende, el aislamiento térmico es una tecnología eficiente para utilizar la energía para proporcionar el confort térmico deseado por sus características beneficiosas con el medio ambiente. El principio del aislamiento térmico consiste en usar los materiales eficientes-energéticos adecuados para regular la temperatura, y dando como resultado reducir el costo de energía (Aditya et al., 2017). Como resultado del uso de materiales aislantes térmicos en los procesos constructivos produce un ahorro de energía de 36% respecto a materiales tradicionales poniendo en evidencia la optimización de energía en la construcción.

Asimismo, la sostenibilidad está arriostada al consumo del agua, por ejemplo, existen investigaciones acerca de la reutilización de aguas residuales, las cuales pueden contribuir a la solución de problemas relacionados con este tema. Además, el potencial de ahorro de agua de la reutilización dependerá principalmente del tamaño de la edificación, del tamaño del área ajardinada irrigada, de la duración de la temporada de riego y del tiempo de servicio de la edificación. Para esto, se tuvieron que realizar los datos de monitoreo a largo plazo de dos edificaciones piloto, las cuales fueron evaluadas para el balance hídrico entre las posibles fuentes de aguas residuales y la demanda para diversos fines de reutilización individual. Como resultado, se desarrolla un árbol de decisiones para una optimización de la reutilización de aguas residuales para las edificaciones de la zona estudiada. Este estudio

sugiere que, para la obtención del mayor ahorro de agua, la reutilización de aguas residuales domésticas mixtas puede ser la alternativa más adecuada para edificaciones con más de 250 habitaciones, gran área de riego de más de 100 m² por habitación y operadas estacionalmente. Sin embargo, para las edificaciones que funcionan durante todo el año, con un área ajardinada limitada y bajo diseño o construcción, la reutilización del agua gris puede ser la mejor alternativa para el mayor ahorro de agua (Hocaoglu, 2017, p. 43).

Además, la sostenibilidad de la edificación depende del impacto al medio ambiente que representa, por ejemplo, el estudio de investigación presentado por Soheyl, Antonio y Said, se refiere a la comparación ambiental de ladrillos de hormigón armado y arcilla. A través, de un modelo de construcción tridimensional digital donde se analizan los datos requeridos. El edificio se considera una vez con una estructura de hormigón armado, que consta de columnas, vigas y losas, con paredes de ladrillo entre las columnas en la periferia y el interior del edificio. Para este estudio se analizó la mampostería estructural con bloques de arcilla en las paredes exteriores e interiores. Ambos modelos se analizan en dos versiones. En la primera versión, las losas son de hormigón armado y en la segunda versión las losas están construidas en vigas de hormigón pretensado y bloques de arcilla. El modelo de construcción representa para todas las soluciones iguales condiciones. La comparación se limita a la cuantificación de los parámetros ambientales más importantes, la energía incorporada y las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Los resultados de este estudio muestran que la versión 1 del modelo de mampostería tiene una reducción del 11% en el consumo de energía, mientras que la versión 2 de ambos modelos tiene una reducción del 39% en las emisiones de dióxido carbono (CO₂) y un 41% del Modelo de Albañilería y una reducción del 30% en las emisiones de dióxido carbono (CO₂) y un 32% de la energía incorporada en el caso del Modelo de Concreto comparado con el Modelo de Concreto con losas de hormigón armado. Estas diferencias se deben a la reducción del hormigón armado, que es más significativa en las versiones 2 (Sazedj, Morais & Jalali, 2017) De esta manera, podemos corroborar lo mencionado en el párrafo inicial acerca del impacto ambiental en la construcción.

Finalmente, este proyecto de investigación se enfoca en la sostenibilidad a nivel de Certificación EDGE, por lo tanto, es importante tener en cuenta que actualmente el Perú cuenta con dos proyectos certificados, el edificio multifamiliar Golf los Incas con la certificación final EDGE y el edificio multifamiliar Mariscal Castilla a través de la certificación preliminar EDGE. Sin embargo, en el mundo se han certificado con el sello

EDGE 1,1 millones de metros cuadrados de construcción en 12 países, de los cuales la mayor parte están localizados en América Latina. Por ejemplo, Ecuador presenta el Edificio Edwards, un moderno edificio residencial ubicado en Quito que recibió la certificación EDGE preliminar de GBCI, cuenta con 11 unidades habitacionales con certificación EDGE, en donde los propietarios de las viviendas se beneficiarán de facturas de servicios públicos más bajas, ya que todas las unidades cuentan con iluminación y controles de iluminación eficaces en el uso de la energía, pintura reflectiva, aislamiento en techos y paredes y controles que ahorran agua. Asimismo, otro caso de éxito es China, donde se ha logrado articular el software de EDGE con el programa de certificación del Ministerio de Vivienda de dicho país, generando a la vez incentivos e integración intersectorial. Según Prashant Kapoor (2017), especialista en construcción sostenible y creador del Programa EDGE en IFC menciona que los edificios verdes son una oportunidad de inversión en el mercado, pues su valor de venta es 7% más alto que las construcciones convencionales, al citar una encuesta elaborada en 69 países por la firma Dodge Data & Analytics (párr. 6). Además, a nivel mundial existen 42 proyectos certificados; entre viviendas, oficinas, hoteles, comercio y hospitales. A continuación, las figuras 1 y 2 muestran la cantidad de proyectos con el sello EDGE según su tipología de uso.

Figura 1. Certificación EDGE a nivel mundial según su topología.

Fuente: Francesca Mayer -Presidenta del Consejo Peruano Sostenible, 2017.

Figura 2. Certificación EDGE a nivel mundial según su topología.

Fuente: Francesca Mayer-Presidenta del Consejo Peruano Sostenible, 2017.

1.2 Realidad del problema

La construcción es un sector indispensable para el desarrollo en la sociedad, ya que es uno de los motores más importante en la economía de un país. En el Perú, el Sector Construcción, participa con el 5.6% del índice de la Producción Nacional. Al mismo tiempo, este sector produce un alto impacto al Medio Ambiente ya que es responsable de un alto consumo de recursos naturales (materias primas, energía y agua) lo que implica a generar una gran cantidad de residuos y gases contaminantes en el ambiente.

En el Perú, el uso irracional de los materiales de construcción es uno de los factores principales que ocasiona el impacto ambiental, puesto que existe una informalidad en la construcción. El autoconstrucción es una modalidad inadecuada que se emplea para la ejecución de una vivienda, ya que implica que se realicen inadecuados procedimientos constructivos ocasionando un mayor consumo de agua y energía. Esta modalidad normalmente es construida por maestros de obras, quienes no están capacitados con una adecuada gestión de recursos. Además, se estima que solo el 30 y 40% de las edificaciones son resultado de procesos constructivos formales, mientras que la parte restante han sido autoconstruidas con una serie de consecuencias desfavorables para la salud, el ambiente y la economía de las familias. Según cifras oficiales del MVCS menciona que la construcción es responsable del 40% de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), del 30% del consumo de materias primas, del 20% del consumo de agua, del 30% de la generación de residuos y de una parte importante de la ocupación del suelo. Frente a estos demoledores datos estadísticos, el sector de la construcción debe realizar un plan de mejora ambiental para mitigar los efectos que puede ocasionar.

Por esta razón, en el Perú se está empezando a implementar edificaciones sostenibles mediante certificaciones ambientales de grandes superficies destinadas al comercio, mas no en la construcción de viviendas. Existe gran variedad de sistemas sostenibles que se enfocan en la optimización de energía, agua, materiales, residuos, etc. Esto se puede implementar en la construcción de este tipo de viviendas, pero es evidente la falta de conocimiento y normas claramente definidas por parte de las entidades encargadas. Por ejemplo, una vivienda sostenible puede ahorrar el 40% de energía, 30% del consumo de agua y 25% de materiales en comparación a una vivienda convencional. Por esta razón, es importante la implementación de la sostenibilidad en la construcción de viviendas.

1.3 Formulación del problema

¿De qué manera se puede proponer los criterios de sostenibilidad para edificios multifamiliar a nivel de certificación EDGE, comparando los costos en su vida útil (obra, operación y mantenimiento) respecto a una edificación tradicional. Caso: edificio en el distrito de Santa Anita – Lima?

1.4 Hipótesis del problema

Se logra proponer los criterios de sostenibilidad para edificios multifamiliares a nivel de certificación EDGE con un menor costo en la vida útil (obra, operación y mantenimiento) con respecto a un proyecto tradicional mediante un análisis comparativo de costos y beneficios.

1.5 Objetivo general

Proponer los criterios de sostenibilidad para edificios multifamiliares sostenibles a nivel de la certificación EDGE, comparando los costos en su vida útil (obra, operación y mantenimiento) respecto a una edificación tradicional, caso: edificio en el distrito de Santa Anita – Lima.

1.6 Objetivo específico

- Analizar los criterios de sostenibilidad de la certificación EDGE (Uso eficiente del agua, Energía y Materiales).
- Proponer los criterios de sostenibilidad para obtener un edificio multifamiliar sostenible a nivel de certificación EDGE.
- Aplicar los criterios de sostenibilidad determinados al caso de un edificio multifamiliar del distrito de Santa Anita a nivel de proyecto.

- Realizar un análisis comparativo de costo-beneficio ambiental que se obtiene en la vida útil (obra, operación y mantenimiento) de un edificio multifamiliar al aplicar los criterios de sostenibilidad definidos de la certificación EDGE respecto a una edificación tradicional.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 La sostenibilidad en el desarrollo de la sociedad

2.1.1 Concepto de sostenibilidad

Cuando se habla acerca de la sostenibilidad, existen diversas definiciones que a lo largo de los últimos años se relacionan de una u otra manera a la capacidad de satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de futuras generaciones para satisfacer a sus propias necesidades (ONU, 1987). Esto quiere decir, asegurar el equilibrio entre una especie con los recursos que lo rodea. Sin embargo, en la actualidad existen muchas empresas y países que no cumplen con el concepto de ser sostenibles, ya que no presentan un alineamiento entre los intereses económicos, ambientales y sociales. Por lo tanto, la falta de importancia de la sostenibilidad puede ocasionar un gran impacto sobre el medio ambiente, sus recursos naturales y la sociedad en que vivimos.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, la sostenibilidad logra ser un factor indispensable que se integra en la manera de pensar de las personas, lo cual genera indirectamente un desarrollo de productos con parámetros ambientales integrados, y por consiguiente, un mercado con mucho potencial debido al valor agregado que tendrían los productos.

Es por estas razones, que actualmente el tema de sostenibilidad es indispensable en todos los aspectos. Según Engelman, director del WorldWatch Institute, existe un abuso de esta palabra por el único fin de hacer más atractivos a los productos en el mercado: Todo es sostenible, coches, negocios, Olimpiadas, ciudades, ropa, diseños, se quejó Engelman que consideró que este abuso había pasado de ser preocupante a descorazonador (EfeVerde, 2013). En un mundo donde prima el beneficio económico y este falso concepto de ser sostenible (ya que en muchos casos no está interiorizado dentro del producto sino que es usado como marketing), es necesario tomar conciencia del impacto de nuestras acciones.

2.1.2 Sostenibilidad en términos económicos, ambientales y sociales

En la actualidad, el principal cuestionamiento que existe con mayor frecuencia es cómo poder dirigir el desarrollo actual hacia la sostenibilidad. Por lo tanto, el concepto de sostenibilidad es más amplio que la protección de recursos naturales, ya que es indispensable tener en cuenta la protección de las vidas humanas en el futuro. Entonces, para que exista un desarrollo sostenible, el desempeño de los pilares de sostenibilidad debe ser mutuamente inclusivo: ambiental, social y económico. Cada uno de estos ejes tiene como meta un principio en particular: la eficiencia económica, la conservación ambiental y la equidad social. A continuación, la figura 3 muestra el resultado de la interacción de los tres pilares de la sostenibilidad.

Figura 3. Pilares de la sostenibilidad.

Fuente: Lecca, G. & Prado, L. (2017).

Estos tres pilares mostrados en la Figura 1 incluyen una serie de disciplinas, lo que proporciona diferentes interpretaciones para su definición e ideas que proponen un camino para llegar a la sostenibilidad al relacionarse mutuamente. Sin embargo, si el enfoque es solo en el aspecto económico, se consumirá una mayor cantidad de recursos naturales y se generará una gran contaminación. Por otro lado, si solo se enfoca en la equidad social, ello costará una gran cantidad de recursos para potenciar las clases bajas y a la vez, se reducirán los recursos naturales ya sea por necesidad de emplazamientos donde vivir o por recursos naturales. Finalmente, si solo se centra en el medio ambiente, la economía difícilmente podría generar ingresos y la sociedad no puede subsistir sin productos derivados de los recursos naturales. Por lo tanto, es indispensable pensar en estos tres pilares de manera integral para llegar a un equilibrio sostenible.

2.1.3 Importancia de la sostenibilidad en la actualidad de la sociedad

En los últimos años, la palabra “desarrollo sostenible” ha tomado una gran relevancia en el lenguaje político, económico y social a nivel global. En términos simples respecto a lo que se mencionó anteriormente, el desarrollo sostenible se refiere a un tipo de desarrollo que utiliza los recursos disponibles en el presente, sin comprometer su existencia en el futuro. Esto se oye bastante simple, sin embargo sus implicaciones son enormes y a continuación veremos el porqué de su importancia.

El crecimiento demográfico mundial ha crecido exponencialmente y su ritmo parece no detenerse, especialmente en los países en vías de desarrollo. De igual manera, los patrones de consumo de estas poblaciones se incrementan, demandando cada vez un mayor número de bienes que en última instancia provienen de los recursos naturales.

Por lo tanto, el asumir responsabilidades en temas de la sostenibilidad no es ahora una opción sino es un deber que forma parte de nuestro rol como ciudadanos del mundo y de cómo convivir dentro del mismo planeta con recursos limitados. En el mundo de hoy, nos encontramos con una ética de tercera generación, es decir una ética global que corresponde a la época de la aldea global y la necesidad de tomar en cuenta los problemas a la vez globales y locales del Planeta Tierra, con todos sus integrantes humanos y no humanos (Vallaey, 2008). Ello implica una mayor complejidad y tener un mayor control sobre nuestros impactos.

Desde el punto de vista de los impactos ambientales, hoy en día la industria de la construcción genera aproximadamente el 40% de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) de Estados Unidos (USGBC, 2012). En este mismo país, más del 40% de los recursos brutos se emplean para los edificios y se generan más del 30% de los desperdicios (Bergman, 2012). Frente a esta realidad, no podemos decir aún que estamos aplicando el concepto de sostenibilidad en la construcción. Peor aún, estamos alterando el medio ambiente e intentamos mostrar que vamos por el camino correcto a través del abuso de la palabra sostenibilidad cuando esta no ha sido interiorizada dentro de las empresas.

A nivel nacional muchas de las políticas ambientales impulsadas por el gobierno han fracasado por las siguientes razones: a) por no tomar en cuenta las condiciones económicas y sociales de las áreas con importancia ecológica y buscar su protección de manera aislada

y b) enfocarse únicamente en restricciones legislativas que en las mayorías de los casos el gobierno mismo no tiene capacidad de hacer cumplir.

Por esta razón, es importante la concientización de las personas, esperando que todos podamos entender que todo en este mundo se encuentra interrelacionado, y todas nuestras acciones y decisiones tienen un impacto directo o indirecto en el ambiente; para bien o para mal.

2.2 La sostenibilidad en la edificación

2.2.1 Edificaciones sostenibles

La definición de las edificaciones sostenibles proviene del concepto del desarrollo sostenible, mencionado por primera vez en el Informe de Brundtland, que lo define como la capacidad de satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades (ONU, 1987). Esto quiere decir que tener un equilibrio entre las necesidades y el consumo de los recursos naturales de su entorno. Esta definición hace referencia a la construcción con un enfoque ambiental, puesto que la construcción es responsable de un consumo desmedido de los recursos naturales en la ejecución, mantenimiento y operación de las edificaciones.

Por ende, surgieron diversas definiciones de la edificación sostenible, una de ellas es la que menciona el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) como el uso y/ o promoción de materiales respetuosos con el medio ambiente, eficiencia energética en edificios, y manejo de la construcción y desechos de la demolición.

Asimismo, el comité de Organización Internacional para la Normalización (ISO) lo define como aquella edificación que puede mantener moderadamente o mejorar la calidad de vida y armonizar con el clima, la tradición, la cultura, y el ambiente en la región, al tiempo que conserva la energía y recursos, recicla materiales y reduce las sustancias peligrosas dentro de la capacidad de los ecosistemas locales y globales, a lo largo del ciclo de vida del edificio.

En conclusión, la edificación sostenible es el consumo racional de los materiales, control de los desperdicios en la construcción, consumo eficiente de agua y energía en la ejecución y vida útil de la edificación, para reducir la contaminación y generar un impacto ambiental positivo en el medio ambiente.

2.2.2 Sistemas de certificaciones sostenibles en el Perú

En el Perú, existen tres instituciones internacionales que garantizan que los proyectos hayan sido desarrollados de acuerdo a estándares y lineamientos internacionales de sostenibilidad.

2.2.2.1 Certificación LEED

LEED, por sus siglas en inglés de “Leadership In Energy And Environmental Design”, es el sistema de certificación de edificios sostenibles más usado en el mundo. La certificación LEED proporciona una verificación independiente de las características sostenibles de un edificio o de un desarrollo urbano, lo que permite que el diseño, construcción, operación y mantenimiento de los mismos sea más eficiente en el uso de recursos, de alto rendimiento, más saludables y rentables. Esta es la certificación más utilizada en nuestro país.

2.2.2.2 Certificación EDGE

El IFC, miembro del Grupo Banco Mundial, creó la certificación EDGE para hacer frente a los desafíos que enfrentan los mercados emergentes alrededor del mundo. Es un sistema de certificación centrado en la creación de edificios que sean más eficientes en el uso de recursos para tipos de proyecto comerciales y residenciales de nueva construcción. EDGE permite a los equipos de diseño y propietarios evaluar y comparar rápidamente los costos estimados en las estrategias de diseño dirigidas a la reducción del consumo de energía, uso del agua y la energía incorporada en los materiales.

2.2.2.3 Certificación BREEAM

BREEAM, por sus siglas en inglés “Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology” es el método de evaluación y certificación de la sostenibilidad de la edificación técnicamente más avanzado y líder a nivel Europa, con más 20 años en el mercado. Favorece una construcción más sostenible que se traduce en una mayor rentabilidad para quien construye, opera y/o mantiene el edificio; la reducción de su impacto en el medio ambiente; y un mayor confort y salud para quien vive, trabaja o utiliza el edificio.

2.2.3 Edificación sostenible en el Perú

En el Perú, el sector de la construcción ha presentado un crecimiento económico en las últimas décadas, que fue impulsado principalmente por tres factores. El primer factor, es el crecimiento de la población lo cual implica tener una mayor demanda en la obtención de un hogar que es una necesidad básica para una familia. Otro factor, es la informalidad en la construcción o denominado también la autoconstrucción que consiste en construir una vivienda sin presentar una supervisión técnica. Finalmente, el incremento de la inversión pública o privada destinada al sector de la construcción. En general la construcción ocasiona un alto impacto negativo al medio ambiente, debido a su consumo desmedido de los recursos naturales. Por ello, se optó a implementar edificaciones sostenibles en el Perú con el propósito de mitigar los efectos negativos al medio ambiente.

Francesca Mayer presidenta del Consejo Peruano de Construcción Sostenible menciona que desde el año 2006 en el país surge un movimiento de construcciones sostenibles. En el año 2010, el edificio Platinum Plaza fue el primero en obtener una certificación sostenible (LEED) alcanzando el nivel GOLD. Este edificio utilizó muros cortina (muros de vidrio de doble capa, con vacío entre ellos) para conservar el calor y a su vez dejar pasar la luz solar con el propósito de ahorrar energía eléctrica en la iluminación de los interiores.

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en el año 2008 disponen de un Plan de Gestión Ambiental Sectorial que establece mecanismos de fiscalización y control ambiental de las actividades de construcción, urbanismo y saneamiento, y que promueve la mejora de la calidad ambiental en los ámbitos urbanos y rurales (MVCS, 2014). Por esta razón, el Gobierno Peruano aprobó el Código Técnico de Construcción Sostenible en el año 2015, siendo elaborado por entidades públicas y privadas que tiene como objetivo mejorar los criterios técnicos para el diseño y construcción de una edificación. Este código tiene como finalidad promover las eficiencias energética e hídrica en las edificaciones, teniendo en cuenta las condiciones bioclimáticas de la localidad en que se desarrolla, el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas y la utilización de artefactos o sistemas con eficiencia energética.

Por esta razón, las empresas del sector de la construcción han optado en desarrollar edificaciones sostenibles, ya que es necesario tener un enfoque sostenible para disminuir la contaminación ambiental que atraviesa el país. Uno de los métodos de las empresas para obtener una edificación sostenible fue a base de certificaciones ambientales. En este caso, la

certificación LEED es la más utilizada en el país, debido a que fue la primera certificación en llegar al país. Actualmente, se tiene tres certificaciones ambientales implementadas en el país. A continuación, la tabla 1 muestra el mapeo que se realizó acerca de las edificaciones sostenibles que existe en el Perú y en la figura 4 se muestra el porcentaje de edificios por distritos en el Perú certificados con LEED. Ver Anexo 1

Tabla 1
Edificaciones con Certificación LEED en el Perú

Por Ubicación (Perú)		
64		
País	Certificados	En Proceso
Lima	58	88
Provincia	6	5
<i>total en proceso</i>		144

Fuente: Francesca Mayer -Presidenta del Consejo Peruano Sostenible, 2017.

Figura 4. Porcentaje de Certificación LEED en la región de Lima.

Fuente: Francesca Mayer -Presidenta del Consejo Peruano Sostenible, 2017.

Asimismo, en la figura 5 y 6 se muestra el número de edificaciones certificadas con LEED según su uso.

Figura 5. Certificación LEED en el Perú según su tipología.

Fuente: Francesca Mayer -Presidenta del Consejo Peruano Sostenible, 2017.

Figura 6. Porcentaje de la Certificación LEED en el Perú según su tipología.

Fuente: Francesca Mayer -Presidenta del Consejo Peruano Sostenible, 2017.

En conclusión, como se muestra en la figura 6, el mayor porcentaje de edificaciones certificadas está destinada a oficinas. Esto se debe a que las empresas que ejecutan estas edificaciones buscan tener mayor competitividad en el mercado, ya que esto refleja un valor agregado en su producto. Además, las viviendas presenta el menor porcentaje de las edificaciones LEED, porque los demandantes no tienen un conocimiento acerca de los beneficios que brinda la sostenibilidad en la construcción. Por ello, las empresas constructoras no se enfocan en la realizar viviendas sostenibles.

2.2.4 Bono Mivivienda Sostenible

Con la intención de incentivar la construcción y venta de edificios bioclimáticos que puedan aprovechar las condiciones naturales y de esta manera reducir el consumo energético, el

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) proporcionó el Bono Mivivienda Sostenible. Según Hernando Carpio (2017), especialista en proyectos inmobiliarios del Fondo Mivivienda, aseguró que se busca promover el desarrollo y crecimiento del mercado en el ámbito de la sostenibilidad o el desarrollo sostenible, que tome en consideración criterios no solo económicos, sino también sociales y ambientales. A continuación, la tabla 2 muestra los criterios de Bono Mivivienda Sostenible.

Tabla 2
Criterios del Bono Mivivienda Sostenible

Bono MiVivienda Sostenible (BMS)	: Atributo de los créditos Mivivienda que consiste en la ayuda económica directa no reembolsable que se otorga a las personas que accedan a una vivienda sostenible con el crédito MIVIVIENDA por medio de las IFI.
Certificado de Elegibilidad de Proyecto Inmobiliario Sostenible	: Documento que emite la entidad designada por el FMV para calificar un proyecto inmobiliario como sostenible.
Crédito MIVIVIENDA	: Es el crédito hipotecario financiado por las Instituciones Financieras Intermediarias con recursos del FMV (préstamo) a favor de los subprestatarios (subpréstamo) que cumplan los requisitos que establece el FMV.
Institución Financiera Intermediaria - IFI	: Empresas del Sistema Financiero que operan bajo el ámbito de supervisión de la SBS consideradas como aptas por el FMV para el otorgamiento de los créditos MIVIVIENDA.
Fiduciario	: Es el encargado de administrar los recursos aportados por el Fondo MIVIVIENDA S.A. al Fideicomiso, de acuerdo a las instrucciones o fines del Contrato de Fideicomiso.
Fondo MIVIVIENDA S.A. - FMV	: Entidad a cargo de administrar el BMS
Grado	: Criterios y Requisitos del Certificado de Elegibilidad de Proyecto Inmobiliario Sostenible.
Mal Pagador	: El subprestatario que ha incumplido con el pago puntual de las cuotas del subpréstamo ocasionando que la IFI lo dé por vencido, de conformidad con el contrato de crédito e inicie el proceso de ejecución de garantía hipotecaria.
SBS	: Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones
Vivienda Sostenible	: Es aquella vivienda que incorpora atributos, tecnologías ahorradoras de agua y energía, así como estudios bioclimáticos, buenas prácticas en manejo de residuos de operación y concientización a los compradores.

Fuente: Mendoza, E., Moran, P., Paz, E & Pinto, J., 2015.

2.3 Costo de la vida útil de una edificación

Cuando nos referimos a la vida útil de una edificación estamos hablando acerca de las etapas que atraviesa durante todo el desarrollo de una edificación, desde el inicio del proyecto hasta la venta, como se muestra en la figura 7 a continuación.

Figura 7. Ciclo de la vida útil de una edificación.

Fuente: Lecca, G. & Prado, L. (2017).

2.3.1 Costo de diseño

El costo de diseño de una edificación está conformado por la elaboración de la propuesta de trabajo y procedimientos que se realizarán en la ejecución del proyecto. Estos costos de diseño consisten en la elaboración de planos, tanto de diseño arquitectónico como estructural, programación de la obra, estudios de ingeniería básica, entre otros. Cabe mencionar, que para optimizar el costo de diseño se debe establecer un adecuado diagnóstico de la situación del problema. De la misma manera, definir estrategias para solucionarlas y la justificación de la estrategia asumida.

2.3.2 Costo en la ejecución

El costo de obra de una edificación también se conoce como el presupuesto de la obra, que consiste en la estimación de los costos de los materiales y recursos humanos que se emplea en la construcción de la obra en un tiempo determinado. El costo de ejecución o presupuesto de obra se divide en costos directos e indirectos.

El costo directo se refiere a la suma de los costos de materiales, mano de obra equipos, herramientas, y todos los elementos requeridos para la ejecución de una obra. Según CAPECO (2003), los metrados se realizan con el objeto de calcular la cantidad de obra a realizar. Asimismo, define el costo unitario o precio unitario como un modelo matemático que adelanta el resultado, expresado en moneda, de una situación relacionado con una actividad o partida en estudio (p. 10). Entonces, podemos decir que el costo directo es todo

aquello que está directamente relacionado a las partidas de obra que se encuentran en un presupuesto.

El costo indirecto son gastos que no se pueden aplicar directamente a una partida determinada, sino al conjunto de la obra que se puede clasificar como gastos generales fijos y variables que están relacionado al tiempo de la ejecución de la obra. Los gastos generales fijos o no relacionado al tiempo de ejecución es todo aquello que solo se realiza un único pago en todo el proyecto como los gastos de licitación, legales y notariales, financieros, por seguro y carta de fianza, entre otros.

En cambio, los gastos generales variables son pagos que se realizan de acuerdo al tiempo de ejecución clasificándose en gastos administrativos y de oficina. Los gastos administrativos esta relación al organigrama de una obra que se refiere al staff o equipo de trabajo, como el jefe de obra, los ingenieros, asistentes, administradores, entre otros. Los gastos de oficina están relacionado los materiales y mobiliarios que se utiliza en las oficinas técnicas de una obra, que pueden ser útiles de oficina, ploteo de planos, computadoras, impresoras, entre otras. Además, los costos de consumo de luz, agua, telefonía e internet también se consideran como costos variables.

2.3.3 Costo de operación y mantenimiento

Los costos de operación o funcionamiento del proyecto son aquellos que ocurren luego de finalizar la ejecución de la obra hasta la finalización de su vida útil. Se obtienen a partir de la valorización monetaria de los bienes y servicios que deben adquirirse para mantener la operatividad y los beneficios generados o inducidos por el proyecto (Maúrtua & Medianero, 2012). Por ejemplo, en un proyecto de edificación de viviendas, los costos de operación están dados principalmente por el costo del consumo de energía y agua.

Por otro lado, el concepto de mantenimiento ha sido ampliamente desarrollado por muchos autores debido a la necesidad de conservar y mantener no solo las edificaciones sino todo aquello que dentro de su vida útil pueda deteriorarse. Como menciona Babé (1986, como se citó en Moreno, 2007) el mantenimiento y las reparaciones son las tareas fundamentales que garantizan la prolongación de la vida útil del fondo de viviendas existentes y de las edificaciones, evitando con ello su deterioro y finalmente su destrucción.

Además, existen dos tipos de mantenimientos, el preventivo y el correctivo. El preventivo como su nombre lo indica previene cualquier inconveniente que pueda ocurrir en la vida útil

de las edificaciones evitando así que esta cumpla los objetivos para la cual se diseñó. El correctivo trata de corregir aquellos errores que ya presenta la edificación para así lograr extender su vida útil hasta el máximo y conservar su patrimonio arquitectónico.

3 MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Material

3.1.1 Población

La población del presente informe de tesis son las edificaciones de viviendas multifamiliares sostenibles a nivel de lima, en el cual se tomarán en cuenta los sistemas de certificación sostenible que se encuentren en el mercado del país. Asimismo, instituciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento como el Fondo Mivivienda que presenta lineamientos de sostenibilidad en las edificaciones de vivienda.

3.1.2 Muestra

La muestra de la población del informe de tesis son las edificaciones de viviendas multifamiliares sostenibles en el distrito de Santa Anita.

3.2 Método

3.2.1 Nivel de investigación

El nivel de investigación del informe de tesis es descriptiva, ya que describe los criterios de sostenibilidad que debe cumplir una edificación de vivienda multifamiliar para lograr la sostenibilidad al tener más de 20% de ahorro de energía, agua y optimización de materiales.

3.2.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación es documental, ya que nos basamos en documentos de investigaciones relacionado a nuestro tema e informes que nos brindó el Consejo Peruano Construcciones Sostenibles acerca de edificaciones que logran obtener certificaciones sostenibles a nivel nacional e internacional.

3.2.3 Variables de estudio y operacionalización

Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	Instrumento de investigación
Independiente (VI): X: Desarrollo no sos.tenible	X1: Consumo irracional de los recursos naturales (agua, energía y materiales)	Porcentaje desfavorable del consumo de los recursos naturales	Recursos económicos desfavorables para el usuario	Encuestas
Dependiente (VD): Y: El desarrollo sostenible de la edificación multifamiliar ubicado en Santa Anita	Y1: Consumo de agua	Porcentaje del consumo de agua	Volumen diario de agua	Observación directa
	Y2: Consumo de energía	Porcentaje del consumo de energía	Potencia eléctrica	Observación directa
	Y3: Consumo de materiales	Porcentaje del consumo de materiales	Recursos económicos en desperdicio	Observación directa
	Y4: Costo	Costo de aplicar los criterios de sostenibilidad al caso en estudio	Recursos económicos	Observación directa

3.2.4 Técnicas de Instrumento de recolección de datos

Técnicas

En primer lugar, se investiga acerca de los conceptos de sostenibilidad y las certificaciones sostenibles que existen a nivel mundial y en el Perú, de esta manera se define a través de una observación rigurosa, que certificación es la más correcta con el problema delimitado para el proyecto de investigación específico.

Asimismo, se realiza una entrevista con la directora del Consejo Peruano de Construcción Sostenible Francesca Mayer Martinelli quien nos brindó información para ser utilizado dentro de las bases teóricas del proyecto de investigación.

Por último, se tuvo que realizar encuestas para determinar el costo de consumo para energía y agua mensual por departamento a tres diferentes viviendas multifamiliares que tengan especificaciones técnicas similares.

Instrumentos

Para determinar y lograr alcanzar el objetivo principal del proyecto de investigación, se tuvo que utilizar diferentes instrumentos, tales como datos de costos, los cuales estaban definidos en la base de datos del expediente técnico del proyecto en estudio. Además, para realizar el análisis comparativo de ahorro en el consumo de agua y energía se tuvo que recurrir a las especificaciones técnicas que brindaba diferentes compañías nacionales para obtener una línea base de accesorios que consumen cierta cantidad y comparar con las convencionales y obtener el resultado de ahorro. Asimismo, la entrevista con la directora del Consejo Peruano de construcciones Sostenibles fue de gran ayuda para definir y delimitar con qué certificación sostenible basarnos. Por último, el software que nos brinda la certificación EDGE nos permite determinar el tiempo de la recuperación de inversión de manera aproximada como también porcentajes de ahorro para cada recurso (energía, agua y materiales) que nos permite tener una opción más para validar el proyecto de investigación.

4 RESULTADOS

4.1 Análisis de los criterios definidos a nivel de certificación EDGE para un edificio multifamiliar sostenible

4.1.1 Importancia y beneficios de la certificación EDGE

En la actualidad, la competitividad por parte de los proyectistas inmobiliarios se basa considerablemente en implementar el concepto de sostenibilidad al momento de construir. Estos edificios utilizan los recursos más eficientemente, ya que tienen un impacto significativamente positivo tanto en las utilidades del negocio inmobiliario como de los propietarios. Además, EDGE brinda un diseño óptimo a los desarrolladores de forma medible, dando un valor agregado en cuanto al nivel promocional del producto y una mejor inversión para el cliente. Asimismo, gracias a su fácil, rápido y económico proceso de certificación, EDGE da respaldo a sus involucrados para que puedan conservar el

conocimiento necesario acerca de la construcción sostenible teniendo como principio indispensable el cuidado del medio ambiente. A continuación, la tabla 3 muestra las ventajas que adquiere cada parte involucrada durante el desarrollo de la Certificación EDGE para un proyecto.

Tabla 3
Beneficios de la Certificación EDGE

Beneficios de la Certificación EDGE	
PARTES INVOLUCRADAS	VENTAJAS
Para los Desarrolladores	EDGE permite a los constructores optimizar sus diseños de forma medible
Para los Arquitectos	EDGE permite a los arquitectos obtener un buen rendimiento de un edificio sin tener que sacrificar la integridad del diseño. Además, interviene en el momento más crítico: cuando se inicia el diseño de un proyecto
Para las Entidades Financieras	Los bancos pueden reducir el riesgo exigiendo que los proyectos obtengan la certificación EDGE como una condición para el financiamiento
Para los Propietarios de Viviendas	EDGE ayuda a los desarrolladores de propiedades a construir viviendas que incluyen soluciones tales como iluminación de bajo consumo de energía, energía solar y dispositivos de conservación del agua. Los propietarios de viviendas pueden ahorrar la menos un 20% en las facturas de energía y agua en comparación con una vivienda convencional, lo que aumenta la confianza en el valor de la inversión a largo plazo. Las viviendas ecológicas no solo dan mejores resultados, sino que normalmente se venden hasta cuatro veces más rápido y a un precio entre 4% y un 10% superior
Para las Autoridades de Gobierno	Los Gobiernos pueden adoptar una amplia variedad de incentivos para estimular el crecimiento de la construcción ecológica. En función de las aspiraciones, se puede activar el desarrollo de toda una cadena de valor de construcción ecológica. Los resultados incluyen oportunidades de empleo de alta tecnología, la protección de los recursos naturales y un entorno de vida más sano

Fuente: Green Group Sustainability Consulting, 2017.

Por otro lado, EDGE demuestra que en un futuro los edificios pueden ser más rentable y con una menor huella de carbono siguiendo los parámetros de la certificación, ya que presenta como requisito indispensable que para poder obtener la certificación, un nuevo edificio debe lograr una reducción de 20% en el consumo de energía y agua, y en energía incorporada en los materiales, en comparación con un edificio convencional. EDGE funciona con una gran variedad de edificios residenciales y comerciales en más de 100 países, incluyendo casas y apartamentos, hoteles y centros turísticos, edificios de oficinas, hospitales y establecimientos comerciales. A continuación, la tabla 4 muestra los beneficios ambientales a nivel mundial con los indicadores de ahorro para cada ítem analizado en un año.

Tabla 4
Beneficios a nivel mundial

BENEFICIOS A NIVEL NACIONAL	
Beneficios Ambientales	Indicadores
Ahorro de energía	230,598 MWh/año
Ahorro de agua	5,785,686 m ³ /año
Ahorro de energía incorporada en los materiales	15,519,643 GJ
Ahorros de CO ₂	100,823 tCO ₂ /año
Superficie construida certificada	5,332,545 m ²

Fuente: Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE), 2019.

Asimismo, EDGE posee un Software de análisis, el cual permite revelar de forma rápida y sencilla los costos y datos sobre el clima de la localidad para obtener resultados de eficiencia específicos al lugar. La interfaz permite un fácil modelado del rendimiento futuro sin sacrificar la integridad del diseño. EDGE es útil para todas las etapas del ciclo de vida del proyecto (Desde su concepción, diseño, construcción y mantenimiento).

4.1.2 Metodología de la certificación EDGE

La Metodología EDGE establece cómo obtener una base de edificación sostenible, calculando la demanda y las condiciones climáticas locales que influyen en el proyecto.

EDGE se basa en lo siguiente:

- Condiciones climáticas de la ubicación.
- Tipo de edificio y uso de ocupantes.
- Diseño y especificaciones.
- Orientación del edificio.

4.1.2.1 Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas es un factor fundamental al momento de realizar un proyecto de edificación, ya que ayuda a conocer las características climáticas que va estar expuesto el proyecto. EDGE recomienda tener en cuenta algunos puntos importantes para el estudio de las condiciones climáticas (EDGE, 2017, p.3):

- Temperatura promedio mensual de bulbo húmedo y seco.
- Velocidad promedio mensual del viento al aire libre.

- Humedad exterior promedio mensual.
- Intensidad de radiación solar.
- Precipitación promedio anual.
- Intensidad del dióxido de carbono de la red eléctrica.
- Costo promedio de energía (por tipo de combustible) y agua.

4.1.2.2 Tipo de edificio

El equipo en un edificio está determinado por el propósito del edificio, como el equipamiento específico y su uso operativo. Por esta razón, EDGE divide los proyectos de construcción en 5 tipos de edificaciones (EDGE, 2017):

- Hogares: tanto para apartamentos como para casas (los supuestos para el área y la ocupación se basan en categorías de ingresos).
- Hoteles: tanto para hoteles como para centros vacacionales (los supuestos para el área, la ocupación y el tipo de servicios de soporte se basan en la clasificación con estrellas de la propiedad).
- Oficinas: las suposiciones se basan en la densidad de ocupación y las horas de uso.
- Hospitales: las suposiciones se basan en el tipo de hospital (es decir, hogar de ancianos, hospital privado o público, clínica o centro de diagnóstico).
- Venta minorista: las suposiciones se basan en el tipo de edificio minorista (es decir, grandes almacenes, centro comercial o supermercado).

Debido a que es poco común que un usuario tenga un conjunto completo de parámetros de construcción en la etapa de diseño, EDGE proporciona convenientemente datos predeterminados para iniciar el caso base en cada tipo de edificio. Por ejemplo, en un hotel, si el usuario solo conoce el área total de construcción, el número de habitaciones y el número de historias, EDGE sugiere dimensiones para los espacios funcionales clave a fin de ayudar con la toma de decisiones de la etapa de diseño inicial. EDGE proporciona al usuario la oportunidad de ajustar las suposiciones para lograr una predicción más precisa de los resultados.

4.1.2.3 Diseño y especificaciones

Los parámetros de diseño (como el tamaño y la forma geométrica) y las especificaciones (propiedad del equipo de acristalamiento o refrigeración, entre otras) influyen en gran medida en el rendimiento energético final de un edificio. Para el diseño del caso base y los

parámetros de las especificaciones, EDGE confía en la información de las prácticas de construcción típicas y los códigos nacionales de rendimiento del edificio donde existan. Para los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado en edificios comerciales donde las especificaciones estándar se usan comúnmente, el caso base se basa en las especificaciones de ASHRAE-90.1 2007 o en normas nacionales / locales más estrictas.

A continuación, se detallan algunos aspectos que se tuvieron en cuenta en un proyecto para establecer las propiedades del caso base:

- Propiedades térmicas de la envolvente del edificio: la mayoría de los propietarios/desarrolladores de edificios en los países en desarrollo no adoptarán fácilmente ciertas prácticas que no están reguladas y, a menudo, aumentan significativamente el costo de capital. El caso base de las propiedades térmicas de un edificio refleja la práctica más común en el país específico.
- Relación ventana a pared (WWR): se estableció una WWR de 55% para el caso base para edificios no residenciales. Se estableció una WWR de 30% para el caso base para edificios residenciales, que se determinó con base en la experiencia de IFC con los clientes de vivienda.

4.1.2.4 Orientación del edificio

Si un edificio puede optimizar la calefacción y la refrigeración pasiva depende de la orientación del sitio. Para proyectos residenciales, la orientación del edificio se asume como omnidireccional, es decir se puede utilizar en todas las direcciones por las siguientes razones:

- Dado que EDGE se centra en la simplicidad y la escalabilidad, es preferible tener en cuenta las orientaciones más importantes para que el usuario calcule la orientación y la geometría de cada piso / apartamento o casa, lo que puede agregar costos y tiempo al proceso de certificación.
- No es práctico para grandes proyectos y bloques de apartamentos orientar todas las unidades en la dirección que sea más ideal desde la perspectiva de la optimización.

Los hoteles generalmente estarán orientados hacia vistas favorables o para aprovechar la visibilidad de la calle y, por lo tanto, su orientación más aleatoria también se basa en las orientaciones más importantes. EDGE incorpora su propio modelo de cálculo para la orientación en edificios no residenciales, como oficinas, comercios minoristas y hospitales,

donde los diseñadores tienen mayores posibilidades de controlar la orientación del edificio y reducir el excesivo aumento de calor solar.

4.1.3 Proceso de certificación

Para obtener la certificación EDGE, como se mencionó anteriormente necesita cumplir con un ahorro de mínimo de 20% en energía, 20% en agua y 20% en energía incorporada en los materiales en el edificio. Esta evaluación sólo es aplicable para las construcciones nuevas de 5 tipologías: residencias, hospitales, hoteles, oficinas y comercios. (BEA, 2017)

Además, dentro del proceso de Certificación EDGE, existen cuatro partes involucradas como se muestra en la tabla 5 a continuación:

Tabla 5

Cuadro explicativo de las funciones de los agentes involucrados en la certificación EDGE

PARTES INVOLUCRADAS EN EL PROCESO DE CERTIFICACION	FUNCIÓN
Cliente	Es la entidad física o moral que desarrollará el inmueble
Auditor EDGE	Es la persona acreditada quien posee las competencias adecuadas para una revisión de las estrategias aplicadas para la obtención de EDGE
Certificadora	Como parte de un revisor externo, en México el GBCI (Green Business Certification Inc.) funge como revisor de los reportes que elabora el Auditor EDGE y que éstos se encuentren de manera correcta con base en los lineamientos pertinentes.
Certificación	Es el conjunto de reglas, lineamientos y especificaciones a seguir que el proceso requiere para su óptimo cumplimiento.

Fuente: Bioconstrucción y Energía Alternativa (BEA), 2017.

Por otra parte, para poder llevar a cabo la certificación EDGE, el proyecto a ser certificado debe atravesar tanto una Auditoría en su diseño como en su etapa de Construcción, como se muestra en la figura 8 a continuación:

Figura 8. Proceso de certificación EDGE.

Fuente: EDGE, 2018.

4.1.3.1 Etapa de diseño

El proceso de certificación de edificio EDGE es rápido y directo iniciando desde la etapa de diseño, el cual consiste en:

Ingresa los datos de diseño del proyecto dentro de la herramienta EDGE. Seguidamente, el auditor se encargará de revisar lo que fue indicado en este Software por el desarrollador, y debe verificar el cumplimiento de todas las normas y requisitos de certificación. Por lo tanto, el desarrollador debe enviar toda la documentación de respaldo necesaria al auditor, es decir, planos arquitectónicos, de ingenierías, fichas técnicas de materiales y equipos, fotografías, entre otras evidencias que permitan evidenciar el cumplimiento de los requerimientos EDGE. Si el auditor encuentra que no existen diferencias entre los diseños y la autoevaluación realizada con el Software, emitirá un fallo en el cual recomienda certificar el proyecto. Si la recomendación del auditor es aprobada por EDGE, el edificio recibe un certificado preliminar (BEA, 2017).

4.1.3.2 Etapa de construcción

La certificación EDGE brinda ciertos criterios en la etapa de diseño de una edificación sostenible, para poder lograr una certificación preliminar del proyecto, mas no la certificación completa. Por esta razón, la edificación debe ser sometida nuevamente a una revisión en la etapa de la construcción a cargo de un auditor capacitado de EDGE para que

pueda lograr la certificación completa. Entonces, el proceso de la certificación EDGE en la etapa de construcción consiste:

En los mismos pasos de la parte de diseño donde nuevamente se registran los datos del proyecto y se presenta la documentación solicitada correspondiente a la construcción. El Auditor evalúa que las estrategias de diseño que se hayan implementado de manera correcta y que garantizan un ahorro mínimo de 20% en el desempeño del edificio. Por último, la certificadora revisa los documentos elaborados por el Auditor EDGE. Si se presentan de manera correcta y el edificio cumple con los requerimientos, se obtiene la Certificación EDGE de manera oficial (BEA, 2017).

4.1.4 Las medidas de eficiencia de la certificación EDGE

Las medidas de eficiencia de la certificación EDGE tienen como finalidad mejorar el uso de los materiales, el consumo de la energía y agua en una edificación convencional.

4.1.4.1 Eficiencia de la energía

La eficiencia energética es una de las tres principales categorías de recursos que conforman el estándar EDGE. Ser eficientes a la hora de consumir energía quiere decir utilizar menos energía a la hora de tener un mismo servicio. Con el fin de dar cumplimiento a efectos de certificación. A continuación, se explica la medida de la eficiencia energética.

- Relación entre la ventana y pared.

Encontrar el equilibrio correcto entre el transparente (vidrio) y las superficies opacas en las fachadas exteriores ayuda a maximizar la luz del día y reducir al mínimo la transferencia de calor no deseada, lo que resulta en el consumo de energía reducido. Esto se debe a que el sol es la fuente de luz más potente, pero es también una fuente de ganancia de calor significativa. Por lo tanto, es importante equilibrar de iluminación y ventilación beneficios de acristalamiento contra los impactos de la ganancia de calor en las necesidades de refrigeración y / o calefacción pasiva. El objetivo del diseño debe ser para cumplir con los niveles mínimos de iluminación sin exceder significativamente las ganancias de calor solar en climas templados y cálidos, así como para aprovechar al máximo la calefacción pasiva en climas fríos en invierno.

- Energía solar fotovoltaica

La instalación de paneles solares fotovoltaicos reduce la cantidad de electricidad requerida de la red, ya que consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. Esta transformación se lleva a cabo mediante células fotovoltaicas que están fabricadas con materiales semiconductores que generan electricidad cuando incide sobre ellos la radiación solar.

- Iluminarias LED

La especificación de lámparas LED reduce el uso de energía del edificio para la iluminación. Debido a la eficiencia energética mejorada, las ganancias de calor se reducen, lo que a su vez reduce los requisitos de enfriamiento. Como la vida útil de estos tipos de bombillas generalmente es más alta que la de las bombillas incandescentes, los costos de mantenimiento también se reducen.

- Iluminación Solar

Teniendo en cuenta la etapa de operación y mantenimiento de la edificación, debemos aprovechar al máximo la energía solar, ya que es lo que está al alcance de todos sin demandar un costo adicional. Se considera como una alternativa de reemplazo en relación a los equipos eléctricos que puedan consumir un porcentaje considerable de energía en la edificación. Además, durante el diseño del proyecto se debe considerar zonas en que el sol pueda servir como iluminación durante el día y así evitar el uso de focos.

- Pintura Reflectante para las paredes internas y/o externas

La utilización de un acabado reflectante para el techo o las paredes interiores y/o exteriores, permite reducir la carga de refrigeración en espacios con aire acondicionado y mejorar el confort térmico en espacios sin aire acondicionado. Esto se debe a la reducción de la temperatura de la superficie interior. La consideración clave del material o acabado es su color. Lo ideal sería que en climas cálidos, se seleccione un acabado blanco, ya que esto permite maximizar la eficiencia de reflectividad. Si en todo caso, no es posible utilizar un acabado blanco, el diseñador debe seleccionar un color muy claro. Además, la vida útil del acabado también se puede optimizar.

- Dispositivos de sombreado Externos

Consisten en protecciones solares exteriores, los cuales se diseñan sobre la fachada del edificio con el fin de proteger los elementos de acristalamiento (ventanas) de la radiación solar directa, ya que una vez que la radiación solar haya penetrado en el cristal, queda atrapado, aumentando tanto la energía de calor solar y el deslumbramiento. A continuación, la tabla 6 muestra las alternativas de sombreado y el beneficio para cada una.

Tabla 6
Dispositivos de sombreados típicos

Tipo de sombreado	Imagen	Descripción
sombreado horizontal dispositivos (voladizos):		Estos son útiles para fachadas de edificios, donde los rayos del sol están en un alto ángulo de incidencia, en definitiva, donde el sol aparece en lo alto en el cielo. Los ejemplos incluyen el verano el sol del mediodía en cualquiera de las fachadas norte y sur de un edificio para las latitudes más altas, o fachadas este y oeste de las latitudes ecuatoriales.
dispositivos de sombreado verticales (aletas):		Estas aplicaciones son útiles cuando los rayos del sol están en un bajo ángulo de incidencia (donde aparece el sol bajo en el cielo). Los ejemplos incluyen el este de sol en las fachadas este, el oeste de sol en las fachadas occidentales, y el sol de invierno en las fachadas sur o del norte en latitudes altas.
sombreado combinado dispositivos (huevo caja):		dispositivos "caja de huevos" se utilizan para las condiciones en diferentes momentos de la orden de años diferentes necesidades de sombreado.

Fuente: Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE), 2017.

- Aislamiento de las paredes exteriores

El aislamiento se utiliza para prevenir la transmisión de calor desde el entorno exterior al espacio interior (para climas cálidos) y desde el espacio interno con el entorno externo (para climas fríos). El aislamiento es la reducción de la transmisión de calor por conducción, de tal modo que mientras más aislamiento se genera un menor valor de U y por ende un mejor rendimiento. Un edificio bien aislado tiene requisitos de refrigeración y/o de energía de calentamiento inferior. Esta medida utiliza el valor U, que se define como la cantidad de calor que fluye a través de unidad de área por unidad de tiempo; se expresa en vatios por metro cuadrado Kelvin ($W / m^2 K$). A continuación, la tabla 7 muestra los tipos de aislamiento con el espesor respectivo expresado en milímetros.

Tabla 7

Espesor de aislamiento requerido para conseguir un valor de U de 0.45 W/m²K

Tipo de aislamiento	Espesor (mm)
	Los valores aproximados para conseguir un valor de U de 0.45W / m ² K
Paneles de vacío aislado	10 - 20 mm
Poliuretano (PU)	40 - 80mm
Poliisocianurato (PIR)	40 - 60mm
Fenólico espuma (PF)	40 - 55mm
Poliestireno expandido	60 - 95mm
poliestireno extruido	50 - 80mm
Lana y fibra	60 - 130mm

Fuente: Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE), 2017.

- Ventilación natural

Una estrategia de ventilación natural bien diseñada puede mejorar el confort de los ocupantes mediante la provisión del acceso a aire fresco, así como la reducción de la temperatura. Esto resulta una reducción de la carga de refrigeración, lo cual disminuye los costes iniciales de capital y de mantenimiento. Los tipos de ventilación que existen son cuatro:

- Ventilación de un solo lado
- Ventilación cruzada (los espacios individuales)
- Ventilación cruzada (doble espacios bancarizados)
- Pila de ventilación

4.1.4.2 Eficiencia del agua

La eficiencia del agua es una de las tres principales categorías de los recursos que conforman el estándar EDGE. Con el fin de dar cumplimiento a efectos de certificación. A continuación, se explica la medida de la eficiencia del agua.

- Reciclaje de las aguas grises

Las aguas grises provienen del vertimiento del agua doméstico en los lavatorios, ducha, lavadoras, entre otras. Estas aguas pueden ser recicladas para dar otro uso doméstico, ya que se trata de aguas sucias con un bajo nivel de contaminación y la poca ausencia de residuos orgánicos. El tratamiento de las aguas grises ayuda a reducir el costo del consumo de agua potable en una edificación, ya que se puede reutilizar en otras actividades que no necesite agua potable, como los inodoros, limpieza de la vivienda, lavado del auto, entre otras.

Asimismo, la certificación EDGE (2017) menciona que la cantidad de agua residual disponible depende de la eficiencia de los accesorios de agua; Por lo tanto, los edificios más eficientes pueden tener suficiente agua disponible para compensar por completo la demanda para el lavado. Por esta razón, EDGE proporciona los requerimientos que se deben cumplir en el diseño y construcción de un sistema de reciclaje de aguas residuales en una edificación de vivienda. A continuación, la tabla 8 muestra los requerimientos para la aplicación de un sistema de reciclaje de aguas residuales.

Tabla 8
Requerimientos para la aplicación de un sistema de reciclaje de aguas residuales en la etapa de diseño y construcción.

Etapa de diseño	Etapa posterior a la construcción
<p>En la etapa de diseño de la siguiente debe ser utilizado para demostrar el cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un esquema de sistema que muestra la disposición de plomería incluyendo las líneas de fontanería de doble; y • hoja de datos del fabricante de la planta de tratamiento de aguas grises especificado; y • Los cálculos que incluyen los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> o capacidad de diseño del sistema de tratamiento de aguas grises en metros / día. o Cantidad diaria de las aguas grises disponibles para reciclar en litros / día. o Eficiencia del sistema de agua gris para producir agua tratada de litros / día. o gráfico de balance hídrico. 	<p>En la etapa posterior a la construcción de la siguiente debe ser utilizado para demostrar el cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fecha fotografías del sistema instalado por un sello; y • cálculos o especificaciones caso, actualizados; o • Compra recibo y nota de entrega para el tratamiento de agua y sistema de almacenamiento; o y • Contrato con la empresa de gestión, si el sistema es centralizado o fuera de las instalaciones.

Fuente: Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE), 2017.

- Aparatos para duchas y griferías de bajo flujo

Mediante la utilización de aparatos de duchas y griferías de bajo flujo, el uso del agua reduce notablemente en las edificaciones de vivienda. Por esta razón, algunos fabricantes mezclan el agua con el aire con la finalidad de causar turbulencia en el flujo; esto a su vez da una mayor sensación de presión, sin la necesidad de aumentar la velocidad de flujo lo cual implica que la satisfacción del usuario no sea afectada (EDGE, 2017). Por esta razón, EDGE proporciona los requerimientos que se deben cumplir para duchas de bajo flujo en el diseño y construcción en una edificación de vivienda. A continuación, la tabla 9 muestra los requerimientos para aparatos de duchas y griferías de bajo flujo definidas por la guía de usuario de EDGE.

Tabla 9

Requerimientos para aparatos de duchas y griferías de bajo flujo en la etapa de diseño y construcción.

Etapa de diseño	Etapa posterior a la construcción
<p>En la etapa de diseño de la siguiente debe ser utilizado para demostrar el cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dibujos de fontanería / especificaciones incluyendo marca, modelo, y la velocidad de la cabeza de ducha (s) de flujo; y • la hoja de datos del fabricante para la alcachofa de ducha (s) de confirmar la tasa de flujo a 3 bar. 	<p>En la etapa posterior a la construcción de la siguiente debe ser utilizado para demostrar el cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En los resultados de pruebas sitio por el Auditor de la velocidad de flujo en el más alto caudal por minuto, utilizando un temporizador y un recipiente de medición; y • Las fotografías de la ducha (s) instalado; o • Recibos de compra y el albarán de entrega para la ducha (s).

Fuente: Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE), 2017.

- Aparatos sanitarios con doble descarga.

El montaje de aparatos sanitarios de doble descarga ayuda a reducir el agua utilizada para el lavado, proporcionando una opción reducida cuando no se requiere una descarga completa. En algunos casos, los inodoros de doble descarga puede aumentar el volumen de agua utilizada si el uso no está claro. Por esta razón, el equipo de diseño debe tener cuidado de seleccionar los inodoros de doble descarga con controles en la etapa de diseño y construcción (EDGE, 2017). A continuación, la tabla 10 muestra los requerimientos para el montaje de aparatos sanitarios.

Tabla 10

Requerimientos para el montaje de aparatos sanitarios en la etapa de diseño y construcción de una edificación

Etapa de diseño	Etapa posterior a la construcción
<p>En la etapa de diseño de la siguiente debe ser utilizado para demostrar el cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dibujos de fontanería / especificaciones incluyendo marca, modelo, y el volumen de descarga de armario (s) de agua; y • hoja de datos del fabricante para el armario (s) de agua con la información sobre el volumen de descarga de las principales y la reducción de sofocos. 	<p>En la etapa posterior a la construcción de la siguiente debe ser utilizado para demostrar el cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las fotografías de inodoro instalado (s); o • recibos y albarán de armario (s) de agua comprar.

Fuente: Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE), 2017.

4.1.4.3 Eficiencia de materiales

La eficiencia de los materiales es una de las tres principales categorías de recursos que comprenden el estándar EDGE. Con el fin de dar cumplimiento a efectos de la certificación. A continuación, se explica la medida de la eficiencia de materiales.

- Losas

El equipo de diseño debe seleccionar la especificación que más se parece a la losa del piso especificado, e introducir el espesor dentro del software, que es un requisito de EDGE. La especificación para la losa del suelo debe ser la de la planta intermediaria y no la planta baja, ya que la losa de planta baja por lo general se establece de acuerdo a las condiciones del terreno. A continuación, la Tabla 11 muestra una lista de algunas especificaciones para cada tipo de losa que proporciona la certificación EDGE.

Tabla 11
Lista de especificaciones de tipos de losas incluidas en EDGE

In-Situ losa de hormigón armado	Uno de los tipos de construcción de plantas de losa más populares y convencionales, esta placa de suelo utiliza cemento Portland, arena, áridos, agua, y el acero de refuerzo.
El hormigón en obra con > 25% GGBS	Igual que el anterior, pero con > 25% de cemento Portland sustituido sobre una base de uno a uno en peso con Ground horn granulada de horno de escoria (GGBS), un subproducto de los procesos de fabricación de hierro y acero. los niveles de reemplazo de GGBS varían de 30% a hasta un 85% según sea el caso. En la mayoría de los casos se usa típicamente 40% a 50% de GGBS.
El hormigón en obra con > 30% PFA	Igual que el anterior, pero con > 30% de cemento Portland sustituido por ceniza de combustible pulverizado (PFA), también conocido como cenizas volantes, un producto de desecho de carbón disparado en las centrales eléctricas. El uso de PFA como un reemplazo de cemento reduce significativamente la huella de carbono de la construcción de hormigón y ayuda a reducir el riesgo de contaminación del aire y el agua. En la promoción de la sostenibilidad del medio ambiente, el uso de PFA es una de las prácticas de construcción más recomendados.
Losa de hormigón de relleno	la construcción de losas de relleno es la tecnología basada en el principio de la utilización de materiales de relleno tales como ladrillo, tejas de arcilla, y bloques de hormigón celular en lugar de hormigón. Los materiales de relleno se utilizan en la región a la tracción inferior de la losa, que sólo necesita hormigón suficiente para mantener la armadura de acero juntos. losa de relleno utiliza menos hormigón, así como el acero debido a la calidad de peso ligero de la losa. También es más rentable en comparación con convencional in-situ Losa de hormigón armado.

Fuente: Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE), 2017.

- Muros exteriores

El equipo de diseño debe seleccionar la especificación que más se parece a las paredes externas especificadas, e introduzca el espesor, que es un requisito de EDGE. Cuando existen múltiples especificaciones de la especificación predominante debe ser seleccionado. Las paredes exteriores del edificio son los que están directamente expuestos al ambiente exterior. A continuación, la tabla 12 muestra una lista de algunas especificaciones incluidas en EDGE. Es importante tener en cuenta que el usuario debe siempre tratar de seleccionar la especificación que más se parece a la del diseño del edificio.

Tabla 12

Lista de especificaciones de tipos de muros exteriores incluidas en EDGE

Pared de ladrillo común con yeso interna y externa	ladrillos comunes, también conocidos como ladrillos de arcilla cocida, por lo general son populares entre los constructores, ya que son fácilmente disponibles y baratos. Sin embargo, debido a que los ladrillos comunes se cuecen a altas temperaturas, normalmente obtenidos por la combustión de combustibles fósiles, que tienen una alta energía incorporada.
Con núcleo (con agujeros) ladrillos con yeso interna y externa	bloques de arcilla con núcleo están hechos de barro cocido y tienen una sección transversal agujereada. La estructura agujereada significa que hay menos material por metro cuadrado de pared acabada.
Honeycomb Bloques de arcilla con yeso interna y externa	bloques de arcilla en forma de panal están hechos de barro cocido y tienen una sección transversal en forma de panal. El gran tamaño de los bloques permite la construcción rápida, y la estructura de nido de abeja significa que hay menos material por metro cuadrado de pared acabada. Las características que se enumeran a continuación hacen que los bloques de arcilla en forma de panal sean un producto de construcción más ecológico: La estructura de nido de abeja conduce a un mejor rendimiento térmico. Los bloques se pueden personalizar. No se necesita mortero en las juntas verticales debido a una lengüeta y el borde acanalado, reducir el uso de mortero hasta en un 40%. Los bloques son fuertes y tienen una alta resistencia al impacto. Los bloques de arcilla de nido de abeja tienen un valor post-consumidor si se desmontan cuidadosamente.
Bloques de hormigón de peso medio Hollow	bloques huecos de hormigón son ligeros y fáciles de manejar que los bloques de hormigón sólidos. La ligereza de los bloques de ayuda en la reducción de la carga muerta de la mampostería de la estructura. Los huecos también mejoran marginalmente el aislamiento térmico y el aislamiento acústico del bloque. El mayor tamaño de los bloques (en comparación con los ladrillos de arcilla quemadas convencionales) también reduce el número de juntas de mortero y la cantidad de mortero de cemento.

Fuente: Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE), 2017.

- Muros interiores

El equipo de diseño debe seleccionar la especificación que más se parece al del aislamiento especificado. A medida que el caso base supone que hay aislamiento se especifica el cálculo de la energía incorporada la cual no considerará el aislamiento seleccionado a menos que el aislamiento del tejado de la superficie y/o aislamiento de paredes exteriores se seleccionen en la sección de la eficiencia energética. A continuación, la tabla 13 muestra un listado de especificaciones de tipos de materiales de aislamientos para muros no portantes.

Tabla 13

Lista de especificaciones de tipos de aislamientos incluidas en EDGE.

Poliestireno	<p>El poliestireno tiene la energía incorporada más alta por metro cuadrado de cualquier otro tipo de aislamiento. Hay dos tipos de aislamiento de poliestireno:</p> <p>aislamiento de poliestireno expandido (EPS) está hecho de pequeñas perlas de poliestireno que cuando calienta causa que se expandan; que se mezclan entonces con un agente de expansión (pentano). El poliestireno expandido se encuentra disponible en forma de tablero o en forma de perlas. Juntas se producen colocando las perlas en moldes y calentamiento de los mismos con el fin de fusionar los granos juntos. Aplicaciones típicas de los paneles de EPS son para el aislamiento de paredes, techos y pisos. perlas de poliestireno se utilizan frecuentemente como llenado de la cavidad en paredes de mampostería.</p> <p>Poliestireno extruido (XPS) se hace mezclando poliestireno con un agente de expansión bajo presión y forzándola a través de un troquel. Como se desprende de la matriz se expande en una espuma; A continuación, se puede conformar y se recorta. XPS es ligeramente más fuerte que la EPS, y aunque se utiliza en muchas de las mismas aplicaciones que el EPS, es particularmente adecuado para su uso bajo tierra o donde la carga y / o impactos adicionales podrían ser anticipados.</p>
lana mineral	lana mineral a base de roca se hace por fusión de roca y escoria de acero reciclado y el hilado en fibras. El aislamiento está disponible en diferentes densidades dependiendo de la funcionalidad requerida. densidades más altas proporcionan un mejor aislamiento de sonido, pero el aislamiento térmico más pobre. Las aplicaciones incluyen muros de mampostería de la cavidad, las paredes marco de madera, y de aislamiento para las vigas del techo, techos y pisos suspendidos. La lana mineral tiene una baja resistencia para la humedad.
Lana de vidrio	aislamiento de lana de vidrio se fabrica de una manera similar a la lana de roca, aunque las materias primas son diferentes, así como el proceso de fusión. La lana de vidrio está hecho de arena de sílice, vidrio reciclado, piedra caliza y carbonato de sodio. densidades más altas proporcionan un mejor aislamiento de sonido, pero el aislamiento térmico más pobre. Las aplicaciones incluyen muros de mampostería de la cavidad, las paredes marco de madera, y de aislamiento para las vigas del techo, techos y pisos suspendidos.

Fuente: Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE), 2017.

- Marcos de ventana

El equipo de diseño debe seleccionar la especificación que más se parece a las ventanas especificadas. Cuando existen múltiples especificaciones de la especificación predominante se debe seleccionar la que más predomine. A continuación, la tabla 14 muestra un listado de algunos materiales utilizados para optimizar la eficiencia de los marcos de ventana.

Tabla 14

Lista de algunos materiales para marcos de ventanas incluidas en EDGE

Aluminio	Los dos metales usados típicamente para marcos de las ventanas son de aluminio o de acero. El aluminio es un peso más ligero y no se oxida como un metal ferroso tal como el acero, pero la energía incorporada es mucho mayor. La ventaja de utilizar marcos de ventanas metálicas es que son fuertes, ligeros, y requieren menos mantenimiento que otros materiales utilizados para marcos de ventana. Sin embargo, como el metal conduce el calor muy bien, el rendimiento térmico de las ventanas de metal no es tan bueno como otros materiales. Para reducir el flujo de calor y U-Valor, marcos de metal pueden incluir una rotura de puente térmico entre el interior y exterior del marco.
Acero	Al igual que en las ventanas de aluminio anteriores, con excepción de las ventanas de acero son más pesados que el aluminio y requieren un cierto mantenimiento para proteger de la oxidación (a menos que se utiliza acero inoxidable). El acero tiene un rendimiento un poco mejor que el aluminio térmico.
Madera	marcos de ventanas de madera de aislar relativamente bien, pero también se expanden y contraen en respuesta a las condiciones climáticas. marcos de madera se pueden hacer de cualquiera de madera blanda o dura. marcos de madera blanda son mucho más baratos, pero son propensos a requerir más mantenimiento regular. El mantenimiento requerido puede reducirse mediante el uso de aluminio o de revestimiento de vinilo.
UPVC	marcos de ventanas de PVC están hechas de cloruro de polivinilo extruido (PVC) con luz ultravioleta (UV) estabilizadores para mantener la luz del sol se descomponga el material. marcos de ventanas de PVC rígido son de bajo mantenimiento, ya que no requieren pintura. Si las cavidades de los marcos de PVC rígido están llenos de aislamiento, tienen muy buen rendimiento térmico.

Fuente: Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE), 2017

4.1.5 Software aplicativo de la certificación EDGE

La certificación EDGE brinda un software para poder modelar una edificación con lineamientos sostenibles. La aplicación de EDGE proporciona un inicio preliminar o diseño en el cual se puede introducir la mayor cantidad de información posible sobre el nuevo edificio, por ejemplo, los detalles, datos particulares, la ubicación del proyecto y los sistemas que se va a implementar en la edificación como se muestra en la figura 9. Esto tiene como finalidad obtener una edificación base para determinar en cuánto se puede reducir el consumo de agua, energía y materiales aplicando las eficiencias que recomienda la certificación EDGE.

Detalles del Proyecto

Nombre del titular del Proyecto	<input type="text"/>	Dirección del Proyecto (línea 1)*	<input type="text"/>
Nombre del Proyecto*	<input type="text"/>	Dirección del Proyecto (línea 2)	<input type="text"/>
Nombre de la Casa o Edificio*	<input type="text"/>	Ciudad del Proyecto*	<input type="text"/>
Email del titular del Proyecto	<input type="text"/>	Provincia/Estado del Proyecto	<input type="text"/>
Teléfono del titular del Proyecto	<input type="text"/>	Código postal del Proyecto	<input type="text"/>
Área del piso del proyecto maestro*	<input type="text"/> m ²	País del Proyecto*	<input type="text"/>
Etapas del proyecto	Preliminar	Tipo de proyecto	New Building

[Cargar los documentos del proyecto.](#)
[Descargar los documentos de auditoría del proyecto.](#)

Datos de ubicación

Ingrese los datos sobre el contexto

País	Sudáfrica
Ciudad	Bloemfontein
Categoría de ingresos	Alto

Datos del edificio

Ingrese los datos del edificio

Tipo de unidad de vivienda	Piso/Departamento
Área promedio de la unidad de vivienda	80 m ²
Dormitorios/Unidad	2 n.o
Número de pisos/niveles	10 n.o
Unidades de vivienda	50 n.o
Ocupación (personas por unidad)	3 n.o

Área detallada

	Por defe...	Entrada d...	
Dormitorio	20		m ²
Cocina	8		m ²
Sala/Comedor	22		m ²
Baño	6		m ²
Cuarto de ropas, balcón, punto fijo...	12.68		m ²
Área interna bruta	80		m ²
Longitud de pared externa (m/unid...	17		metros
Proporción de vidrio respecto a la ...	19.9%		

**El campo de cuarto de ropas, balcón y punto fijo (m²) es equivalente al espacio restante para alcanzar el área interna bruta total (m²).

Sistemas del edificio

Ingrese los sistemas del ...

¿El diseño del edificio incluye sistema de A...	Si
¿El diseño del edificio incluye sistema de c...	Si

Figura 9. Diseño de la nueva edificación en el Software EDGE.

Fuente: EDGE, 2017.

Luego, de realizar el diseño preliminar de la edificación EDGE, se debe elegir los sistemas que se va a implementar en las eficiencias que brinda el software, que se explicó detalladamente en el sub capítulo 3.4. Con la finalidad de obtener opciones de diseño que ofrecen los mejores resultados al costo más bajo de la implementación. Asimismo, EDGE calcula los ahorros en servicios públicos y la reducción del impacto de las emisiones de su edificio ecológico, comparándolos con los de una edificación base. Esto se puede obtener, ya que EDGE:

Tiene una interfaz fácil de usar que oculta un potente motor de condiciones físicas de edificios con datos específicos de la región. A través de las entradas de los usuarios, los datos se pueden refinar aún más para crear un conjunto de cálculos altamente matizados que tengan una mayor precisión al predecir el rendimiento futuro del edificio. EDGE se centra intensamente en la eficiencia de los recursos y la mitigación del cambio climático, reconociendo que un enfoque demasiado amplio conduce a resultados dispares (EDGE, 2017). A continuación, la figura 10 muestra las medidas de eficiencia energética definidos por el software EDGE.

Figura 10. Medida de eficiencia de energía en el Software EDGE.

Fuente: EDGE, 2017.

Asimismo, la figura 11 muestra las medidas de eficiencia de agua definidos por el software EDGE.

Figura 11. Medida de eficiencia de agua en el Software EDGE.

Fuente: EDGE, 2017.

De la misma manera, la figura 12 muestra las medidas de eficiencia de materiales definidos por el software EDGE.

Figura 12. Medida de eficiencia de los materiales en el Software EDGE.

Fuente: EDGE, 2017.

Finalmente, al realizar todos los pasos para diseñar una edificación sostenible dentro del software EDGE, este software te proporciona el incremento del costo de la construcción de la edificación y en cuanto tiempo se puede recuperar la inversión que implica aplicar estos sistemas de eficiencia.

4.2 Propones los criterios de sostenibilidad para obtener un edificio multifamiliar sostenible a nivel de certificación EDGE

En este capítulo se propone los criterios de sostenibilidad para el ahorro de agua, energía y optimización de materiales para así obtener un edificio multifamiliar sostenible a nivel de certificación EDGE. Para esto, se realiza una investigación de dos proyectos certificados con EDGE en el Perú, de tal forma que se obtenga una línea base de criterios que permitan a una edificación tradicional ser sostenible y gracias a esto, definir los criterios sostenibles que posteriormente se aplicarán en el caso del edificio multifamiliar en Santa Anita.

4.2.1 Edificaciones sostenibles certificadas por el estado

Como se mencionó en el segundo capítulo, la sostenibilidad es un tema que ha ido teniendo mayor expectativa con el paso de los años y hoy en día es un tema que ha sido introducido en el mercado inmobiliario de manera exitosa. En la actualidad, el Perú cuenta con un código técnico de construcciones sostenibles, el cual busca mejorar los criterios técnicos para el diseño y construcción de edificaciones tanto públicas como privadas. A pesar de que el sector privado fue el primero en difundirlo por un tema comercial, sin embargo, el sector público presentó propuestas de desarrollo sostenible muy eficientes para el medio ambiente, un ejemplo claro, es el fondo Mivivienda verde.

4.2.1.1 Requisitos que brinda el Fondo Mivivienda para una edificación sostenible

El Fondo Mivivienda considera una construcción de vivienda sostenible que presenta ciertas características como el ahorro en el consumo de agua, la implementación de sistemas de tratamiento de aguas grises, sistemas de ahorro de energía en iluminación y la instalación de calentadores de agua a gas, aspectos que brindarán un importante ahorro en los recibos de luz, agua, entre otros, los cuales contribuirán al cuidado del medio ambiente. Por ello, se recomienda 5 o 6 criterios de sostenibilidad que deben cumplir las viviendas en la etapa de diseño y construcción, dependiendo del grado de sostenibilidad que el constructor quiera obtener. Existen dos grados de sostenibilidad, el grado 1, que consiste en viviendas con tecnología de bajo consumo de energía y agua como se muestra en la figura 13; y el grado 2 que tiene el mismo principio que el grado 1 pero se implementa el tema de tratamientos de aguas grises como se muestra en la figura 14.

Categoría	Criterio	Sub Criterios	Requisitos de Elegibilidad
AGUA	Consumo racional de agua	Equipos hidro-sanitarios de bajo consumo	Instalación de grifería de lavatorios de bajo consumo
			Instalación de grifería de duchas de bajo consumo
			Instalación de inodoros de bajo consumo
			Instalación de tanque de reserva de agua (cisterna o tanque elevado)
			Instalación de sistemas de riego tecnificado para áreas verdes superiores a los 100 m ² , en caso no haya aprovechamiento de aguas residuales.
ENERGIA	Eficiencia energética	Sistemas de iluminación de bajo consumo	Instalación de medidores o contómetros independientes.
			Instalación de lámparas LED en áreas comunales.
	Instalación de red de gas	Instalación de red de gas	Instalación de lámparas LED con sus respectivas luminarias integradas o por separado en las unidades de vivienda.
BIOCLIMÁTICA	Arquitectura Bioclimática	Capacitación en Bioclimática	Instalación de red de gas (01 punto, para calentador de agua x unidad inmobiliaria o para sistema de agua caliente centralizada).
RESIDUOS	Gestión de residuos de operación	Plan de manejo de residuos de operación	Instalación de calentador de agua eficiente o de un sistema de agua caliente centralizada
EDUCACIÓN	Gestión de Comunicación	Plan de Comunicación	Capacitación introductoria de encargados del proyecto en análisis y diseño arquitectónico bioclimático.
			Realización y ejecución de un plan de manejo de residuos según los lineamientos del D.S. 003-2013-VIVIENDA.
			Realización y ejecución de un plan de comunicación, concientización y capacitación para usuarios.

Figura 13. Condiciones obligatorias para los bonos de Grado 1.

Fuente: Fondo Mivivienda, 2019

Categoría	Criterio	Sub Criterios	Requisitos de Elegibilidad
AGUA	Consumo racional de agua	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	Instalación de planta de tratamiento de aguas grises o negras, para riego de áreas verdes.

Figura 14. Condiciones obligatorias para los bonos de Grado 2.

Fuente: Fondo Mivivienda, 2019.

Con estos grados de sostenibilidad, el Fondo Mivivienda otorgará un bono a los usuarios que adquieran una vivienda sostenible, que consiste en un descuento de 3% a 4% del saldo del crédito hipotecario como se muestra en la figura 15.

Valor de financiamiento	Grado de sostenibilidad	
	Grado 1	Grado 2
Hasta S/ 140,000	4%	
Mayor a S/ 140,000 ¹ hasta S/ 377,640	3%	4%

Figura 15. Valor de financiamiento del Bono de Vivienda Verde.

Fondo Mivivienda, 2019.

De esta manera, las constructoras tendrán mayor consideración en construcciones de viviendas sostenibles, porque hay mayor expectativa debido a que la cuota mensual que las familias pagarán será mucho más baja y por lo tanto los conjuntos habitacionales serán más demandados. Actualmente existen 18 edificaciones multifamiliares sostenibles certificadas por el FMV a nivel Nacional como se detalla de manera más explícita en la figura 16.

Nº	Promotor	Proyecto matriz	Proyecto por etapas	Ubicación	Total de ofertas con BMS
1	Madrid Ingenieros	Sol de Santa Clara		Ate, Lima	264
2	CISSAC	Condominio Paseo Colonial		Lima	262
3	CISSAC - RED BAY	Alameda Las Gaviotas		Chorrillos, Lima	358
4	VIVA G y M	Los Parques de Comas	Villa Los Molles	Comas, Lima	360
5			Alborada Club Residencial		192
6			Los Girasoles IV		256
7		Los Parques del Callao		Callao	360
8		Los Parques de Comas	Los Girasoles VI	Comas, Lima	512
9	BESCO	Altaluz Condominio Eco Amigable	Etapá 1	Callao	308
10		Nuevo Nogales Condominio Club	Torres 10, 11, 12, 13	El Agustino, Lima	480
11	RUTTINI - SILENI	Terrazas del Sol	Condominio I	S.J.L, Lima	858
12	Bélgica Edificaciones S.A.	Precursores 4	Precursores 4	San Miguel	6
13	LÍDER	Buganvillas		Comas	140
14			Kampu	Ate	220
15	D&D	Los Huarangos	Etapá 3	Ica	99
16	ZEN Grupo Inmobiliario	Edificio Arnaldo Márquez		Jesús María	112
17	COSAPI	Edificio Prana		Pueblo Libre	73
18	AN Inmobiliaria	Ciudad Horcones	8	Jayanca, Chiclayo	1.025
TOTAL					5.885

Figura 16. Proyectos inmobiliarios de viviendas ecoamigables.

Fuente: Diario La República, 2018.

4.2.2 Características de edificaciones multifamiliares con certificación EDGE en el Perú

Las edificaciones multifamiliares que pretenden ser sostenibles mediante la certificación EDGE, llevan consigo beneficios tanto para el usuario como para el desarrollador. Cuando hablamos del usuario, comprar o alquilar un edificio certificado EDGE es sinónimo de ahorros. Esto quiere decir que un edificio EDGE es más barato de operar, ya que requiere menos uso de energía y agua, lo cual se muestra en el monto de los recibos de los servicios utilizados mensualmente. Del mismo modo, se reducen los costos de mantenimiento en algunos casos por ser equipos más sencillos porque sufren un menor desgaste con el paso del tiempo. Esto quiere decir que todo lo que en obra puede resultar algo más costoso respecto a una edificación tradicional se recuperará en gran medida con el transcurso de los años entre operación y mantenimiento. Es importante mencionar, que el usuario también puede ahorrar en costos financieros, ya que el sistema EDGE tiene la peculiaridad a comparación de otras certificaciones de ser un estándar con el cual se puede aplicar para créditos a tasas preferenciales. Por lo tanto, las edificaciones multifamiliares con certificación EDGE pueden ser más atractivas para el usuario, por el ahorro de dinero y al mismo tiempo, para el desarrollador, ya que tendrá un producto más atractivo para el mercado inmobiliario.

4.2.2.1 Edificio multifamiliar Golf los Incas

La edificación Multifamiliar Golf los Incas es un proyecto desarrollado por la empresa Madrid Ingenieros SAC, una de las primeras empresas en certificar edificios residenciales a través de la certificación LEED, Mivivienda Sostenible, CS SUMAC y EDGE. Golf los Incas es el primer edificio multifamiliar en el Perú en recibir la certificación final EDGE de Green Business Certification Inc. (GBCI) en noviembre de 2017. Está ubicado exactamente en la Avenida Club Golf los Incas 484 MZ D Sección III Lote 14 Sub Lote 14A en el distrito de Santiago de Surco, con fácil acceso al transporte urbano y autopistas como Javier Prado, El Derby y Panamericana Sur como se muestra en la figura 17 a continuación:

Figura 17. Ubicación del edificio Multifamiliar Golf los Incas.

Fuente: Google Maps

Este proyecto nace con un diseño exclusivo, edificio de 5 niveles y una azotea, teniendo como premisa ser funcional y ecoamigable. Asimismo, está compuesto por 43 departamentos dúplex que integran estrategias de construcción ecológica en sus diseños. A continuación, la figura 18 muestra uno de los ambientes interiores junto a la fachada del edificio multifamiliar Golf los Incas.

Figura 18. Edificio multifamiliar Golf los Incas.

Fuente: Empresa inmobiliaria, 2017.

Además, presenta un área construida de 5188 m² distribuyendo los espacios de la siguiente manera por cada propietario. Por ejemplo, se tiene el dúplex 502 que cuenta con 02+01 dormitorios con balcón y vista a calle los Sauces, tiene un área total ocupada de 229.03 m² y un área total techada de 148.96 m². A continuación, la figura 19 muestra la distribución de ambientes de un departamento dúplex del edificio Multifamiliar Golf los Incas.

Figura 19. Ubicación del dúplex 502 del edificio Multifamiliar Golf los Incas.

Fuente: Empresa inmobiliaria Madrid Ingenieros, 2017

En la figura 20 se muestra el primer nivel, el cual cuenta con un área ocupada de 114.45 m² y un área techada de 114.45 m².

Figura 20. Primer nivel del dúplex 502 del edificio Multifamiliar Golf los Incas.

Fuente: Empresa inmobiliaria Madrid Ingenieros, 2017.

El segundo nivel, como se observa en la figura 21, cuenta con un área ocupada de 114.58 m² y un área techada de 34.51 m² y un área libre de 80.07 m².

Figura 21. Segundo nivel del dúplex 502 del edificio Multifamiliar Golf los Incas.

Fuente: Empresa inmobiliaria Madrid Ingenieros, 2017.

El principal objetivo de esta edificación es realizar una reducción de costo en los servicios tanto de agua como luz con un promedio de ahorro económico estimado entre 30% a 35% mensual por departamento. Al mismo tiempo, un ahorro económico por la reducción de la energía incorporada en materiales debido a su proceso eficiente de construcción.

En cuanto al ahorro de energía, se implementó la relación de ventana a pared, aislamiento del techo y paredes externas. Por otro lado, en el tema del ahorro en agua, la solución técnica fue utilizar grifos de bajo flujo en cocinas y baños, armarios con doble descarga de agua. Finalmente, en la implementación de materiales, se empleó para los muros de tabiquería bloques de sílico calcáreo con la finalidad de reducir materiales en el tarrajeo de los muros. De esta manera, como se observa en la figura 22 se muestra el ahorro que se obtuvo para cada recurso:

Figura 22. Ahorros previstos de la certificación EDGE Edificio multifamiliar Golf los Incas.

Fuente: Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE), 2017.

4.2.2.2 Edificio multifamiliar Mariscal Castilla

El proyecto Mariscal Castilla es la segunda edificación multifamiliar en obtener la certificación preliminar EDGE en el Perú. El proyecto fue desarrollado por Inversiones Pabott SAC, un desarrollador inmobiliario comprometido con la construcción de viviendas ecológicas en Perú. Fue diseñado por Studio de Arquitectura y Ciudad, que está ubicado en el distrito de San Borja de Lima. A continuación, la figura 23 muestra la fachada del edificio Multifamiliar Mariscal Castilla.

Figura 23. Fachada del edificio Multifamiliar Mariscal Castilla.

Fuente: Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE), 2017.

La certificación preliminar consiste en detallar los porcentajes de ahorro en energía, agua y materiales que se han previsto para desarrollar el proyecto. Las características de diseño sostenible que pretende implementar la Edificación Mariscal Castilla son sistemas de iluminación eficientes en términos de energía y controles que ahorran agua. Estos sistemas beneficiarán a los residentes en las facturas de servicios públicos, ya que podrán ahorrar mensualmente un promedio estimado de 30% a 40% por departamento, como se muestra a continuación en la figura 24.

Figura 24. Ahorro previsto de la certificación EDGE en la edificación Mariscal Castilla.

Fuente: Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE), 2017.

4.2.3 Criterios de sostenibilidad definidos para un edificio multifamiliar sostenible

Una vez claro los conceptos y ejemplos desarrollados acerca de las edificaciones sostenibles a nivel de certificación EDGE se logra proponer los criterios definidos sostenibles que se aplicarán en el caso de la edificación tradicional ubicada en el distrito de Santa Anita – Lima.

4.2.3.1 Criterio de sostenibilidad definido para el ahorro de energía

Los criterios de sostenibilidad para el ahorro de la energía están definidos en base a la certificación EDGE, con la finalidad de determinar puntos en el cual ayuden a mejorar la eficiencia de la energía de una edificación multifamiliar. Estos, criterios son:

- Primer Criterio: Relación ventana – pared:

Este criterio de la relación ventana – pared tiene como finalidad aumentar la iluminación en los interiores de una edificación, ya que el sol es la fuente natural de luz más potente. También una fuente de ganancia de calor significativa en la edificación. Este criterio se basa en el método del acristalamiento, en el cual consiste en aumentar el vano de las ventanas en las fachadas exteriores, ya que el vidrio que se utiliza para las ventanas es un material transparente en el cual la luz natural ingresa con facilidad y ayuda con la ventilación de la edificación. Por ello, es importante la relación de ventana – pared, ya que equilibra la iluminación y ventilación en una edificación logrando buen impacto en el consumo de energía, tal como se muestra a continuación en la figura 25.

Figura 25. Ingreso de la luz natural en una edificación.

Fuente: Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE), 2017.

- Segundo Criterio: Paneles solares:

Los paneles solares son sistemas fotovoltaicos que consisten en un conjunto de elementos, denominados células solares o fotovoltaicas, que transforman directamente la energía solar en energía eléctrica. Este sistema ayuda mucho en el ahorro de la energía de una edificación. Por lo cual, se debe tener en cuenta dos criterios principales para la aplicación de dicho sistema como, la energía de consumo de la edificación y la radiación solar de la zona. Estos, principios sirven para calcular el área de los paneles solares, ya que con esto se puede determinar si es factible colocarlos en la edificación, tal como se muestra a continuación en la figura 26.

Figura 26. Sistema de paneles solares en una vivienda.

Fuente: Paneles solares Perú, 2018.

- Tercer Criterio: Focos:

La energía que recibe los focos se transforma en calor e iluminación. Esta última tiene una unidad de medida que es el lumen que mide el flujo luminoso, una medida de la potencia luminosa percibida. Se puede interpretar el lumen de forma menos rigurosa como una medida de la “cantidad” total de luz visible en un ángulo determinado, o emitida por una fuente dada. Los focos comunes comienzan a calentarse a través de un filamento de tungsteno por donde recorre la electricidad hasta producir la iluminación. Normalmente este foco utiliza un 70% de la energía recibida en producir calor y solo el 30% se transforma en iluminación. Por otra parte, los focos ahorradores están compuestos entre 4 y 5 miligramos

de mercurio que ayuda a transformar eficientemente la iluminación. A diferencia de los focos comunes el foco ahorrador utiliza el 20% de la energía recibida para producir calor y 80% para producir Iluminación. Los focos led tienen un semiconductor inorgánico recubierto por una resina, el cual ayuda a mejorar la transformación de la energía logrando obtener un 5% de calor y 95% en iluminación. Por ello, es importante implementar focos led en las edificaciones, ya que tienen mayores beneficios en el ahorro de energía. A continuación, la figura 27 muestra los diferentes tipos de focos y las características físicas de cada uno.

Tipo de Foco	Potencia (w)	Intensidad Luminosa (lm)	Eficiencia de Energía (lm/w)	Referencia Fotografica
Foco Común	60	630	10.50
Foco Ahorrador	32	2180	68.13
Foco Led	12	1150	95.83

Figura 27. Características físicas de los tipos de focos.

Fuente: Lecca, G & Prado, L, 2018.

4.2.3.2 Criterio de sostenibilidad definido para el ahorro de agua

Analizada las exigencias de sostenibilidad de la certificación EDGE nos permite plantear alternativas viables de ahorro del agua sin dejar de lado la calidad, cantidad y garantía de suministro. Es necesario saber que el mayor porcentaje de uso del agua en una vivienda multifamiliar que no presenta jardinería es el cuarto de baño, siendo casi tres partes del consumo de agua de todo el edificio, 73% aproximadamente según AQUAE FUNDACION. Este consumo se divide de la siguiente forma: la ducha consume 34%, el uso del inodoro (21%) y el gasto del agua en el lavamanos (18%), tal como se muestra a continuación en la figura 28.

Figura 28. Cifras de consumo de agua en una vivienda.

Fuente: AQUAE Fundación, 2015.

Del mismo modo, es importante tener en cuenta que los usuarios resultan determinantes a la hora de reducir el consumo de agua en la edificación, pero no son los únicos agentes que pueden intervenir en el proceso. Los desarrolladores del proyecto pueden implementar sistemas que fomenten el ahorro de este recurso a través de mecanismos e instalación de dispositivos que minimicen el consumo del agua. A continuación, se define los criterios de sostenibilidad para el uso de agua desde el punto de vista del desarrollador:

- Productos para la cocina:
 - Primer Criterio: Grifería para la cocina

De la misma manera, se recomienda instalar griferías de bajo flujo en las cocinas, ya que al ser un ambiente que se utiliza constantemente, el ahorro se verá reflejado notoriamente en el transcurso de los meses. La recomendación es que los grifos presenten una velocidad de flujo menor a 8 litros por minuto, siendo lo recomendable 6 litros por minuto. De esta manera, el porcentaje de ahorro de este servicio aumentaría a 12.19%. En la actualidad, existen componentes que restringen el flujo o aireadores que se pueden utilizar para reducir la velocidad de flujo de los grifos, que pueden ser una alternativa más barata a la compra de un grifo de bajo flujo. Además, es importante mencionar que los grifos de las cocinas también necesitan utilizar una cantidad significativa de agua caliente. Por ende, la reducción del caudal de los grifos de la cocina reduce de manera directa la energía necesaria para

producir agua caliente mostrando un ahorro indirecto de la energía del edificio. A continuación, la figura 29 muestra diferentes modelos de grifos de cocina con especificaciones de bajo consumo de agua.

Modelo de Grifo	Consumo	Presión de trabajo mínima	Presión de trabajo máximo	Referencia fotográfica
Grifo lavadero a la pared Mares Línea Aquarius Pico "L" con acabado DURACROM	Consumo de 0.4 l/min en 20 PSI y 9.8 l/min en 70 PSI	1.4 kg/cm ² (20 PSI)	5 kg/cm ² (70 PSI)
Grifo de lavadero bar al mueble línea Minimalista colección Lever I CROMO	Consumo de 8 l/min a 20 PSI y 18 l/min a 70 PSI	1.4 kg/cm ² (20 PSI)	5 kg/cm ² (70 PSI)
Llave de lavadero bar al mueble línea KLASS colección Line Pico R CROMO	Consumo de 8 l/min a 20 PSI y 18 l/min a 70 PSI	1.4 kg/cm ² (20 PSI)	5 kg/cm ² (70 PSI)
Grifo de lavadero bar al mueble Línea INOXV colección Steel Pico al acabado INOX	Consumo de 6 l/min a 15 PSI y 16 l/min a 60 PSI	1.4 kg/cm ² (15 PSI)	5 kg/cm ² (60 PSI)

Figura 29. Aparatos sanitarios para ahorro de agua (grifo de cocina).

Fuente: VAINSA, 2018.

- Productos para el baño:
- Primer Criterio: Cabezal de ducha:

Un factor determinante en el ahorro del agua en una edificación multifamiliar es la velocidad de flujo de agua en las duchas, es decir, el caudal (l/min), ya que los usuarios lo utilizan de manera diaria y en muchos casos de una manera irracional. Por lo tanto, se recomienda que, para empezar a ahorrar, la ducha debe contar con un caudal menor a 10 litros por minuto. Lo recomendable es que se tenga duchas de bajo flujo entre 6 y 8 litros por minuto. Además, si se utiliza termas en las duchas, al reducir la presión se estaría aumentando de manera indirecta el ahorro de agua caliente con respecto al consumo de energía. De esta manera, al porcentaje de ahorro de agua sería de 9.75% al introducir este sistema de duchas. En la actualidad existen diferentes cabezales de ducha disponibles que cumplen con el caudal

requerido. A fin de mantener la satisfacción del usuario con los caudales más bajos, algunos fabricantes deciden mezclar el agua con aire para causar turbulencia en el flujo, con el fin de dar una mayor sensación de presión, sin aumentar la velocidad de flujo. A continuación, la figura 30 muestra diferentes modelos de cabezales de duchas con especificaciones de bajo consumo de agua.

Modelo de Ducha	Descripción	Presión de trabajo	Referencia fotográfica	Consumo
Ducha Mares Aquarius sin salida de ducha Aquarius	Cabeza de ducha cuenta con Membrana anti caliche, cuenta con rejilla anti sarro para prevenir el paso de impurezas	20 - 70 PSI
Ducha línea Mares Colección Delphis con salida VSI MESSAGE CROMO	Salida de ducha VSI MESSAGE, 3 tipos de chorros	20 - 70 PSI
Ducha línea Mares Colección Bali con salida española Estándar CROMO	Salida de ducha anti caliche y sistema de cierre de disco cerámico	15 - 60 PSI
Ducha Línea Mares con salida española STD cromo	Cabeza de ducha con jets de membrana anti caliche y rejilla anti sarro	20-70 PSI

Figura 30. Aparatos sanitarios para ahorro de agua (Ducha de bajo flujo).

Fuente: VAINSA, 2018.

Además, existe la alternativa de utilizar un sistema de llave de ducha temporizada, esta opción es la más eficaz, ya que permite ahorrar hasta 50% del consumo de agua, ya que solo se consume agua por el tiempo corto que disponga el sistema de cierre temporizado, de esta manera solo se utiliza el agua cuando se requiera, es sumamente importante ya que las duchas se utilizan diariamente y por todos los usuarios que ocupen la vivienda. A continuación, la figura 31 muestra la llave de ducha temporizada que recomienda SEDAPAL.

Figura 31. Llave de ducha temporizada.

Fuente: SEDAPAL, 2018.

- Segundo Criterio: Grifería para lavamanos

Del mismo modo, la cantidad de agua que se utiliza al lavarse las manos presenta gran porcentaje del consumo de agua en el cuarto de baño. Por lo tanto, es indispensable controlar la velocidad del flujo de agua al utilizarlo, siendo lo recomendable que los grifos de lavamanos presente una velocidad de flujo menor a 8 litros por minuto, logrando la máxima eficiencia con un caudal de 6 litros por minuto. La intención es reducir el uso del agua sin tener un efecto negativo de su funcionalidad. A medida de que el caudal de un grifo es dependiente de la presión del agua, los fabricantes proporcionan un gráfico que traza la velocidad de flujo a diferentes presiones, según EDGE la presión recomendable es de 3 bar (43.5 psi). Existen muchos grifos disponibles que cumplen con el caudal requerido o en todo caso, fabricantes que mezclan el agua con aire para causar un flujo turbulento de tal manera que se pueda generar una mayor sensación de presión, sin aumentar la velocidad de flujo y a su vez siendo más económico, por ejemplo, restrictores o aireadores de flujo. A continuación, la figura 32 muestra diferentes modelos de grifos para lavamanos con especificaciones de bajo consumo de agua.

Modelo de Grifo	Consumo	Presión de trabajo mínima	Presión de trabajo máximo	Referencia fotográfica
Grifo para lavamanos de sensor electrónica de corriente	Consumo de 1.9 l/min	0.4 kg/cm2 (5.7 PSI)	6 kg/cm2 (85.3 PSI)
Grifo economizadora de cierre automático	Consumo de 1.9 l/min	1 kg/cm2 (14.2 PSI)	6 kg/cm2 (85.3 PSI)
Grifo lava manos al mueble alto línea romantik colección night duracrom	Consumo de 8 l/min a 20 PSI y 16 l/min a 70 PSI	1.4 kg/cm2 (20 PSI)	5 kg/cm2 (70 PSI)
Grifo de lavatorio al mueble baja línea MODUS colección Modus CROMO	Consumo de 1.5 l/min a 20 PSI y 4.5 l/min a 70 PSI	1.4 kg/cm2 (20 PSI)	5 kg/cm2 (70 PSI)

Figura 32. Aparatos sanitarios para ahorro de agua (grifos de lavamanos).

Fuente: VAINSA, 2018.

Sin embargo, existen productos sanitarios más sofisticados que permiten aportar en el ahorro del consumo de agua es el caso de la llave electrónica, la cual permite ahorrar hasta un 34% del consumo de agua gracias al sensor que activa la salida de agua, sin embargo, necesita de un mantenimiento correcto cada cierto tiempo para que el sensor no presente defectos en su funcionalidad. A continuación, la figura 33 muestra la llave electrónica que recomienda SEDAPAL.

Figura 33. Llave electrónica.

Fuente: SEDAPAL, 2018.

- Tercer Criterio: Sanitario de doble descarga:

Por otro lado, se recomienda instalar sanitarios de doble descarga con la intención de utilizar lo necesario de agua para la situación dada. Se recomienda que la primera descarga sea de 8 litros y 6 litros en la segunda descarga. La mejor situación propuesta es de 6 litros en la primera descarga y 3 litros en la segunda descarga. De esta manera, se cumpliría con el 20% mínimo de ahorro de agua para que la edificación pueda obtener la certificación EDGE. A continuación, la figura 34 muestra los diferentes modelos de inodoro que proporcionan un bajo consumo de agua en el mercado nacional.

Modelo de inodoro	Consumo de agua	Descarga líquidos	Descarga sólidos	Referencia fotográfica
One piece MODERN, color blanco, sistema dual y asiento de caída lenta	Consumo de agua promedio de 4.8 litros	4 litros	6 litros
One piece OCEAN, color blanco, sistema dual y asiento Slow Down	Consumo de agua promedio de 6.5 litros con una presión mínima de agua de 8 PSI	6 litros	7 litros
One piece STELLA, color blanco, sistema dual y asiento de caída lenta	Consumo de agua promedio de 3.6 litros	3 litros	4.8 litros
Inodoro ONE PIECE MEDITERRÁNEO, descarga dual	Consumo de agua promedio de 4.8 litros	4 litros	6 litros
Inodoro ONE PIECE BALI, descarga dual	Consumo de agua promedio de 4.3 litros con una presión mínima de 8 PSI	4 litros	4.8 litros

Figura 34. Aparatos sanitarios para ahorro de agua (inodoros de doble descarga).

Fuente: VAINSA, 2018.

Por otro lado, existen productos que se implementan al propio inodoro como es el caso de los fluxómetros. Instalar un fluxómetro en el inodoro reduce notoriamente el consumo de agua, ya que estos sistemas aumentan la presión del agua y permiten regular la cantidad de agua en cada descarga controlando el caudal de agua y el tiempo de flujo de manera que se evita el desperdicio por descuidos como el no cerrar bien la llave tras cada uso. Cabe mencionar que la eficiencia y eficacia dependerá del modelo y/o marca que se desea implementar. Lo que SEDAPAL recomienda es que el fluxómetro de lanza sea de 4.8 litros, a continuación la figura 35 muestra el fluxómetro de lanza de 4.8 litros.

Figura 35. Fluxómetro de lanza de 4.8 litros.

Fuente: SEDAPAL, 2018.

- Para tratamiento de aguas grises
- Primer Criterio: Sistema de aguas grises:

Finalmente, se plantea implementar un sistema de aguas grises, ya que sirven como principal fuente de abastecimiento del agua reciclada que se utiliza en cada descarga de los sanitarios del edificio. Este sistema tiene como objetivo principal ser utilizada para el riego de áreas verdes. De esta manera, se logra 27.80% de ahorro en agua en toda la edificación. Asimismo, es importante tener en cuenta que la utilización de aguas grises recicladas debido a las descargas de los sanitarios permite reducir el ahorro de energía. A continuación la figura 36 muestra un bosquejo del proceso de aguas grises.

Figura 36. Sistema de aguas grises.

Fuente: Garcia, P. 2015.

Finalmente, es importante conocer los proveedores de aparatos sanitarios sostenibles que existen en el Perú, por ejemplo, VAINSA y URREA son proveedores de equipamiento sanitario con altas eficiencias. Ambas marcas generan mucho ahorro y se mantiene dentro de los precios del mercado.

4.2.3.3 Criterio de sostenibilidad definido para el ahorro de materiales

Podemos considerar materiales de construcción sostenibles a aquellos que sean duraderos y que necesiten un escaso mantenimiento, que puedan reutilizarse, reciclarse o recuperarse. No se puede negar la importancia de los materiales de construcción sostenibles al momento de idear un modelo de construcción sustentable. Hemos pasado por cambios fundamentales en el desarrollo de la obtención de los materiales, ya que tiempo atrás las poblaciones rurales los conseguían en las proximidades con un bajo impacto sobre el territorio. Luego, con medios de extracción y elaboración más poderosa y eficaz, y medios de transporte más accesibles, la producción de materiales se volvió en una actividad de alto impacto. A continuación, se define los criterios para el uso de materiales clasificados para el uso en losas, paredes exteriores, paredes interiores, y acabados:

- Primer Criterio: Materiales para losas:
 - Elemento prefabricado:

Un producto prefabricado de concreto es un elemento fabricado en una planta de producción fija, empleando concreto como material fundamental. Dicho elemento es el resultado de un proceso industrial realizado bajo un sistema de control de producción definido. Una vez fabricada y todos los controles satisfechos, esta pieza se puede almacenar hasta el momento de su entrega en obra donde, junto con otras piezas, conformarán el proyecto constructivo final. Las soluciones constructivas con productos prefabricados de concreto se pueden

utilizar en cualquier proyecto (edificación, comercial, infraestructura), aunque la mejor forma de optimizar resultados y sacarle todo el partido a las ventajas de esta solución es diseñar directamente pensando en concreto prefabricado. Además, la baja relación agua/cemento utilizada en la fabricación de los elementos de concreto prefabricado permite desarrollar un excelente acabado, mejorar su resistencia y durabilidad en comparación con otras formas de construcción tradicional.

A continuación, la figura 37 muestra el elemento prefabricado de concreto que se utiliza como un tipo de losa.

Figura 37. Losas prefabricadas de concreto.

Fuente: Concremax, 2019.

- Fibra de carbono:

Uno de los principales materiales utilizados para el desarrollo de una obra arquitectónica es el concreto debido a su versatilidad, fácil producción y puesta en obra. A lo largo de la historia después de la implementación del concreto armado las nuevas tecnologías han permitido nuevas formas para lograr mayor rigidez en construcciones de concreto, aun siendo uno de los materiales más resistentes presenta algunos defectos en cuanto a su durabilidad, y como la resistencia mecánica del elemento estructural. Las fibras de carbono aumentan la tenacidad y el comportamiento mecánico del concreto y se pueden utilizar en distintos elementos estructurales. En el caso de las losas es muy eficaz debido a que la capacidad a los esfuerzos de la losa es consecuencia de la resultante de la resistencia a la

flexión y compresión. En la mayoría de los casos la losa tiene muy buena resistencia a la compresión pero suele fallar en la tracción.

La principal ventaja de la fibra de carbono es la elevada resistencia mecánica, con un módulo de elasticidad elevado. Además, presenta una baja densidad, en comparación con otros elementos como por ejemplo el acero, una alta resistencia a agentes externos y la gran capacidad de aislamiento térmico que lo transforma en un material sostenible. Sin embargo, la desventaja es que solo tiene un óptimo comportamiento cuando la temperatura es estable de lo contrario se altera su composición. Por último, es importante saber que no es un material invasivo por su dimensión pequeña, ultraligera y relativamente fácil de instalar, lo cual propicia un menor costo, ya que no necesita encofrar, permitiendo el uso de las estructuras inmediatamente después de la aplicación. A continuación, la figura 38 muestra las fibras de carbono utilizadas para losas con paños considerables.

Figura 38. Fibras de carbono en losas.

Fuente: Sika, 2016.

- Segundo Criterio: Materiales para muros portantes
- Ladrillos King Kong 18 huecos:

Los ladrillos kk convencionales son hechos de arcilla, recurso natural que se obtiene explotando canteras, generando un impacto negativo al medio ambiente. En cambio, los ladrillos kk CICLO son fabricados usando "agregados reciclado", producto del reciclaje de los residuos de la construcción y demolición.

Características técnicas:

- Tipo de ladrillo: Ladrillo tipo IV, según la norma de albañilería E0.70
- Dimensiones: 9x13x23 cm
- Peso: 2.9 kg
- Resistencia: 137 kg/cm²
- Absorción: 12%

El ladrillo kk CICLO está hecho con material reciclado, de tal forma que permite la reducción de la explotación de recursos naturales. Además, no posee alabeo ni variación de dimensiones y no requiere tarrajeo. En cuanto a la conformidad del cliente, puede salir de varios colores según su pedido. A continuación, la figura 39 muestra el ladrillo KK CICLO que se produce en base a productos áridos reciclados.

Figura 39. Ladrillo KK CICLO.

Fuente: CICLO, 2017.

- Tercer Criterio: Materiales para muros no portante
 - Placas Sílico Calcáreas:

Las placas sílico calcáreas que está conformado por una mezcla de cal, agregados áridos y agua. Es un material especialmente diseñado para la construcción de muros de tabiquería, es decir, muros no portantes que tiene como finalidad dividir ambientes. Es un material ecológico, ya que la Compañía Minera Luren S.A emplea gas natural en el proceso de combustión, en el cual reduce las emisiones de dióxido de carbono. Existen 4 tipos de placas, lo cual se diferencia por el ancho del material que se mostrará en la tabla 15 .El uso de ese material dependerá del requerimiento del proyecto. Sin embargo, no se recomienda utilizar

la placa P-7, ya que no tiene un buen índice de reducción acústica como se observa en las Tablas 15 y 16.

Tabla 15
Características de las placas sílico calcáreo

Producto	Dimensiones en cm	Peso Kg	Piezas por m ²	Perforaciones	
				Nº	Dimensiones
Placa P-7	7 x 50 x 25	14.3	7.4	4	3.5 x 5 cm
Placa P-10	10 x 50 x 25	18.7	7.4	4	5 x 7 cm
Placa P-12	12 x 50 x 25	23.9	7.4	4	5 x 7 cm
Placa P-14	14 x 50 x 25	25.5	7.4	4	7.5 cm

Fuente: Compañía Minera Luren, 2013.

Tabla 16
Características acústicas de las placas

Tabique Adosado o aislado	Tipo de Acabado por ambas caras	Índice de reducción acústica: R' _w
Muro con Placa P-7 parcialmente lleno	Empastado	42 dBA
Muro con Placa P-10 parcialmente lleno	Empastado	45 dBA
Muro con Placa P-12 parcialmente lleno	Empastado	47 dBA
Muro con Placa P-14 parcialmente lleno	Empastado	48 dBA

Fuente: Compañía Minera Luren, 2013.

Además, tiene mayores beneficios que un ladrillo cerámico, puesto que no necesitan tarrajeo, lo cual ayuda ahorrar materiales que se emplean en esta actividad y mano de obra. El tiempo de ejecución de estos muros son muy prácticos, ya que al tener mayor dimensión se emplea menos unidades y no se necesita colocar columnetas, ya que presenta un reforzamiento en el interior con varillas de 6 u 8 mm, las mismas que van colocadas verticalmente cada 51 cm. y varillas horizontales cada 2 hiladas. Este reforzamiento es muy importante, ya que ante un evento sísmico normalmente los muros portantes fallan por volteo, lo cual es muy peligroso en una edificación multifamiliar, ya que puede dañar a las personas. Por ello, la implementación de la placa sílico calcáreo es una buena alternativa para la ejecución de una vivienda multifamiliar sostenible, ya que optimiza el uso de material en la construcción. A continuación, la figura 40 muestra la colocación de los ladrillos sílico calcáreo.

Figura 40. Placas sílico calcáreo.

Fuente: Compañía Minera Luren S.A, 2013.

- Planchas Termoacústicas:

Las planchas termoacústicas son materiales que están compuestos principalmente por poliestireno expandido. Este compuesto tiene una buena capacidad de aislamiento térmico, ya que la estructura del material esencialmente está constituida por aire. Aproximadamente un 98% del volumen del material es aire y únicamente un 2% materia sólida (poliestireno). A este material se complementa con láminas de acero o planchas de corcho, el cual ayuda a rigidizar el material y mejorar la incidencia de reducción acústica. Su proceso de instalación es similar a los sistemas de drywall que se colocan marcos de aluminio. Estas planchas termoacústicas son más prácticos y sencillos que la ejecución de un muro con ladrillos. Pero no tienen mucha resistencia a comparación de un muro de mampostería. Sin embargo, este material ayuda a reemplazar los elementos de mampostería por un material en el cual el proceso de fabricación no es muy contaminante al medio ambiente. Por esta razón, este material es una buena alternativa para muros no portantes pero la implementación de ello dependerá de las características del proyecto. A continuación, la figura 37 muestra una alternativa de plancha termo acústica.

Figura 41. Plancha Tecnoblock.

Fuente: SODIMAC, 2018.

- Cuarto Criterio: Acabados
- Pintura:

Existen pinturas sostenibles de muy diversa composición, como disolventes, pigmentos, resinas, la mayoría derivados del petróleo. En la actualidad existe una gran variedad de productos que reemplazan a los hidrocarburos por componentes naturales, lo que se conoce como pinturas ecológicas o naturales. Estas pinturas no contienen disolventes orgánicos volátiles tóxicos sino que están hechas, principalmente, a base de aceites vegetales, sobre todo de lino, resinas naturales, caseína o de cítricos o silicatos cuando son para exteriores. A su vez los pigmentos no están compuestos de metales pesados sino a base de tierras, óxido de metales y diversos productos de origen mineral o vegetal. Sus características principales son:

- Producida de manera responsable.
- Utiliza envases reciclables.
- Transpirable al aire y al vapor de agua.
- No se carga electrostáticamente.

Un ejemplo, son las pinturas al silicato, conformados por minerales que se integran con el soporte y permiten la respiración de la vivienda. Se utilizan en interiores y exteriores, son lavables y muy duraderas. También se utilizan otras pinturas cuyos componentes se han seleccionado por su nula o baja toxicidad. A continuación, la figura 42 muestra la comparación de pinturas convencionales y sostenibles.

Tipos de pintura según su composición	Pinturas Convencionales	Pinturas sostenibles
Aglutinantes	Estireno, Resinas Alcídicas, Resinas Epoxi, Resinas de Melamina	Látex Natural, Aceites Vegetales, Ceras Naturales, Caseína
Disolventes	Agua, Hidrocarburos aromáticos, Tolueno, Xileno, Hidrocarburos Alifáticos, Hidrocarburos Clorados, Glicoles, Alcoholes.	Agua, Aceites de cítricos, Alcoholes, Aceites Vegetales
Conservantes	Formaldehído, Pentaclorofenol, Bifelinos policlorados, Piretro Químico.	Sales bóricas, Aceites Etéricos, Silicato Potásico.

Figura 42. Pintura convencional vs Pintura sostenible.

Fuente: M2 Arquitectura.

4.3 Aplicar los criterios de sostenibilidad al caso de edificio en Santa Anita – Lima

Una vez analizado y definido los criterios propuestos en el capítulo anterior se decidió aplicar los criterios de sostenibilidad que sean más compatibles y eficientes para el caso de un edificio multifamiliar ubicado en el distrito de Santa Anita, ciudad de Lima, Perú, de tal manera que logre ser rentable, viable y factible.

4.3.1 Ubicación del edificio multifamiliar

El proyecto en el cual se va aplicar los criterios de sostenibilidad y la certificación EDGE se ubica en el distrito de Santa Anita en la calle B Mz D Lt 16 – Urbanización Viñas San Francisco. A continuación, la figura 43 muestra la ubicación del edificio multifamiliar en Santa Anita a través de Google Maps.

Figura 43. Mapa de ubicación del edificio multifamiliar en Santa Anita-Lima.

Fuente: Google Maps, 2018.

El distrito de Santa Anita tiene una población la cual está conformada básicamente por inmigrantes de todo el Perú, con mayor incidencia de la zona central; Junín, Ayacucho, Apurímac y Huancavelica. El promedio de edad es de 25 a 35 años, lo que constituye a una población joven. El desarrollo económico del distrito se basa principalmente en las actividades comerciales, ubicadas en este distrito; siendo uno de los más importantes centros comerciales el Mercado Mayorista, que genera uno de los mayores ingresos económicos al distrito. Encontramos también al Mall de Santa Anita, el primer centro comercial en el distrito, depósito de aduanas, laboratorios, farmacias, industrias textiles, transportes

terrestres, industrias plásticas, etc. El Óvalo de Santa Anita es la zona comercial más importante del distrito, ubicado en el Km. 1 de la Carretera Central.

4.3.2 Características del edificio multifamiliar seleccionado

El presente proyecto consta de la construcción de un edificio multifamiliar de 5 pisos. El área del terreno es de 100 m², el cual solo tendrá un área construida de 75 m² y 25 m² de área libre destinadas para ductos de ventilación y áreas verdes. La distribución será de 1 departamento por piso y cuatro dormitorios por departamento. Asimismo, solo el primer nivel tendrá estacionamientos y los niveles superiores serán típicos.

A continuación, se muestra en la figura 40 y figura 41, el plano de anteproyecto del edificio multifamiliar (primer piso y planta típica) ubicado en Santa Anita-Lima.

Figura 45. Plano de anteproyecto (planta típica) del edificio Multifamiliar en Santa Anita-Lima.

Fuente: Expediente Técnico del Proyecto Viñas San Francisco.

4.3.3 Aplicación de los criterios de sostenibilidad definidos

Una vez evaluado y definido los criterios de sostenibilidad para el ahorro de energía, agua y materiales para edificaciones de viviendas multifamiliares, se decidió aplicar dichos criterios al proyecto en mención con la finalidad de mostrar que se puede obtener más del 20% de ahorro en el consumo de energía y agua. Asimismo, se propone utilizar materiales con un menor impacto negativo al medio ambiente y sistemas constructivos que optimizan el ahorro de materiales.

4.3.3.1 Aplicación de los criterios de sostenibilidad definidos para el ahorro de agua

Una vez evaluados y definidos cada criterio de sostenibilidad para el ahorro en el consumo de agua, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas del proyecto, se obtiene un resultado de ahorro de más de 30% en el consumo de agua potable con el uso de productos ahorradores que actualmente existen en el mercado.

A continuación, se detallan los criterios de sostenibilidad aplicados para el ahorro en el consumo de agua.

- Equipamiento para la cocina:

En el plano de instalaciones sanitarias se puede observar que en el ambiente de la cocina ubicado en el primer nivel cuenta con dos puntos de salida de tuberías de agua que distribuye para el uso de agua en el lavadero de la cocina y para el patio. Además, se cuenta con un kitchenette ubicado en el segundo y tercer nivel donde hay un punto de salida de tubería para abastecer estos ambiente. Ver Anexo 2 y 3

Se propone aplicar los siguientes productos con la finalidad de ahorrar agua para el uso en las cocinas:

- Primer Criterio: Producto reductor de caudal para tubo de abasto y grifería:

En la cocina se utilizará reductores de caudal, los cuales se implementan en el tubo de abasto o en la misma grifería. La finalidad de estos reductores es permitir dar una sensación de un buen caudal de agua y confort consumiendo menos agua de lo que se utiliza normalmente, incluso si se decide optar por tener un punto de salida de agua caliente o terma, te permitiría ahorrar energía eléctrica o gas al reducirse la cantidad de agua caliente utilizada. Cabe mencionar que este producto se encuentra dentro del mercado y a un módico precio.

A continuación, la figura 46 muestra el reductor de caudal que recomienda la empresa SEDAPAL para un menor consumo de agua.

Figura 46. Reductor de caudal para tubo de abasto o grifería.

Fuente: SEDAPAL, 2018.

- Segundo Criterio: Producto grifo ahorrador de cocina doble apertura:

Además, en las griferías del kitchenette se implementará el uso de un grifo ahorrador de cocina de doble apertura, el cual permite un control óptimo del consumo de agua que se utiliza en este ambiente, ya que la doble apertura de esta grifería te permite utilizar la cantidad de agua necesaria para la actividad que se realice, considerándose uno de los productos más eficaces y eficientes para el ahorro del agua. De esta manera, se logra ahorrar hasta 75% del consumo de agua al trabajar con un caudal de 6.81 litros por minuto a 4.22 kg/cm², a continuación la figura 47 muestra el grifo ahorrador de cocina de doble apertura que recomienda la empresa SEDAPAL.

Figura 47. Grifo ahorrador de cocina doble apertura.

Fuente: SEDAPAL, 2018.

- Equipamiento para el baño:

En el plano de instalaciones sanitarias se puede observar que en el ambiente del baño ubicado en el primer nivel cuenta con seis puntos de salida de tuberías de agua que distribuye para el uso de agua para dos dormitorios (un baño cada uno). Además, se tiene dos baños más ubicados en el segundo y tercer nivel donde cuenta con seis puntos de salida de tubería de agua para abastecer el baño de visitas y el baño del dormitorio principal. Ver Anexo 3 y 4

Se propone aplicar los siguientes productos con el fin de ahorrar el consumo de agua en el los baños, en el uso en inodoros, duchas y lava manos:

- Primer Criterio: Producto sanitario de doble descarga

Para los inodoros de los baños de dormitorios y visita se utilizará sanitarios de doble descarga, con la finalidad de ahorrar entre 35% a 45% de agua al trabajar con un caudal de 4.85 litros por descarga aproximadamente. Además, cuentan con dos botones de descarga: el primero de 3 litros para residuos líquidos y el segundo botón, descarga 6 litros para residuos sólidos, permitiendo utilizar el agua necesaria para cada necesidad correspondiente y así evitar un consumo excesivo e irracional.

A continuación, la figura 48 muestra el juego de accesorio para inodoro que recomienda SEDAPAL.

Figura 48. Juego de accesorio para inodoro.

Fuente: SEDAPAL, 2018.

- Segundo Criterio: Producto cabezal de ducha con kit economizador

Para las duchas de los dormitorios y baños de visita se utilizarán cabezales de ducha debido a su fácil adquisición y gran eficiencia. Las duchas con kit economizador son los más

comunes del mercado y permiten ahorrar entre 30% y 60% del consumo de agua al trabajar con un caudal de 6.81 litros por minuto a 5.63 kg/cm², cabe mencionar que el ahorro dependerá del modelo y/o de la marca que desea implementar el usuario.

A continuación, la figura 49 muestra el cabezal de ducha con kit economizador que recomienda SEDAPAL.

Figura 49. Cabezal de ducha con kit economizador.

Fuente: SEDAPAL, 2018.

- Tercer Criterio: Producto grifería temporizada

Debido a su funcionalidad y eficiencia se colocará en los lava manos de los baños de los dormitorios una grifería temporizada. A pesar de ser una grifería común en el mercado, permite ahorrar entre el 40% y 50% del consumo de agua al trabajar con un caudal de 5.68 litros por minuto a 4.22 kg/cm², teniendo en cuenta que la cantidad de segundos que el agua corre en estos equipos es entre 6 y 12 segundos por presión del botón.

A continuación, la figura 50 muestra la grifería temporizada que recomienda SEDAPAL.

Figura 50. Grifería temporizada.

Fuente: SEDAPAL, 2018.

También se contará con grifería economizadora para el baño de visita que se encuentra en los pisos típicos, con el cual se ahorra hasta 57% del consumo de agua al trabajar con el mismo caudal de la grifería temporizada.

A continuación, la figura 51 muestra la llave economizadora que recomienda utilizar SEDAPAL.

Figura 51. Grifería economizadora.

Fuente: SEDAPAL, 2018.

Una vez aplicados los criterios anteriormente definidos al proyecto se determina el porcentaje de ahorro en el consumo de agua. Para determinar el ahorro posible en porcentaje, es necesario primero determinar el uso por día. Sabiendo que el edificio será ocupado por 25 personas, se puede obtener los usos totales de cada accesorio por día en cada accesorio como se observa en la tabla 17.

Tabla 17

Tabla de usos totales por día por accesorio

Tipo de accesorio	Usos por persona por día	Usos totales por día
Inodoro	5	125
Grifo de lavamanos (60 seg)	5	125
Grifo de cocina (60 seg)	4	100
Grifo de ducha (300 seg)	1	25

Fuente: Lecca, G. & Prado, L. (2018).

Posteriormente, se calcula el consumo de agua partiendo de una línea base en el cual se utilizan los datos proporcionados por el prerrequisito para cada accesorio según las especificaciones técnicas de cada uno como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18

Tabla de consumo de agua al día por las instalaciones de consumo normal

Instalaciones de uso para vivienda multifamiliar	Especificaciones base	Usos totales por día	Litros consumidos por día
Inodoros	6 litros por uso	125	750
Grifos de lava manos	8.3 litros por minuto a 4.22 kg/cm ²	125 con duración de 1 min	1037.5
Grifos de cocina	8.3 litros por minuto a 4.22 kg/cm ²	100 con duración de 1 min	830
Ducha	9.5 litros por minuto a 5.63 kg/cm ²	25 con duración de 5 min	1187.5
		TOTAL (l/día)	3805

Fuente: Lecca, G. & Prado, L. (2018).

Después, se debe calcular el consumo de agua que se obtendrá tras la incorporación del equipamiento de accesorios de bajo consumo como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19

Tabla de consumo de agua al día por las instalaciones de bajo consumo

Instalaciones de uso para vivienda multifamiliar	Especificaciones de bajo consumo	Usos totales por día	Litros consumidos por día
Inodoros	4.85 litros por uso	125	606.25
Grifos de lava manos	5.68 litros por minuto a 4.22 kg/cm ²	125 con duración de 1 min	710
Grifos de cocina	6.81 litros por minuto a 4.22 kg/cm ²	100 con duración de 1 min	681
Ducha	6.81 litros por minuto a 5.63 kg/cm ²	25 con duración de 5 min	851.25
		TOTAL (l/día)	2848.5

Fuente: Lecca, G. & Prado, L. (2018).

Finalmente, se procede a calcular el porcentaje de ahorro del consumo de agua al implementar accesorios de bajo consumo de agua respecto al caso base. Para esto, se deberá utilizar la siguiente fórmula.

Siendo:

A= Consumo de agua utilizando equipos sanitarios de bajo consumo (litros/día)

B= Consumo de agua utilizando equipos sanitarios convencionales (litros/día)

$$\%Ahorro = \left(1 - \frac{A}{B}\right) * 100\%$$

Reemplazamos:

$$\frac{A}{B} = \frac{\text{Consumo propuesto: } 2848.5}{\text{Consumo línea base: } 3805} = \text{Diferencia: } 0.749$$

$$1 - 0.749) * 100\% = \text{Porcentaje de ahorro: } 25.1\%$$

Por lo tanto, el porcentaje de ahorro es de 25.1% con accesorios de bajo consumo respecto a la línea base.

4.3.3.2 Aplicación de los criterios de sostenibilidad definidos para el ahorro de energía

Una vez evaluados y definidos cada criterio de sostenibilidad para el ahorro en el consumo de energía, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas del caso: Vivienda Multifamiliar en Santa Anita, se puede lograr ahorrar más del 20% en el consumo de energía con el uso de productos ahorradores que actualmente existen en el mercado.

A continuación, se detallan los criterios de sostenibilidad aplicados para el ahorro en el consumo de energía.

- Primer criterio de aplicación: Relación superficie vidriada (ventana) – Pared

El proyecto de la Edificación multifamiliar Santa Anita solo presenta una fachada con vista al exterior como se muestra en la Figura 42. Las fachadas NORTE, SUR Y ESTE colindan con viviendas vecinas. Se puede observar que el área de la ventana es menor que el área de muro. El primer criterio se basa en reducir el área de muro de tabiquería y aumentar el área de la ventana, con la finalidad de tener mayor iluminación natural. Este criterio ayuda a mejorar la ventilación natural, contribuyendo con la buena salud y comodidad de los residentes de los departamentos. Se recomienda utilizar una mampara con vidrio de doble acristalamiento el cual ayuda a reducir el ruido exterior y mejora el confort térmico de la edificación. Asimismo, el vidrio debe ser de colores no tan claros, ya que permiten que el espacio no se sobrecaliente mucho. A continuación, la figura 52 muestra el corte de elevación del edificio multifamiliar en Santa Anita.

Figura 52. Corte de elevación del edificio Multifamiliar en Santa Anita-Lima.

Fuente: Expediente Técnico del Proyecto Viñas San Francisco.

- Segundo criterio de aplicación: Luminarias LED

En las especificaciones técnicas del proyecto, la partida de suministro de instalaciones indica que el tipo de luminaria que se va a implementar, las cuales deben ser focos ahorradores. Se indica también la potencia del producto, la cual debe ser no mayor a 32 w. El producto seleccionado será luminarias LED.

A continuación, se detalla el ahorro en el consumo de energía de la edificación. La edificación cuenta con 9 puntos de salida de iluminación para el alumbrado de los ambientes interiores y 1 punto para ambientes exteriores por cada nivel, el total es de 10 puntos de iluminación.

Para determinar el ahorro, es necesario primero determinar el tiempo de funcionamiento de las luminarias por día por cada ambiente. Se ha establecido un tiempo de 4 horas en los ambientes interiores y 2 horas en los baños y las escaleras. Cabe mencionar que el tiempo puede variar dependiendo del usuario.

A continuación, en la tabla 20 y 21 muestra la comparación del consumo de energía (KWh) entre la Línea Base de consumo energético por iluminación versus el caso propuesto.

Tabla 20

Tabla de consumo de energía total del edificio. Línea Base – Luminarias Ahorradores

Ambientes	Cantidad	Potencia (W)	Tiempo de Uso (h)	Consumo de Energía (KWh)
Sala	5	32	4	0.64
Comedor	5	32	4	0.64
Cocina	5	32	4	0.64
Dormitorio	20	32	4	2.56
Baño	10	32	2	0.64
Pasadillo	5	32	2	0.32
			Total	5.44

Fuente: Lecca, G. & Prado, L. (2018).

Tabla 21

Tabla de consumo de energía total del edificio. Consumo Propuesto – Luminarias LED por Focos LED

Ambientes	Cantidad	Potencia (W)	Tiempo de Uso (h)	Consumo de Energía (KWh)
Sala	5	20	4	0.4
Comedor	5	20	4	0.4
Cocina	5	20	4	0.4
Dormitorio	20	20	4	1.6
Baño	10	20	2	0.4
Pasadillo	5	20	2	0.2
			Total	3.4

Fuente: Lecca, G. & Prado, L. (2018).

Según la empresa Phillips la potencia de un foco LED es aproximadamente 1.6 veces más que el de un ahorrador. Luego, se calcula el porcentaje de ahorro de consumo de energía al implementar el segundo criterio de energía. Para esto, se utiliza la siguiente fórmula.

$$\%Ahorro = \left(1 - \frac{A}{B}\right) * 100\%$$

Siendo:

A= Consumo de energía utilizando equipos de bajo consumo de energía (KWh).

B= Consumo de energía utilizando equipos convencionales (KWh).

Reemplazando:

$$\frac{\text{Consumo de energía caso propuesto: 3.4}}{\text{Consumo de energía línea base: 5.44}} = \text{Diferencia: 0.625}$$

% Ahorro: $(1 - 0.625) * 100\% = \text{Porcentaje de ahorro: } 37.5\%$

El porcentaje de ahorro en el consumo de energía por el uso de las luminarias LED es de 37.5%.

4.3.3.3 Aplicación de los criterios de sostenibilidad definidos para el ahorro de materiales. Una vez definido de manera concisa y clara cada criterio de sostenibilidad para el uso de materiales decidimos aplicarlo al caso de la vivienda multifamiliar en Santa Anita de tal manera que sea compatible y eficiente respecto a las especificaciones técnicas propias del proyecto.

- Primer Criterio: Materiales para las losas

En el proyecto multifamiliar ubicado en Santa Anita según las especificaciones técnicas y el plano de estructuras menciona que se utilizan losas aligeradas en una sola dirección de 20 cm de espesor, la cual está compuesta por viguetas convencionales espaciadas cada 40 cm. Sin embargo, existe la posibilidad de optimizar el ahorro en tiempo y desperdicio de materiales utilizando uno de los criterios definidos anteriormente, es el caso de las viguetas prefabricadas, ya que nos brindan mayores beneficios respecto a la losa aligerada tradicional como:

- Ahorro en el tiempo de armado de las losas aligeradas.
- Ahorro en encofrado de madera.
- Adecuado recubrimiento del acero de la vigueta (mayor durabilidad).
- Reducción de desperdicios (Viguetas prefabricadas a la medida de la obra).
- Más resistente que otros sistemas porque los materiales empleados en su fabricación (acero, concreto). siguen un estricto control de calidad.
- De fácil montaje y colocación de los componentes del sistema.
- Mejor control de calidad de materiales en obra (producto certificado).

A continuación, la figura 53 muestra una vigueta prefabricada recomendada por la empresa Pacasmayo.

Figura 53. Sistema vigueta bovedilla SOLTEK.

Fuente: Pacasmayo, 2017.

La aplicación de estos materiales proporciona al cliente un ahorro en materiales como se muestra a continuación en la tabla 22.

Tabla 22

Porcentaje de ahorro en materiales al utilizar un sistema SVB Soltek respecto al sistema tradicional

EN 24 M ² DE TECHO SE TIENE CON:			
	Sistema Tradicional viguetas @ 0.40 m.	Sistema SVB Soltek viguetas @ 0.50 m.	AHORRO
Acero	84.00 kg	42.00 kg	50 %
Elemento relleno	230 ladrillos	179 bovedillas	22 %
Concreto	2.20 m ³	1.80 m ³	18 %
Tablas	56.10 ml.	0.00 ml.	100%
Soleras	23.30 ml.	9.30 ml.	60 %
Pies derechos	20 und	4 und	80 %

Fuente: Pacasmayo, 2017

- Segundo Criterio: Materiales para muros portantes

En el edificio multifamiliar en estudio, según sus especificaciones técnicas, se pretende utilizar muros de albañilería con ladrillos de arcilla en todo el perímetro. Sin embargo, se implementará ladrillos KK CICLO, los cuales son fabricados usando "agregados reciclado", producto del reciclaje de los residuos de la construcción y demolición. Esto permite reducir la explotación de otros recursos naturales. Lo cual ayuda a la reducción del dióxido de carbono, ya que no necesita un proceso de extracción de cantera. A continuación, la figura 54 muestra los ladrillos KK CICLO que son elaborados a base de residuos de la construcción y demolición.

Figura 54. Ladrillos KK CICLO.

Fuente: CICLO, 2017.

Además, se utilizará materiales que contengan en su composición cierto porcentaje de material reciclado. Entre ellos, se ha investigado que el acero que brinda Aceros Arequipa y Sider Perú tiene componentes reciclados. En cuanto al concreto, UNICON tiene unos productos de concreto hecho a base de agregados reciclados que son menos contaminantes, ya que reemplazan al Clinker. Asimismo, el cemento INKA utiliza gran porcentaje de material reciclado en su producción lo que hace que sus emisiones durante la producción sean sustancialmente menores.

- Tercer Criterio: Materiales para muros no portante

Según las especificaciones técnicas del proyecto en estudio, se pretende utilizar en los muros de tabiquería ladrillos pandereta, ya que no tienen una función estructural y solo se busca dividir los espacios. Sin embargo, este proceso tiene un alto porcentaje de consumo de materiales y mano obra. Por ello, se decide aplicar los ladrillos sílicos calcáreos porque ayuda a reducir materiales en su proceso de construcción, por ejemplo, mortero, ya que no necesita tarrajeo. Además, es un material ecológico, ya que la Compañía Minera Luren S.A emplea gas natural en el proceso de combustión, en el cual reduce las emisiones de dióxido de carbono. A continuación, la figura 55 muestra un muro de albañilería a base de bloques de sílico calcáreo en proceso.

Figura 55. Muro de sílico calcáreo.

Fuente: Compañía Minera Luren S.A, 2013.

4.4 Análisis de Costo – Beneficio del caso aplicado

En este capítulo se desarrolla el análisis de costo-beneficio del edificio multifamiliar ubicado en Santa Anita para demostrar que la propuesta de criterios de sostenibilidad aplicados al caso de estudio sea rentable, viable y factible. Para esto, se realiza un comparativo de los costos que se emplearán para los materiales, equipos sanitarios y equipos de energía según las especificaciones técnicas del propio expediente técnico del proyecto base y por otro lado, el mismo edificio multifamiliar pero aplicando los criterios de sostenibilidad para el ahorro de agua, energía y optimización de materiales descrito en el capítulo anterior.

4.4.1 Edificio multifamiliar tradicional

Para poder analizar los costos en equipos de materiales, equipos sanitarios y materiales del edificio multifamiliar ubicado en Santa Anita, tenemos que analizar el expediente técnico base del proyecto, en el cual se detalla en el presupuesto los precios unitarios de cada equipo y material que se pretende implementar en el proyecto.

4.4.1.1 Costo en equipos de consumo normal de energía

En cuanto se refiere a los costos de instalaciones eléctricas en la edificación multifamiliar en Santa Anita, solo se va a tomar en cuenta los costos de los suministros eléctricos, ya que solo se va a modificar los aparatos ahorradores que indica las especificaciones técnicas. Las partidas de conexión a la red externa (acometida, caja de conexión), alimentadores, tableros, circuitos derivados, pozo a tierra, salidas, entre otras se mantendrán igual, ya que no se medicará en el proyecto. A continuación, se muestra en la figura 56 el costo total de la

instalación eléctrica para poder calcular en cuanto aumenta el costo con la aplicación de los criterios de energía.

04	INSTALACIONES ELECTRICAS				116,200.87
04.01	SALIDAS				17,808.90
04.01.01	SALIDA DE TECHO C/CABLE AWG TW 2.5MM(14)+D PVC SAP 19MM	PTO	86.00	85.97	7,393.42
04.01.02	SALIDA DE PARED C/CABLE AWG TW 2.5MM(14)+D PVC 19MM(3/4")	PTO	8.00	85.26	682.08
04.01.03	SALIDA TOMACORR + CT C/AWG TW 2.5MM(14)+D PVC SAP 19MM(3/4")	PTO	62.00	110.42	6,846.04
04.01.04	SALIDA PARA ANTENA DE TELEVISION CON PVC	PTO	2.00	101.16	202.32
04.01.05	SALIDA PARA DATA	PTO	19.00	108.40	2,059.60
04.01.06	SALIDA PARA CONTROL DE NIVEL	PTO	2.00	174.99	349.98
04.01.07	SALIDA PARA MOTOR ELECTRICO	PTO	2.00	137.73	275.46
04.02	CONDUCTORES Y/O TUBERIAS				2,765.92
04.02.01	TUBERIAS PVC SAP (ELECTRICAS) D=3/4"	ML	153.98	11.48	1,767.69
04.02.02	TUBERIAS PVC SAP (ELECTRICAS) D=1"	ML	67.04	14.89	998.23
04.03	TABLEROS ELECTRICOS				1,789.25
04.03.01	TABLERO ELECTRICO GAB. METALICO P/DISTRIBUCION, 12 POLOS	UND	5.00	357.85	1,789.25
04.04	POZO DE PUESTA A TIERRA				2,146.00
04.04.01	POZO CONEXION A TIERRA	UND	1.00	2,146.00	2,146.00
04.05	ARTEFACTOS DE ILUMINACION				3,259.26
04.05.01	ARTEFACTO AHORRADOR DE ENERGIA TIPO GLOBO 30W	UND	50.00	44.03	2,201.50
04.05.02	ARTEFACTO ADOSADO A PARED 30W	UND	8.00	59.86	478.88
04.05.03	ARTEFACTO SPOT-LIGHT	UND	8.00	72.36	578.88
04.06	EQUIPOS ELECTRICOS Y MECANICOS				88,431.54
04.06.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONTROL DE NIVEL ELECTRICO	UND	2.00	551.89	1,103.78
04.06.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE ELECTROBOMBA Y ACCESORIOS HIDROMECANICOS P/LINE	UND	2.00	2,413.88	4,827.76

Figura 56. Presupuesto de las instalaciones eléctricas del edificio multifamiliar tradicional.

Fuente: Expediente Técnico del Proyecto Viñas San Francisco, 2017.

4.4.1.2 Costo en equipos de consumo normal de agua

En cuanto se refiere a los costos de instalaciones sanitarias en la edificación multifamiliar en Santa Anita, solo se va a tomar en cuenta los costos de los suministros de agua, ya que solo se va a modificar los aparatos convencionales que indica las especificaciones técnicas. Los costos del suministro de agua comprenden a los aparatos sanitarios de baños, cocinas, lavanderías y de todo ambiente en donde se instalen inodoros, lavatorios, duchas, lavaderos, etc. Los costos de las instalaciones de tuberías, puntos de salidas, y otras partidas en el cual consiste para la entrega de agua o salida de desagüe, se mantendrán constante, ya que no se medicarán los planos de las instalaciones sanitarias. A continuación, la figura 57 muestra el presupuesto de las instalaciones sanitarias del edificio multifamiliar tradicional.

03	INSTALACIONES SANITARIAS				31,009.08
03.01	SISTEMA DE AGUA FRIA				7,256.48
03.01.01	SALIDAS				3,701.32
03.01.01.01	SALIDA DE AGUA FRIA CON TUB. PVC C-10 1/2"	PTO	28.00	132.19	3,701.32
03.01.02	REDES DE DISTRIBUCION				2,533.07
03.01.02.01	RED DE DISTRIBUCION TUBERIA DE 1/2" PVC C-10	ML	20.44	48.78	997.06
03.01.02.02	RED DE DISTRIBUCION TUBERIA DE 3/4" PVC C-10	ML	45.81	18.96	868.56
03.01.02.03	RED DE DISTRIBUCION TUBERIA DE 1" PVC -SAP	ML	18.94	35.24	667.45
03.01.03	ACCESORIOS				1,022.09
03.01.03.01	CODO DE 90° PVC P/AGUA DE 3/4"	PZA	22.00	3.11	68.42
03.01.03.02	CODO DE 90° PVC P/AGUA DE 1"	PZA	4.00	3.47	13.88
03.01.03.03	REDUCCION PVC P/AGUA DE 3/4" - 1/2"	PZA	11.00	2.60	28.60
03.01.03.04	REDUCCION PVC P/AGUA DE 1" - 3/4"	PZA	1.00	4.40	4.40
03.01.03.05	TEE PVC-SAP 3/4" x 1/2"	UND	17.00	5.15	56.95
03.01.03.06	TEE PVC SAP P/AGUA DE 3/4"	UND	7.00	2.75	19.25
03.01.03.07	TEE PVC-SAP 1"	UND	1.00	3.35	3.35
03.01.03.08	TEE PVC-SAP 1" x 3/4"	UND	4.00	7.65	30.60
03.01.03.09	VALVULA CHECK DE BRONCE DE 3/4"	UND	1.00	66.65	66.65
03.01.03.10	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE ROSCADA DE 3/4"	UND	9.00	81.11	729.99
03.02	SISTEMA DE DESAGUE				10,252.60
03.02.01	SALIDAS				3,190.91
03.02.01.01	SALIDA DE DESAGUE PVC-SAP 2"	PTO	17.00	94.53	1,607.01
03.02.01.02	SALIDA DE DESAGUE PVC-SAP 4"	PTO	10.00	106.58	1,065.80
03.02.01.03	SALIDA PVC-SAL PARA VENTILACION	PTO	5.00	103.62	518.10
03.02.02	REDES DE DISTRIBUCION				2,385.51
03.02.02.01	RED DE DESAGUE PVC-SAP 2"	ML	30.89	32.59	1,006.71
03.02.02.02	RED DE DESAGUE PVC-SAP 4"	ML	16.36	48.90	800.00
03.02.02.03	RED DE DESAGUE PVC-SAP 6"	ML	11.75	49.26	578.81
03.02.03	ACCESORIOS SANITARIOS				744.87
03.02.03.01	CODO DE 45° PVC SAP DE 2"	PZA	15.00	2.19	32.85
03.02.03.02	YEE SANITARIA DE 2X2" PVC SAP	PZA	9.00	3.80	34.20
03.02.03.03	CODO DE 45° PVC SAP DE 4"	PZA	3.00	7.09	21.27
03.02.03.04	YEE SANITARIA DE 4X4" PVC SAP	PZA	13.00	10.60	137.80
03.02.03.05	REDUCCION DE PVC SAP DE 4"-2"	UND	7.00	4.90	34.30
03.02.03.06	REGISTRO DE BRONCE 2"	UND	5.00	30.83	154.15
03.02.03.07	REGISTRO DE BRONCE 4"	UND	5.00	66.06	330.30
03.02.04	CAMARA DE INSPECCIÓN E INSTALACIONES ESPECIALES				540.21
03.02.04.01	CAJA DE REGISTRO DE DESAGUE 12" X 24"	PZA	1.00	180.07	180.07
03.02.04.02	CAJA CIEGA DE REGISTRO DE DESAGUE 12" X 24"	PZA	2.00	180.07	360.14
03.02.05	TANQUE ELEVADO				3,391.10
03.02.05.01	TANQUE PARA AGUA DE POLIETILENO Inc. Accesorios e Instalacion	PZA	2.00	1,695.55	3,391.10
03.03	SUMINISTRO DE APARATOS SANITARIOS Y ACCESORIOS				13,500.00
03.03.01	INODORO TANQUE BAJO BLANCO	PZA	20.00	175.00	3,500.00
03.03.02	LAVATORIO DE SOBREPONER BLANCO 1 LLAVE	PZA	20.00	185.00	3,700.00
03.03.06	KIT DE ACCESORIO DE DUCHAS	PZA	20.00	180.00	3,600.00
03.03.07	ACCESORIO PARA COCINA	PZA	10.00	270.00	2,700.00

Figura 57. Presupuesto de las instalaciones sanitarias del edificio multifamiliar tradicional.

Fuente: Expediente Técnico del Proyecto Viñas San Francisco, 2017.

4.4.1.3 Costo en materiales

En cuanto se refiere a los costos de materiales en la edificación multifamiliar en Santa Anita, hace referencia a los materiales en el cual pueden ser sustituidos por materiales el cual utilicen materiales reciclados en sus procesos de fabricación. Normalmente en las construcciones no una característica importante para la elección del material. A continuación, la figura 58 muestra el presupuesto de los materiales del edificio multifamiliar tradicional.

02	ARQUITECTURA				353,926.93
02.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA				43,987.62
02.01.01	MUROS DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE SOGA CON MEZCLA 1:5 X 1.5CM.	m2	369.40	54.63	20,180.24
02.01.02	MUROS DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE CANTO CON MEZCLA 1:5 X 1.5CM.	m2	4.00	42.23	169.09
02.01.03	MUROS DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE CABEZA CON MEZCLA 1:5 X 1.5CM.	m2	263.26	89.79	23,638.29
02.02	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS				29,638.23
02.02.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADOS CON CEMENTO-ARENA	M2	1,245.84	18.88	23,521.53
02.02.02	TARRAJEO EN EXTERIORES CON CEMENTO-ARENA	M2	252.03	24.27	6,116.71
02.03	CIELORRASOS				21,752.08
02.03.01	CIELORRASOS CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA	M2	580.52	37.47	21,752.08
02.04	PISOS Y PAVIMENTOS				82,858.09
02.04.01	CONTRAPISO E=40 MM. BASE 3 CM. MEZC. 1:5, ACAB. 1 CM PASTA 1.2	M2	726.11	25.63	18,610.20
02.04.02	PISO DE PORCELNATO COLOR CLARO 60x60cm	M2	527.65	97.62	51,509.19
02.04.03	PISO CERAMICO COLOR CLARO 40x40cm	M2	44.06	82.84	3,649.93
02.04.04	PISO DE BALDOSAS DE CAUCHO AMORTIGUANTE DE 50x50cm Inc. Instalacion	M2	21.42	69.48	1,488.26
02.04.05	PISO DE ESPUMA NO TOXICA MICROPOROSA DE 60x60cm E=15mm, Inc. Instalacion	M2	21.42	49.84	1,067.57
02.04.06	PISO DE CEMENTO PULIDO E=2" MEZCLA 1:4	M2	156.59	41.72	6,532.93
02.05	ZOCALO Y CONTRAZOCALOS				14,839.20
02.05.01	ZOCALO CERAMICO COLOR CLARO 30X30 CM	M2	114.86	81.99	9,417.70
02.05.02	CONTRAZOCALO CERAMICO COLOR CLARO 10x30cm	M	219.85	17.09	3,757.24
02.05.03	CONTRAZOCALO CEMENTO FROTACHADO PIN/ESMALTE (H=30cm)	M	30.61	54.37	1,664.27
02.06	CUBIERTAS				4,585.51
02.06.01	IMPERMEABILIZACION DE TECHOS CON PINTURA ASFALTICA	M2	579.71	7.91	4,585.51
02.07	CARPINTERIA DE MADERA				8,217.38
02.07.01	PUERTA DE MADERA DE CEDRO PUCALLPA	M2	15.02	281.56	4,227.62
02.07.02	PUERTA CONTRAPLACADA E=45mm C/TRIPLAY Y LUPUNA 4mm, INC. MARCO, BASTIDOR Y A	M2	18.69	213.47	3,989.75
02.08	CARPINTERIA METALICA				23,219.69
02.08.01	VENTANA DE FIERRO C/PERFIL DE 1"X1/2"	M2	104.54	153.80	16,078.79
02.08.02	PASAMANOS METALICO DE TUBO GALVANIZADO DE 3"	ML	57.20	99.74	5,705.13
02.08.03	ESCALERA DE GATO DE ALUMINIO LONG.=2.00 M 3MM @.25 E=3 MM	UND	1.00	560.13	560.13
02.08.04	ESCALERA MARINERO F"G* DN 1 ALT=2.25 SEGÚN DETALLE INC/ PINTADO	UND	1.00	608.97	608.97
02.08.05	TAPA METALICA DE 0.75x0.75 m SEGÚN DETALLE	UND	1.00	266.67	266.67
02.09	CERRAJERIA				2,247.24
02.09.01	CERRADURA PARA PUERTA PRINCIPAL PESADA	PZA	1.00	169.37	169.37
02.09.02	CERRADURA PARA PUERTA INTERIOR	PZA	17.00	54.98	934.66
02.09.03	BISAGRA CAPUCHINA DE 3 1/2" X 3 1/2"	PZA	51.00	20.55	1,048.05
02.09.04	BISAGRA CAPUCHINA 4"x4"	PZA	4.00	23.79	95.16
02.10	VIDRIOS CRISTALES Y SIMILARES				8,958.22
02.10.01	VIDRIOS SEMIDOBLES INCOLORO	M2	103.76	13.48	1,398.75
02.10.02	VIDRIO TEMPLADO DE 10 MM	M2	47.30	159.83	7,559.48
02.11	PINTURA				27,965.68
02.11.01	PINTURA VINILICA EN MUROS INTERIORES 2 MANOS	M2	1,154.42	10.36	11,959.79
02.11.02	PINTURA VINILICA EN MUROS EXTERIORES 2 MANOS	M2	326.24	16.26	5,304.69
02.11.03	PINTURA PINTURA VINILICA EN CIELO RASO 2 MANOS	M2	587.99	12.12	7,126.44
02.11.04	PINTURA EN PUERTAS C/BARNIZ 2 MANOS	M2	67.41	53.03	3,574.75

Figura 58. Presupuesto de los materiales del edificio multifamiliar tradicional.

Fuente: Expediente Técnico del Proyecto Viñas San Francisco, 2017.

4.4.2 Edificio multifamiliar sostenible

Una vez definido el costo de los equipos de energía, sanitarios y materiales del edificio multifamiliar ubicado en Santa Anita recopilados del expediente técnico propio del proyecto, se procede a investigar los costos de los equipos de bajo consumo de energía, agua y materiales definidos como los criterios sostenibles para reducir el consumo de energía, agua y optimización de materiales.

4.4.2.1 Costo en equipos de bajo consumo de energía

- Primer Criterio: Focos LED

Los costos de los focos LED varían de acuerdo con el modelo, potencia y color de iluminación. A continuación, la figura 59 muestra los costos de los focos LED que se empleará en la edificación.

Modelos	Foco LED Bulbo 23W E27	Foco LED Dicroico 5.5W MR16 Luz Cálida	Eficiencia de Energía (lm/w)
Focos
Costo	S/58.00	S/23.00	S/30.00

Figura 59. Costo incl. IGV de focos LED.

Fuente: Maestro, 2018.

4.4.2.2 Costo en equipos de bajo consumo de agua

- Productos para la cocina:
- Primer Criterio: Reductores de caudal para tubo de abasto y grifería:

A continuación, la figura 60 muestra los costos de los reductores de caudal para el tubo de abasto y grifería. Los costos incluyen IGV.

Aereadores	Hembra de bronce para mezcladora 4", cocina mueble y pared, llave giratoria, bar, con picos C.L.S. pesados	Macho bronce pico Lima, M. Ver, Roma, F. Cruz, Monoblock lavat y Bidet, Mezcl 4" san Marino y liviana monoc lavat y lavad, llave lavat lujo y san Remo	Rompechorro macho 24x1 para pico tina minimalista	Aereador hembra bronce chica para pico "AL" minimalista Mezcladora lavatorio y lavadero
	RV1.75.000 14.90	RV1.75.100 14.90	RV1.74.700 6.90	RV1.74.900 14.90

Figura 60. Costo incl. IGV de los reductores de caudal.

Fuente: VAINSA, 2018.

- Segundo Criterio: Grifo ahorrador de cocina doble apertura:

A continuación, la figura 61 muestra los costos del grifo ahorrador de cocina de doble apertura. Los costos incluyen IGV.

INOX	100.X1.00l	105.X1.00l
	519.90	499.90
Pico de cocina	AL	AL
LLAVE DE LAVADERO EN ACERO INOXIDABLE
	A la pared	Bar al mueble

Figura 61. Costo incl. IGV de los grifos ahorradores de cocina.

Fuente: VAINSA, 2018

- Productos para el baño:
- Primer Criterio: Sanitarios de doble descarga

A continuación, la figura 62 muestra los costos de los sanitarios de doble descarga. Los costos incluyen IGV.

		BALI	MEDITERRANEO	STELLA	OCEAN
		SV.23.W.A	SV.24.D.A	SV.23.S.A	SV.23.O.A
BLANCO	(21)	349.90	559.90	649.90	749.90
BONE	(22)	379.90	601.90		809.90
INODORO ONE PIECE
		Sistema dual y asiento Slow Dow integrado	Sistema dual y asiento Slow Dow integrado	Sistema dual y asiento Slow Dow integrado	Sistema dual y asiento Slow Dow integrado

Figura 62. Costo incl. IGV de los sanitarios de doble descarga.

Fuente: VAINSA, 2018.

- Segundo Criterio: Cabezal de ducha con kit economizador

A continuación, la figura 63 muestra los costos del cabezal de ducha con kit economizador. Los costos incluyen IGV.

20E.18.000	500.E1.000
	139.90	149.90
SALIDA DE DUCHA CON KIT
	ESPAÑOLA STANDARD	VSI MASSAGE

Figura 63. Costo incl. IGV de los sanitarios de doble descarga.

Fuente: VAINSA, 2018.

- Tercer Criterio: Grifería temporizada

A continuación, la figura 64 muestra los costos de la grifería temporizada. Los costos incluyen IGV.

	137.04.000	137.LE.B00	137.LE.A00
	204.90	389.90	449.90
LLAVES DE LAVATORIO
	Llave de lavat. Temporizada con aereador antivandálico	Llave de lavat. A presión superior temporizada Minimalista Baja VSI con aereador antivandálico	Llave de lavat. A presión superior temporizada Minimalista Alta VSI con aereador antivandálico

Figura 64. Costo incl. IGV de la grifería temporizada.

Fuente: VAINSA, 2018

4.4.2.3 Costo en materiales

- Primer Criterio: Materiales para las losas aligeradas
- Viguetas Pretensadas

Las dimensiones de las luces de las viguetas en el proyecto son de 4.2, 3.6 y 2.1 m como se muestra en el Anexo. Por ende, los costos de las viguetas varían según la longitud de la viga. A continuación, la figura 65 muestra los costos de las viguetas prefabricadas según sus dimensiones.

Dimensiones	Costo
4.6 m	\$ 415.00
3.6 m	\$ 249.00
2.6 m	\$ 175.00

Figura 65. Viguetas Pretensadas.

Fuente: Sodimac, 2018

- Bloques de poliestireno expandido

Este material reemplaza al ladrillo de techo convencional de 8 huecos. Sus dimensiones de este bloque son de 42 cm de ancho y 100 cm de largo. Tiene un costo de \$ 73.00. A continuación, la figura 66 muestra los bloques de poliestireno expandido.

Figura 66. Bloques Poliestireno.

Fuente: Sodimac, 2018

4.4.3 Beneficios de una edificación sostenible

Una vez obtenido los resultados al aplicar los criterios de sostenibilidad definidos al proyecto de Santa Anita, tales como utilizar equipos sanitarios de bajo flujo, equipos de bajo consumo de energía y materiales sostenibles. Se realiza una comparación con los resultados utilizando los lineamientos propios del expediente técnico base del proyecto ubicado en Santa Anita. De esta manera, se muestra el beneficio económico y ambiental de los criterios sostenibles definidos y aplicados al proyecto respecto al expediente técnico.

4.4.3.1 Beneficio Económico

Existe la creencia que la construcción de una edificación sostenible es más costosa que la construcción tradicional. Si bien es cierto existe un incremento de costo en una edificación sostenible respecto al tradicional, ya que se implementa sistemas de reducción de consumo de agua, energía y materiales sostenibles. Estos sistemas ayudan a reducir gastos de servicios en la operación de la edificación, con este ahorro se recupera el costo adicional de la construcción del edificio sostenible en un tiempo determinado, transcurrido este tiempo de recuperación el ahorro económico es directamente para los usuarios. Para conocer el beneficio económico del proyecto aplicativo: Edificio Multifamiliar Santa Anita, se utilizó el Software EDGE que brinda la Certificación EDGE. Donde se logró obtener un ahorro en el consumo de energía de 35.96%, en el consumo de agua 31.92% y ahorro de energía

incorporada en materiales 61.11%. Además, el incremento del costo adicional en obra en la edificación será de 1.72 % respecto al tradicional. Este porcentaje de incremento se puede calcular comparando el presupuesto base de la edificación tradicional con el nuevo presupuesto luego de realizar los cambios de los criterios sostenibles aplicados tal como se muestra en los Anexo 6 y 7 respectivamente. Finalmente, en la figura 67 se muestra el incremento del costo, el cual se logra recuperar en 2.21 años.

RESULTADOS	
Consumo final de energía : 443.98 kWh/Mes/Unidad Vivienda	Ahorro de CO2 durante el uso : 1.47 tCO2/Año/Unidad Vivienda
Consumo final de agua : 19.00 kL/Mes/Unidad Vivienda	Ahorro de energía incorporada : 212475.35 MJ/unidad en materiales
Costos de servicios públicos - : 364.14 S/mes/unidad Linea base	Costo incremental : 3,378.56 S/unidad
Reducción en el costo de : 127.34 S/mes/unidad servicios públicos	Retorno en años : 2.21 Años
Energy Savings : 14.96 MWh/Year	Water Savings : 534.52 m³/año
Embodied Energy in Material : 1062.38 GJ Savings	Project Floor Space : 400.00 m²

Figura 67. Resultados de la edificación sostenible.

Fuente: Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE), 2017.

4.4.3.2 Beneficio Ambiental

Es importante recalcar que las edificaciones sostenibles también ayudan a reducir la contaminación ambiental, porque se implementan materiales en el cual sus procesos de fabricación utilizan productos reciclados, energía alternativa, entre otras. Asimismo, la aplicación de criterios de sostenibilidad en el agua y energía ayuda a optimizar el consumo de los usuarios. Por todo esto, los edificios sostenibles pueden ayudar a proteger el ecosistema, la reducción de emisiones de gases contaminantes, el mejoramiento de la calidad del aire y del agua, la reducción de los desechos, la conservación y restauración de los recursos naturales, así como el control de temperatura, entre otros aspectos. En la modelación del edificio aplicativo se obtuvo que el ahorro de dióxido de carbono (CO2) durante el año de uso es de 1.47 t por vivienda.

5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Verificación de resultados

5.1.1 Verificación de análisis de las medidas definidas a nivel de certificación EDGE para un edificio multifamiliar sostenible

Para poder realizar la verificación del análisis de las medidas definidas a nivel de certificación EDGE para un edificio multifamiliar sostenible nos basamos en el edificio multifamiliar Golf los Incas, el cual se validó con la certificación EDGE considerándose como un edificio multifamiliar sostenible. Se analizó cuáles eran los lineamientos que se consideraron para lograr los porcentajes de ahorro indicados anteriormente; en el consumo de agua, energía y optimización de materiales para establecer una línea base. Además, el software EDGE nos permite corroborar los porcentajes de ahorro de dióxido de carbono (CO₂) respecto a una edificación tradicional aplicando los criterios sostenibles al proyecto, a su vez nos indica el tiempo de retorno de recuperación de la mayor inversión.

5.1.2 Verificación de proponer los criterios de sostenibilidad para obtener un edificio multifamiliar sostenible a nivel de certificación EDGE

Para poder verificar los criterios de sostenibilidad propuestos para obtener un edificio multifamiliar sostenible a nivel de certificación EDGE se tuvo que investigar los equipos existentes en el mercado que generen un bajo consumo en agua, energía y materiales sostenibles. Los criterios que se proponen aseguran un proyecto viable, factible y sobre todo rentable. Además, se establecieron condiciones similares con el expediente técnico base del proyecto, para obtener una relación aceptable que no supere el presupuesto en más de 2% aproximadamente para tener la conformidad del cliente. Finalmente, se tuvo que corroborar con ayuda del software EDGE que los criterios propuestos lograron superar el 20% de ahorro en agua, energía y optimización de materiales y así lograr ser certificada con EDGE.

5.1.3 Verificación de la aplicación de los criterios de sostenibilidad al caso de edificio en Santa Anita – Lima

Para poder verificar que los criterios de sostenibilidad que decidimos aplicar al caso del edificio en Santa Anita son adecuados, se realizó una ficha con toda la información más relevante del proyecto de investigación con un puntaje del 1 al 10 y se tuvo que recurrir a tres profesionales con experiencia y conocimiento en el tema de sostenibilidad en edificaciones, que avalen a través de juicio de expertos que los criterios aplicados al edificio multifamiliar en Santa Anita son los más adecuados para lograr una edificación sostenible.

Se obtuvo un puntaje promedio de 8 puntos en los criterios sostenibles. Ver Anexo 8, 9,10 y 11

5.1.4 Verificación del análisis Costo – Beneficio del caso analizado

Para poder verificar de una manera cuantitativa el beneficio del costo al aplicar los criterios de sostenibilidad definidos respecto al expediente técnico base, se tuvo que realizar un análisis de costo-beneficio comparando el presupuesto base del proyecto y, por otro lado, adaptando los costos de los equipos de bajo consumo de agua, energía y materiales sostenibles y de esta manera cuantificar el porcentaje de ahorro estimado. Asimismo, se realiza una estimación del consumo de agua y energía en una muestra aproximada de las personas que ocuparían el edificio y se estima el ahorro en consumo al comparar la cantidad consumida total con equipos de consumo normal respecto a los de bajo consumo. Ver Anexo 12

5.2 Discusión de resultados

5.2.1 Discusión del análisis de las medidas definidas a nivel de certificación EDGE para un edificio multifamiliar sostenible

A pesar de tener abundante información internacional acerca de la certificación EDGE y los casos de edificaciones certificadas, basarse en la realidad peruana con ejemplos reales como es el caso del edificio Golf los Incas, el cual fue ejecutado y certificado con EDGE, nos permite tener una línea base más útil y que se acerque mucho más a la realidad del caso en estudio. Asimismo, se observó que el software EDGE es un complemento de esta certificación que nos facilita la estimación de ahorro con los criterios que brinda la certificación EDGE de una manera rápida y sencilla, así como la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) que se ahorra anualmente en contraposición con una edificación tradicional.

5.2.2 Discusión de proponer los criterios de sostenibilidad para obtener un edificio multifamiliar sostenible a nivel de certificación EDGE

Si bien es cierto, los criterios de sostenibilidad definidos, es decir, los equipos de bajo consumo de agua, energía y materiales sostenibles que se aplican al proyecto en estudio presentan un costo mayor al de los equipos y materiales convencionales. Sin embargo, empieza a notarse el ahorro del agua y energía en la etapa de operación del edificio en estudio. De esta manera, realizando un análisis cualitativo se obtiene un 35.96% de ahorro en energía y un 31.92% de ahorro en agua, esto se verá reflejado en los recibos de agua y luz mensualmente. Cabe mencionar, que la estimación se realizó con especificaciones

técnicas de productos del mercado dentro de la zona en estudio, para garantizar la rentabilidad real del cliente y la viabilidad del producto adquirido.

5.2.3 Discusión de la aplicación de los criterios de sostenibilidad al caso de edificio en Santa Anita – Lima

Se logró observar que para decidir aplicar los criterios sostenibles primero se debió conocer las características del caso del edificio en estudio, y de esta manera seleccionar solo los criterios que se adapten a las condiciones del proyecto para garantizar la viabilidad, factibilidad y rentabilidad del proyecto. Además, todos los criterios sostenibles que finalmente se decidieron considerar fueron avalados a través de profesionales expertos en el tema, lo cual es considerado como un respaldo que significa que son los más adecuados.

5.2.4 Discusión del análisis Costo – Beneficio del caso analizado

Se pudo observar que el costo de aplicar los criterios sostenibles incrementa en 1.72% respecto al presupuesto base, sin embargo, este monto es recuperado en un periodo de retorno de 2.21 años.

6 CONCLUSIONES

- Se concluye que para poder obtener una edificación sostenible a nivel de certificación EDGE, primero se debe analizar los lineamientos que brinda la certificación, es decir, la metodología, el proceso de certificación, las medidas de eficiencia en los tres recursos que se basa la certificación (agua, energía y materiales). Además, el software que brinda la certificación EDGE permite estimar de una forma rápida y sencilla los porcentajes de ahorros al aplicar los criterios sostenibles que presenta EDGE a un proyecto. De esta manera, se obtuvo una línea base que nos permitió posteriormente definir los criterios sostenibles que se aplicó al proyecto en estudio.
- Para que los criterios que se desean aplicar al proyecto en estudio logren ser viables, factibles y rentables, primero se debe conocer la realidad en el Perú acerca de las construcciones sostenibles existentes y analizar las características y los porcentajes de ahorro que se han logrado al utilizar la certificación EDGE. De esta manera, concluimos que al realizar un proyecto en base a una certificación sostenible, en este caso, la certificación EDGE, te permite obtener una edificación que en la etapa de operación ahorra más del 30% en consumo de agua y energía respecto a una edificación tradicional. Asimismo, un porcentaje de ahorro de energía incorporada en el uso de materiales durante la etapa de construcción.

- Se concluye que para aplicar los criterios de sostenibilidad definidos al caso del edificio en Santa Anita es necesario conocer las características particulares del proyecto y la ubicación, ya que el distrito y la envergadura de cada proyecto define la factibilidad, viabilidad y rentabilidad de los criterios que se deciden aplicar. Por ejemplo, en el edificio multifamiliar en Santa Anita, no se decidió aplicar un sistema de aguas residuales o esparcidores, ya que el área verde que contempla el proyecto es muy limitada al ser una edificación multifamiliar en un terreno de 160m², y de la misma manera, otros criterios que no logran ser los más óptimos ser aplicados.
- Si bien es cierto aplicar los criterios sostenibles al edificio en Santa Anita significa un costo mayor en 1.72% respecto al presupuesto base del edificio tradicional, sin embargo, este se logra recuperar en la etapa de operación en 2.21 años. Este dato se obtuvo con el software EDGE al introducir los datos y características del proyecto en estudio junto con los criterios que se definió aplicar.
- Por otro lado, se logra obtener un ahorro en el consumo de energía de 35.96%, en el consumo de agua 31.92% y en ahorro de energía incorporada en materiales 61.11%. Estos ahorros de energía y agua, nos proporcionan un ahorro de dióxido de carbono (CO₂) en la operación de la edificación de 1.47 t anualmente. De esta manera, podemos concluir que si se logra difundir la construcción sostenible y se alcanza implementar en 100 000 viviendas se obtendría un ahorro de 30 000 t de dióxido de carbono (CO₂) por año, cifra que beneficiaría en gran medida al medio ambiente.

7 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las edificaciones de viviendas multifamiliares deben tener como mínimo un ahorro de 20 % en energía, agua y materiales para ser catalogadas como edificaciones sostenibles.
- El proyectista debe tener en cuenta los criterios de sostenibilidad que se aplicará en la edificación antes de realizar el diseño arquitectónico y estructural.
- Para poder proponer el uso de paneles solares en una edificación se debe tener en cuenta tres factores importantes que son: la radiación solar en la zona, el área del techo del último nivel y el consumo de energía. Con estos factores se determina si es factible aplicar paneles solares en la edificación.

- Para poder aplicar el tratamiento de las aguas grises en una edificación se debe realizar un análisis de Costo – Beneficio, ya que implica utilizar energía para el bombeo de las aguas residuales.
- Propiciar que las municipalidades incentiven a los propietarios a construir edificaciones sostenibles.
- Para poder optimizar los costos en los criterios de energía, ya que si bien es cierto los vidrios de doble acristalamientos son elevados existen vidrios oscuros que cumplen una función parecida pero con una menor eficiencia.
- Para poder optimizar los criterios de materiales sostenibles se puede reducir los costos al utilizar prefabricados realizando una evaluación de costos con un análisis de retorno de inversión para validarlo.

8 REFERENCIAS

- Aditya et al. (2017). A review on insulation materials for energy conservation in buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 1352-1365. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.034>
- Arencibia, J. (2007). Conceptos fundamentales sobre el mantenimiento de edificios. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 1 (1), 1-8. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/189748332/MANTENIMIENTO-EDIFICACIONES> [Consulta: 17 de febrero del 2019].
- AQUAE Fundación. (2015). El uso del agua en el hogar. Recuperado de <https://www.fundacionaquae.org/blog/infografias/el-uso-del-agua-en-el-hogar/>. [Consulta: 18 de febrero del 2019].
- BERGMAN, D. (2012). *Sustainable design: A critical Guide (Architecture Briefs)*. Estados Unidos: New York.
- Bioconstrucción y Energía Alternativa (BEA). (2017). Certificación EDGE. Recuperado de <http://bioconstruccion.com.mx/certificacion-edge/> [Consulta: 18 de febrero del 2019]
- Cáseres, J. (1996). *Desenvolupament Sostenible, Desarrollo sostenible*. *Revista Tracte*, Número 66, Octubre del 1996. ISSN 1132-7081
- Cuadernos 8: Ética y Residencia. (2008). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú - Departamento de Arquitectura. Recuperado de http://departamento.pucp.edu.pe/arquitectura/files/2012/06/cuaderno_08.pdf [Consulta: 20 de febrero del 2019]
- CICLO productos áridos reciclados. (2017). Productos. Recuperado de <https://ciclo.com.pe/productos/> [Consulta: 21 de febrero del 2019].
- Concremax. (2019). Prelosas Pretensada. Recuperado de <http://www.concremax.com.pe> [Consulta: 21 de febrero del 2019].
- Compañía minera luren. (2013). Materiales de construcción. Recuperado de http://www.mineraluren.com/Productos_Materiales.html [Consulta: 21 de febrero del 2019].
- Dinero. (2016). Colombia da un paso estratégico en materia de construcción sostenible. Colombia: Prashant Kapoor. Recuperado de <http://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/nueva-guia-de-construccion-sostenible-en-colombia/232108> [Consulta: 22 de febrero del 2019]

- Diario La República. (2018). Proyectos inmobiliarios de viviendas ecoamigables. Recuperado de <https://larepublica.pe/economia/1201854-proyectos-inmobiliarios-de-viviendas-ecoamigables>. [Consulta: 22 de febrero del 2019].
- EfeVerde. (2013). Worldwatch Institute denuncia el uso abusivo del concepto de lo sostenible. Recuperado de <http://www.efeverde.com/contenidos/noticias/worldwatch-institute-denuncia-eluso-abusivo-del-concepto-de-lo-sostenible> [Consulta: 24 de febrero del 2019]
- EDGE. (2018). Software EDGE. Recuperado de <https://app.edgebuildings.com/#/> [Consulta: 24 de febrero del 2019]
- EDGE (2017). EDGE Methodology Report. Recuperado de <https://www.edgebuildings.com/wp-content/uploads/2017/10/171030-EDGE-Methodology-Version-1.pdf> [Consulta: 24 de febrero del 2019].
- EDGE (2017). User Guide for Homes. Recuperado de <https://www.edgebuildings.com/wp-content/uploads/2017/07/170726-00101-Homes-User-Guide-Version-2-0.pdf> [Consulta: 24 de febrero del 2019].
- EDGE (2017). Golf Los Incas. Recuperado de <https://www.edgebuildings.com/projects/golf-los-incas/?lang=es>. [Consulta: 24 de febrero del 2019].
- EDGE (2017). Edificio Multifamiliar Mariscal Castilla. Recuperado de <https://www.edgebuildings.com/projects/edificio-multifamiliar-mariscal-castilla/?lang=es#print>. Consulta: 24 de febrero del 2019].
- EDGE (2018). Edificios verdes para un planeta más inteligente. Recuperado de https://www.edgebuildings.com/wp-content/uploads/2018/11/2018-11-08C_EDGE-brochure_Spanish-IN-SPANISH.pdf. [Consulta: 24 de febrero del 2019].
- EDGE (2019). Los números representan el total de ahorro de todos los proyectos de construcción que han recibido un certificado preliminar o definitivo de EDGE. Recuperado de <https://www.edgebuildings.com/?lang=es>. [Consulta: 24 de febrero del 2019].
- Fondo Mivivienda (2017). Bono de vivienda sostenible. Recuperado de <http://www.mivivienda.com.pe/portalweb/fondo-MIVIVIENDA/noticias-del-sector-detalle.aspx?id=967> [Consulta: 24 de febrero del 2019].

- Fondo Mivivienda. (2019). MIVIVENDA VERDE. Recuperado de <https://www.mivivienda.com.pe/PortalWEB/usuario-busca-viviendas/pagina.aspx?idpage=450> [Consulta: 24 de febrero del 2019].
- Garcia, P. (2015). La importancia del tratamiento de aguas grises. Recuperado de <https://www.construction21.org/espana/articles/es/la-importancia-del-tratamiento-de-aguas-grises.html> [Consulta: 24 de febrero del 2019].
- German Sustainable Bulding Council (GSBC). (2013). Deutsche Gesellschaft Für Nachhaltiges Bauen (DGNB) Stuttgart. Recuperado de http://www.dgnb-system.de/en/system/dgnb-sustainability_concept/ [Consulta: 25 de febrero del 2019].
- Green Group Sustainability Consulting. (2019). Edge es un sistema que ofrece innumerables ventajas a todos los participantes y en todas las etapas de la construcción. Recuperado de <https://www.greengroup.com.ar/detalle.php?a=certificaciOn-edge&t=18&d=229> [Consulta: 25 de febrero de 2019].
- Hocaoglu, SM. (2017). Evaluations of on-site wastewater reuse alternatives for hotels through water balance. Resources, Conservation and Recycling, 122, 43-50. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.01.022>
- Ihobe. (2016) Importancia de la Edificación Sostenible. España: MVCS. Recuperado de <http://www.ihobe.eus/Paginas/Ficha.aspx?IdMenu=d31b9f40-0755-48f9-949c-ac77c39c4eff&Idioma=es-ES> [Consulta: 24 de febrero del 2019]
- Instituto de Educación Superior Tecnológico Privado de la Construcción (CAPECO). (2013). Costos y Presupuestos en la Edificación. Lima: Cámara Peruana de la Construcción.
- Mendoza, E., Moran, P., Paz, E & Pinto, J. (2015). Reglamento del Bono Mivivienda Sostenible.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). (2014). Perú, hacia la construcción sostenible en escenarios de cambio climático. Recuperado de http://cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/edicion_final_estudio_construccion_sostenible.pdf [Consulta: 24 de febrero del 2019]
- Maúrtua, C. & Medianero, D. (2012). Diseño de proyectos sociales: Guía metodológica para proyectos sociales. Recuperado de <https://sites.google.com/site/disenodeproyectossociales/capitulo-xii> [Consulta: 25 de febrero del 2019]

- PAGE PERÚ. (2015). La construcción sustentable y la Certificación LEED. Perú: Francesca Mayer. Recuperado de <http://pageperu.org.pe/2016/06/14/peru-ya-tiene-31-edificios-verdes-con-certificacion-internacional/> [Consulta: 25 de febrero del 2019]
- PACASMAYO. (2017). Sistema vigueta bovedilla SOLTEK. Recuperado de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/productos/sistema-vigueta-bovedilla-soltek/> [Consulta: 25 de febrero del 2019].
- Sika. (2016). Fibra de carbono: cómo prevenir mayores desastres ocasionados por sismos. Recuperado de https://per.sika.com/content/peru/main/es/group/noticias_sika/News/sismos-peru-2016.html [Consulta: 25 de febrero del 2019].
- Sazedj, S., Morais, AJ., & Jalali, S. (2017). Comparison of environmental benchmarks of masonry and concrete structure based on a building model. *Construction and Building Materials*, 141, 36-43. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.02.150>
- SEDAPAL. (2018). Productos ahorradores. Recuperado de <http://www.sedapal.com.pe/productos-ahorrables> [Consulta: 25 de febrero del 2019]
- United Nation (UN). (1987). Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development. Recuperado de <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> [Consulta: 25 de febrero del 2019].
- VAINSA. (2018). VAINSA Griferías y Sanitarios lista de precios. Recuperado de <http://www.vainsa.com/area-descarga/listadeprecios/LP-ENERO-2018.pdf> [Consulta: 25 de febrero del 2019].

9 ANEXOS

- Anexo 1. Edificaciones con Certificación LEED a nivel regional

Lima		
58		
País	Certificados	En Proceso
Ate	0	1
Barranco	0	1
Cañete	0	1
Chorrillos	1	4
Independencia	1	1
Jesús María	1	1
La Molina	5	7
Lima	0	3
Lurín	1	1
Magdalena	2	3
Miraflores	4	9
Pucusana	1	3
San Borja	3	6
San Isidro	23	25
Santa Anita	1	0
San Juan Lurigancho	0	2
San Juan Miraflores	0	1
San Miguel	3	4
Surco	9	12
Rimac	0	1
Villa El Salvador	1	1

Provincia		
6		
País	Certificados	En Proceso
Arequipa	2	2
Cajamarca	0	2
Cusco	2	0
Huancayo	0	1
La Libertad	1	0
Piura	1	0

- Anexo 2. Plano de Instalaciones Sanitarias del primer piso (ambiente de cocina)

- Anexo 3. Plano de Instalaciones Sanitarias del segundo y tercer nivel (ambiente de kitchenette)

- Anexo 4. Plano de Instalaciones Sanitarias del primer nivel (ambiente de baños)

- Anexo 5. Plano de Instalaciones Sanitarias del segundo y tercer nivel (ambiente de baños)

• Anexo 6: Presupuesto tradicional del edificio multifamiliar

PRESUPUESTO GENERAL DEL EDIFICIO TRADICIONAL					
Presupuesto	Edificio Multifamiliar Santa Anita				
Cliente	Jhon Wilber Canahuire Saenz			Costo al	23/02/2018
Lugar	SANTA ANITA - ANITA - LIMA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	ESTRUCTURAS				466,956.41
01.01	OBRAS PROVISIONALES				6,350.00
01.01.01	CASETA PROVISIONAL DE 12 m2 (INC. OFICINA, SUPERVISION Y ALMACEN)	Glb	1.00	2,500.00	2,500.00
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 5.40M X 3.60M	Glb	1.00	850.00	850.00
01.01.03	CERCO PROVISIONAL DE OBRA DE H = 2.00 m C/TRIPLAY	Glb	1.00	3,000.00	3,000.00
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				6,121.40
01.02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Glb	1.00	3,500.00	3,500.00
01.02.02	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	160.00	2.84	454.40
01.02.03	TRAZO NIVEL Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	160.00	3.45	552.00
01.02.04	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	m3	10.00	161.50	1,615.00
01.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				20,972.11
01.03.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS, ZAPATAS, CIMIENTOS CORRIDOS	m3	121.53	34.94	4,246.25
01.03.02	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	41.19	18.76	772.72
01.03.03	NIVELACION Y COMPACTACION DEL TERRENO	m2	160.00	4.19	670.40
01.03.04	ACARREO INTERNO DE DESMONTE	m3	286.14	23.62	6,758.63
01.03.05	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO, Dp> 15 Km c/Volq 15 m3	m3	286.14	29.79	8,524.11
01.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				9,360.88
01.04.01	SOLADO C:H 1:10 (E = 4")	m2	84.67	25.54	2,162.50
01.04.02	FALSO PISO C:H 1:10 (E = 4")	m2	150.00	28.87	4,330.50
01.04.03	CONCRETO C:H 1:8 + 25% P.M. SOBRECIMIENTO	m3	4.44	262.18	1,164.08
01.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SOBRECIMIENTO	m2	44.37	38.40	1,703.81
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				424,152.01
01.05.01	ZAPATAS				25,164.57
01.05.01.01	CONCRETO fc = 210 kg/cm2 EN ZAPATAS	m3	58.66	341.67	20,041.17
01.05.01.02	ACERO DE REFUERZO EN ZAPATAS fy = 4200 kg/cm2	kg	1,306.99	3.92	5,123.40
01.05.02	VIGAS DE CIMENTACION				19,266.04
01.05.02.01	CONCRETO fc = 210 kg/cm2 EN VIGAS DE CIMENTACION	m3	15.74	370.67	5,834.35
01.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACION	m2	117.71	61.76	7,269.77
01.05.02.03	ACERO DE REFUERZO EN V.C fy = 4200 kg/cm2	kg	1,571.92	3.92	6,161.93
01.05.03	SOBRECIMIENTO ARMADO				2,102.73
01.05.03.01	CONCRETO fc = 210 kg/cm2 EN SOBRECIMIENTO ARMADO	m3	1.51	377.71	570.34
01.05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO ARMADO	m2	20.16	43.36	874.14
01.05.03.03	ACERO DE REFUERZO EN SOBRECIMIENTO ARMADO fy = 4200 kg/cm2	kg	167.92	3.92	658.25
01.05.04	COLUMNAS				92,735.76
01.05.04.01	CONCRETO fc = 210 kg/ cm2 EN COLUMNAS	m3	50.16	513.42	25,753.15
01.05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	557.90	56.13	31,314.93
01.05.04.03	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS fy = 4200 kg/cm2	kg	9,098.90	3.92	35,667.69
01.05.05	COLUMNETAS				1,720.78
01.05.05.01	CONCRETO fc = 210 kg/ cm2 EN COLUMNETAS	m3	0.74	513.42	379.93
01.05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNETAS	m2	17.29	56.13	970.49
01.05.05.03	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNETAS fy = 4200 kg/cm2	kg	94.48	3.92	370.36
01.05.06	PLACA DE CONCRETO				65,327.97
01.05.06.01	CONCRETO fc = 210 kg/ cm2 EN PLACA DE CONCRETO	m3	16.05	512.70	8,228.84
01.05.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACA DE CONCRETO	m2	212.30	59.28	12,585.14
01.05.06.03	ACERO DE REFUERZO EN PLACA DE CONCRETO fy = 4200 kg/cm2	kg	11,355.61	3.92	44,513.99
01.05.07	VIGAS PERALTADAS				107,378.85
01.05.07.01	CONCRETO fc = 210 kg/ cm2 EN VIGAS	m3	68.02	394.87	26,859.06
01.05.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m2	757.86	64.63	48,980.49
01.05.07.03	ACERO DE REFUERZO EN VIGAS PERALTADAS fy = 4200 kg/cm2	kg	8,045.74	3.92	31,539.30
01.05.08	LOSA ALIGERADA (H=0.20 m)				80,319.25
01.05.08.01	CONCRETO fc = 210 kg/ cm2 H= 0.20m EN LOSAS ALIGERADAS	m3	61.64	376.14	23,185.19
01.05.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS	m2	648.84	44.91	29,139.40
01.05.08.03	ACERO DE REFUERZO LOZA ALIGERADA fy = 4200 kg/cm2	kg	2,763.81	3.92	10,834.14
01.05.08.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA 30 x 30 x 15 cm	Und	5,644.91	3.04	17,160.52
01.05.09	LOSA MACIZA				915.63
01.05.09.01	CONCRETO fc = 210 kg/ cm2 EN LOSA MACIZA	m3	0.84	385.03	323.43
01.05.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA	m2	5.60	55.89	312.98
01.05.09.03	ACERO DE REFUERZO EN LOSA MACIZA fy = 4200 kg/cm2	kg	71.23	3.92	279.22
01.05.10	ESCALERAS				13,106.68
01.05.10.01	CONCRETO fc = 210 kg/ cm2 EN ESCALERAS	m3	8.88	401.56	3,565.85
01.05.10.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERAS	m2	81.24	82.53	6,704.74
01.05.10.03	ACERO DE REFUERZO EN ESCALERA fy = 4200 kg/cm2	kg	723.49	3.92	2,836.09
01.05.11	CISTERNA				5,510.52
01.05.11.01	CONCRETO fc = 210 kg/ cm2 EN CISTERNA	m3	4.34	465.35	2,019.62
01.05.11.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CISTERNA	m2	27.04	46.60	1,260.06
01.05.11.03	ACERO DE REFUERZO EN CISTERNA fy = 4200 kg/cm2	kg	569.09	3.92	2,230.83
01.05.12	TANQUE ELEVADO				10,603.23
01.05.12.01	CONCRETO fc = 210 kg/ cm2 EN LOSA P/TANQUE ELEVADO	m3	11.43	465.35	5,318.95
01.05.12.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA P/TANQUE ELEVADO	m2	53.95	58.76	3,170.10
01.05.12.03	ACERO DE REFUERZO EN LOSA P/TANQUE ELEVADO fy = 4200 kg/cm2	kg	539.33	3.92	2,114.17

02	ARQUITECTURA				353,926.93
02.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA				43,987.62
02.01.01	MUROS DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE SOGA CON MEZCLA 1:5 X 1.5CM.	m2	369.40	54.63	20,180.24
02.01.02	MUROS DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE CANTO CON MEZCLA 1:5 X 1.5CM.	m2	4.00	42.23	169.09
02.01.03	MUROS DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE CABEZA CON MEZCLA 1:5 X 1.5CM.	m2	263.26	89.79	23,638.29
02.02	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS				29,638.23
02.02.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADOS CON CEMENTO-ARENA	M2	1,245.84	18.88	23,521.53
02.02.02	TARRAJEO EN EXTERIORES CON CEMENTO-ARENA	M2	252.03	24.27	6,116.71
02.03	CIELORRASOS				21,752.08
02.03.01	CIELORRASOS CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA	M2	580.52	37.47	21,752.08
02.04	PISOS Y PAVIMENTOS				82,858.09
02.04.01	CONTRAPISO E=40 MM. BASE 3 CM. MEZC. 1:5, ACAB. 1 CM PASTA 1.2	M2	726.11	25.63	18,610.20
02.04.02	PISO DE PORCELNATO COLOR CLARO 60x60cm	M2	527.65	97.62	51,509.19
02.04.03	PISO CERAMICO COLOR CLARO 40x40cm	M2	44.06	82.84	3,649.93
02.04.04	PISO DE BALDOSAS DE CAUCHO AMORTIGUANTE DE 50x50cm Inc. Instalacion	M2	21.42	69.48	1,488.26
02.04.05	PISO DE ESPUMA NO TOXICA MICROPOROSA DE 60x60cm E=15mm, Inc. Instalacion	M2	21.42	49.84	1,067.57
02.04.06	PISO DE CEMENTO PULIDO E=2" MEZCLA 1:4	M2	156.59	41.72	6,532.93
02.05	ZOCALO Y CONTRAZOCALOS				14,839.20
02.05.01	ZOCALO CERAMICO COLOR CLARO 30X30 CM	M2	114.86	81.99	9,417.70
02.05.02	CONTRAZOCALO CERAMICO COLOR CLARO 10x30cm	M	219.85	17.09	3,757.24
02.05.03	CONTRAZOCALO CEMENTO FROTACHADO PIN/ESMALTE (H=30cm)	M	30.61	54.37	1,664.27
02.06	CUBIERTAS				4,585.51
02.06.01	IMPERMEABILIZACION DE TECHOS CON PINTURA ASFALTICA	M2	579.71	7.91	4,585.51
02.07	CARPINTERIA DE MADERA				8,217.38
02.07.01	PUERTA DE MADERA DE CEDRO PUCALLPA	M2	15.02	281.56	4,227.62
02.07.02	PUERTA CONTRAPLACADA E=45mm C/TRIPLAY Y LUPUNA 4mm, INC. MARCO, BASTIDOR Y /	M2	18.69	213.47	3,989.75
02.08	CARPINTERIA METALICA				23,219.69
02.08.01	VENTANA DE FIERRO C/PERFIL DE 1"X1/2"	M2	104.54	153.80	16,078.79
02.08.02	PASAMANOS METALICO DE TUBO GALVANIZADO DE 3"	ML	57.20	99.74	5,705.13
02.08.03	ESCALERA DE GATO DE ALUMINIO LONG.=2.00 M 3MM @.25 E=3 MM	UND	1.00	560.13	560.13
02.08.04	ESCALERA MARINERO F°G° DN 1 ALT=2.25 SEGÚN DETALLE INC/ PINTADO	UND	1.00	608.97	608.97
02.08.05	TAPA METALICA DE 0.75x0.75 m SEGÚN DETALLE	UND	1.00	266.67	266.67
02.09	CERRAJERIA				2,247.24
02.09.01	CERRADURA PARA PUERTA PRINCIPAL PESADA	PZA	1.00	169.37	169.37
02.09.02	CERRADURA PARA PUERTA INTERIOR	PZA	17.00	54.98	934.66
02.09.03	BISAGRA CAPUCHINA DE 3 1/2" X 3 1/2"	PZA	51.00	20.55	1,048.05
02.09.04	BISAGRA CAPUCHINA 4"x4"	PZA	4.00	23.79	95.16
02.10	VIDRIOS CRISTALES Y SIMILARES				8,958.22
02.10.01	VIDRIOS SEMIDOBLES INCOLORO	M2	103.76	13.48	1,398.75
02.10.02	VIDRIO TEMPLADO DE 10 MM	M2	47.30	159.83	7,559.48
02.11	PINTURA				27,965.68
02.11.01	PINTURA VINILICA EN MUROS INTERIORES 2 MANOS	M2	1,154.42	10.36	11,959.79
02.11.02	PINTURA VINILICA EN MUROS EXTERIORES 2 MANOS	M2	326.24	16.26	5,304.69
02.11.03	PINTURA PINTURA VINILICA EN CIELO RASO 2 MANOS	M2	587.99	12.12	7,126.44
02.11.04	PINTURA EN PUERTAS C/BARNIZ 2 MANOS	M2	67.41	53.03	3,574.75
02.13	VARIOS				85,657.98
02.13.01	MESA DE CONCRETO PARA LAVADERO DE SOBREPONER C/ENCHAPE CERAMICO Incluye n	ML	11.20	302.86	3,392.03
02.13.02	JARDINERA DE CONCRETO DE H=0.90m	ML	27.50	172.64	4,747.60
02.13.03	CABINA SANITARIA SS.HH. H=1.8M e=19MM	ML	13.65	176.67	2,411.55
02.13.04	PANELES DECORATIVOS DE ALUMINIO EN FACHADA	GLB	1.00	75,000.00	75,000.00
02.13.05	SEMBRADO DE GRASS	M2	5.63	18.97	106.80
03	INSTALACIONES SANITARIAS				31,009.08
03.01	SISTEMA DE AGUA FRIA				7,256.48
03.01.01	SALIDAS				3,701.32
03.01.01.01	SALIDA DE AGUA FRIA CON TUB. PVC C-10 1/2"	PTO	28.00	132.19	3,701.32
03.01.02	REDES DE DISTRIBUCION				2,533.07
03.01.02.01	RED DE DISTRIBUCION TUBERIA DE 1/2" PVC C-10	ML	20.44	48.78	997.06
03.01.02.02	RED DE DISTRIBUCION TUBERIA DE 3/4" PVC C-10	ML	45.81	18.96	868.56
03.01.02.03	RED DE DISTRIBUCION TUBERIA DE 1" PVC -SAP	ML	18.94	35.24	667.45
03.01.03	ACCESORIOS				1,022.09
03.01.03.01	CODO DE 90° PVC P/AGUA DE 3/4"	PZA	22.00	3.11	68.42
03.01.03.02	CODO DE 90° PVC P/AGUA DE 1"	PZA	4.00	3.47	13.88
03.01.03.03	REDUCCION PVC P/AGUA DE 3/4" - 1/2"	PZA	11.00	2.60	28.60
03.01.03.04	REDUCCION PVC P/AGUA DE 1" - 3/4"	PZA	1.00	4.40	4.40
03.01.03.05	TEE PVC-SAP 3/4" x 1/2"	UND	17.00	5.15	56.95
03.01.03.06	TEE PVC SAP P/AGUA DE 3/4"	UND	7.00	2.75	19.25
03.01.03.07	TEE PVC-SAP 1"	UND	1.00	3.35	3.35
03.01.03.08	TEE PVC-SAP 1" x 3/4"	UND	4.00	7.65	30.60
03.01.03.09	VALVULA CHECK DE BRONCE DE 3/4"	UND	1.00	66.65	66.65
03.01.03.10	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE ROSCADA DE 3/4"	UND	9.00	81.11	729.99

• Anexo 7: Presupuesto del edificio multifamiliar sostenible

PRESUPUESTO GENERAL DEL EDIFICIO SOSTENIBLE					
Presupuesto	Edificio Multifamiliar Santa Anita				
Cliente	Jhon Wilber Canahuire Saenz			Costo al	23/02/2018
Lugar	SANTA ANITA - ANITA - LIMA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (\$/.)	Parcial (\$/.)
01	ESTRUCTURAS				466,956.41
01.01	OBRAS PROVISIONALES				6,350.00
01.01.01	CASETA PROVISIONAL DE 12 m2 (INC. OFICINA, SUPERVISION Y ALMACEN)	Glb	1.00	2,500.00	2,500.00
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 5.40M X 3.60M	Glb	1.00	850.00	850.00
01.01.03	CERCO PROVISIONAL DE OBRA DE H = 2.00 m C/TRIPLAY	Glb	1.00	3,000.00	3,000.00
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				6,121.40
01.02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Glb	1.00	3,500.00	3,500.00
01.02.02	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	160.00	2.84	454.40
01.02.03	TRAZO NIVEL Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	160.00	3.45	552.00
01.02.04	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	m3	10.00	161.50	1,615.00
01.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				20,972.11
01.03.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS, ZAPATAS, CIMIENTOS CORRIDOS	m3	121.53	34.94	4,246.25
01.03.02	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	41.19	18.76	772.72
01.03.03	NIVELACION Y COMPACTACION DEL TERRENO	m2	160.00	4.19	670.40
01.03.04	ACARREO INTERNO DE DESMONTE	m3	286.14	23.62	6,758.63
01.03.05	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO, Dp> 15 Km c/Volq 15 m3	m3	286.14	29.79	8,524.11
01.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				9,360.88
01.04.01	SOLADO C:H 1:10 (E = 4")	m2	84.67	25.54	2,162.50
01.04.02	FALSO PISO C:H 1:10 (E = 4")	m2	150.00	28.87	4,330.50
01.04.03	CONCRETO C:H 1:8 + 25% P.M. SOBRECIMIENTO	m3	4.44	262.18	1,164.08
01.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SOBRECIMIENTO	m2	44.37	38.40	1,703.81
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				424,152.01
01.05.01	ZAPATAS				25,164.57
01.05.01.01	CONCRETO fc = 210 kg/cm2 EN ZAPATAS	m3	58.66	341.67	20,041.17
01.05.01.02	ACERO DE REFUERZO EN ZAPATAS fy = 4200 kg/cm2	kg	1,306.99	3.92	5,123.40
01.05.02	VIGAS DE CIMENTACION				19,266.04
01.05.02.01	CONCRETO fc = 210 kg/cm2 EN VIGAS DE CIMENTACION	m3	15.74	370.67	5,834.35
01.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACION	m2	117.71	61.76	7,269.77
01.05.02.03	ACERO DE REFUERZO EN V.C fy = 4200 kg/cm2	kg	1,571.92	3.92	6,161.93
01.05.03	SOBRECIMIENTO ARMADO				2,102.73
01.05.03.01	CONCRETO fc = 210 kg/cm2 EN SOBRECIMIENTO ARMADO	m3	1.51	377.71	570.34
01.05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO ARMADO	m2	20.16	43.36	874.14
01.05.03.03	ACERO DE REFUERZO EN SOBRECIMIENTO ARMADO fy = 4200 kg/cm2	kg	167.92	3.92	658.25
01.05.04	COLUMNAS				92,735.76
01.05.04.01	CONCRETO fc = 210 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	50.16	513.42	25,753.15
01.05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	557.90	56.13	31,314.93
01.05.04.03	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS fy = 4200 kg/cm2	kg	9,098.90	3.92	35,667.69
01.05.05	COLUMNETAS				1,720.78
01.05.05.01	CONCRETO fc = 210 kg/cm2 EN COLUMNETAS	m3	0.74	513.42	379.93
01.05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNETAS	m2	17.29	56.13	970.49
01.05.05.03	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNETAS fy = 4200 kg/cm2	kg	94.48	3.92	370.36
01.05.06	PLACA DE CONCRETO				65,327.97
01.05.06.01	CONCRETO fc = 210 kg/cm2 EN PLACA DE CONCRETO	m3	16.05	512.70	8,228.84
01.05.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACA DE CONCRETO	m2	212.30	59.28	12,585.14
01.05.06.03	ACERO DE REFUERZO EN PLACA DE CONCRETO fy = 4200 kg/cm2	kg	11,355.61	3.92	44,513.99
01.05.07	VIGAS PERALTADAS				107,378.85
01.05.07.01	CONCRETO fc = 210 kg/cm2 EN VIGAS	m3	68.02	394.87	26,859.06
01.05.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m2	757.86	64.63	48,980.49
01.05.07.03	ACERO DE REFUERZO EN VIGAS PERALTADAS fy = 4200 kg/cm2	kg	8,045.74	3.92	31,539.30
01.05.08	LOSA ALIGERADA (H=0.20 m)				80,319.25
01.05.08.01	CONCRETO fc = 210 kg/cm2 H= 0.20m EN LOSAS ALIGERADAS	m3	61.64	376.14	23,185.19
01.05.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS	m2	648.84	44.91	29,139.40
01.05.08.03	ACERO DE REFUERZO LOZA ALIGERADA fy = 4200 kg/cm2	kg	2,763.81	3.92	10,834.14
01.05.08.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA 30 x 30 x 15 cm	Und	5,644.91	3.04	17,160.52
01.05.09	LOSA MACIZA				915.63
01.05.09.01	CONCRETO fc = 210 kg/cm2 EN LOSA MACIZA	m3	0.84	385.03	323.43
01.05.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA	m2	5.60	55.89	312.98
01.05.09.03	ACERO DE REFUERZO EN LOSA MACIZA fy = 4200 kg/cm2	kg	71.23	3.92	279.22
01.05.10	ESCALERAS				13,106.68
01.05.10.01	CONCRETO fc = 210 kg/cm2 EN ESCALERAS	m3	8.88	401.56	3,565.85
01.05.10.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERAS	m2	81.24	82.53	6,704.74
01.05.10.03	ACERO DE REFUERZO EN ESCALERA fy = 4200 kg/cm2	kg	723.49	3.92	2,836.09
01.05.11	CISTERNA				5,510.52
01.05.11.01	CONCRETO fc = 210 kg/cm2 EN CISTERNA	m3	4.34	465.35	2,019.62
01.05.11.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CISTERNA	m2	27.04	46.60	1,260.06
01.05.11.03	ACERO DE REFUERZO EN CISTERNA fy = 4200 kg/cm2	kg	569.09	3.92	2,230.83
01.05.12	TANQUE ELEVADO				10,603.23
01.05.12.01	CONCRETO fc = 210 kg/cm2 EN LOSA P/TANQUE ELEVADO	m3	11.43	465.35	5,318.95
01.05.12.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA P/TANQUE ELEVADO	m2	53.95	58.76	3,170.10
01.05.12.03	ACERO DE REFUERZO EN LOSA P/TANQUE ELEVADO fy = 4200 kg/cm2	kg	539.33	3.92	2,114.17

02	ARQUITECTURA					360,715.00
02.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA					45,005.70
02.01.01	MUROS DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE SOGA CON MEZCLA 1:5 X 1.5CM.	m2	369.40	56.63		20,919.04
02.01.02	MUROS DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE CANTO CON MEZCLA 1:5 X 1.5CM.	m2	4.00	46.23		185.10
02.01.03	MUROS DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE CABEZA CON MEZCLA 1:5 X 1.5CM.	m2	263.26	90.79		23,901.56
02.02	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS					31,136.10
02.02.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADOS CON CEMENTO-ARENA	M2	1,245.84	19.88		24,767.37
02.02.02	TARRAJEO EN EXTERIORES CON CEMENTO-ARENA	M2	252.03	25.27		6,368.73
02.03	CIELORRASOS					21,752.08
02.03.01	CIELORASOS CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA	M2	580.52	37.47		21,752.08
02.04	PISOS Y PAVIMENTOS					82,858.09
02.04.01	CONTRAPISO E=40 MM. BASE 3 CM. MEZC. 1:5, ACAB. 1 CM PASTA 1.2	M2	726.11	25.63		18,610.20
02.04.02	PISO DE PORCELNATO COLOR CLARO 60x60cm	M2	527.65	97.62		51,509.19
02.04.03	PISO CERAMICO COLOR CLARO 40x40cm	M2	44.06	82.84		3,649.93
02.04.04	PISO DE BALDOSAS DE CAUCHO AMORTIGUANTE DE 50x50cm Inc. Instalacion	M2	21.42	69.48		1,488.26
02.04.05	PISO DE ESPUMA NO TOXICA MICROPOROSA DE 60x60cm E=15mm, Inc. Instalacion	M2	21.42	49.84		1,067.57
02.04.06	PISO DE CEMENTO PULIDO E=2" MEZCLA 1:4	M2	156.59	41.72		6,532.93
02.05	ZOCALO Y CONTRAZOCALOS					14,839.20
02.05.01	ZOCALO CERAMICO COLOR CLARO 30X30 CM	M2	114.86	81.99		9,417.70
02.05.02	CONTRAZOCALO CERAMICO COLOR CLARO 10x30cm	M	219.85	17.09		3,757.24
02.05.03	CONTRAZOCALO CEMENTO FROTACHADO PIN/ESMALTE (H=30cm)	M	30.61	54.37		1,664.27
02.06	CUBIERTAS					4,585.51
02.06.01	IMPERMEABILIZACION DE TECHOS CON PINTURA ASFALTICA	M2	579.71	7.91		4,585.51
02.07	CARPINTERIA DE MADERA					8,217.38
02.07.01	PUERTA DE MADERA DE CEDRO PUCALLPA	M2	15.02	281.56		4,227.62
02.07.02	PUERTA CONTRAPLACADA E=45mm C/TRIPLAY Y LUPUNA 4mm, INC. MARCO, BASTIDOR Y /	M2	18.69	213.47		3,989.75
02.08	CARPINTERIA METALICA					23,219.69
02.08.01	VENTANA DE FIERRO C/PERFIL DE 1"x1/2"	M2	104.54	153.80		16,078.79
02.08.02	PASAMANOS METALICO DE TUBO GALVANIZADO DE 3"	ML	57.20	99.74		5,705.13
02.08.03	ESCALERA DE GATO DE ALUMINIO LONG.=2.00 M 3MM @.25 E=3 MM	UND	1.00	560.13		560.13
02.08.04	ESCALERA MARINERO F"G" DN 1 ALT=2.25 SEGÚN DETALLE INC/ PINTADO	UND	1.00	608.97		608.97
02.08.05	TAPA METALICA DE 0.75x0.75 m SEGÚN DETALLE	UND	1.00	266.67		266.67
02.09	CERRAJERIA					2,247.24
02.09.01	CERRADURA PARA PUERTA PRINCIPAL PESADA	PZA	1.00	169.37		169.37
02.09.02	CERRADURA PARA PUERTA INTERIOR	PZA	17.00	54.98		934.66
02.09.03	BISAGRA CAPUCHINA DE 3 1/2" X3 1/2"	PZA	51.00	20.55		1,048.05
02.09.04	BISAGRA CAPUCHINA 4"x4"	PZA	4.00	23.79		95.16
02.10	VIDRIOS CRISTALES Y SIMILARES					8,958.22
02.10.01	VIDRIOS SEMIDOBLES INCOLORO	M2	103.76	13.48		1,398.75
02.10.02	VIDRIO TEMPLADO DE 10 MM	M2	47.30	159.83		7,559.48
02.11	PINTURA					32,237.80
02.11.01	PINTURA VINILICA EN MUROS INTERIORES 2 MANOS	M2	1,154.42	12.36		14,268.63
02.11.02	PINTURA VINILICA EN MUROS EXTERIORES 2 MANOS	M2	326.24	18.26		5,957.18
02.11.03	PINTURA PINTURA VINILICA EN CIELO RASO 2 MANOS	M2	587.99	14.12		8,302.42
02.11.04	PINTURA EN PUERTAS C/BARNIZ 2 MANOS	M2	67.41	55.03		3,709.57
02.13	VARIOS					85,657.98
02.13.01	MESA DE CONCRETO PARA LAVADERO DE SOBREPONER C/ENCHAPE CERAMICO Incluye n	ML	11.20	302.86		3,392.03
02.13.02	JARDINERA DE CONCRETO DE H=0.90m	ML	27.50	172.64		4,747.60
02.13.03	CABINA SANITARIA SS.HH. H=1.8M e=19MM	ML	13.65	176.67		2,411.55
02.13.04	PANELES DECORATIVOS DE ALUMINIO EN FACHADA	GLB	1.00	75,000.00		75,000.00
02.13.05	SEMBRADO DE GRASS	M2	5.63	18.97		106.80
03	INSTALACIONES SANITARIAS					38,809.08
03.01	SISTEMA DE AGUA FRIA					7,256.48
03.01.01	SALIDAS					3,701.32
03.01.01.01	SALIDA DE AGUA FRIA CON TUB. PVC C-10 1/2"	PTO	28.00	132.19		3,701.32
03.01.02	REDES DE DISTRIBUCION					2,533.07
03.01.02.01	RED DE DISTRIBUCION TUBERIA DE 1/2" PVC C-10	ML	20.44	48.78		997.06
03.01.02.02	RED DE DISTRIBUCION TUBERIA DE 3/4" PVC C-10	ML	45.81	18.96		868.56
03.01.02.03	RED DE DISTRIBUCION TUBERIA DE 1" PVC -SAP	ML	18.94	35.24		667.45
03.01.03	ACCESORIOS					1,022.09
03.01.03.01	CODO DE 90° PVC P/AGUA DE 3/4"	PZA	22.00	3.11		68.42
03.01.03.02	CODO DE 90° PVC P/AGUA DE 1"	PZA	4.00	3.47		13.88
03.01.03.03	REDUCCION PVC P/AGUA DE 3/4" - 1/2"	PZA	11.00	2.60		28.60
03.01.03.04	REDUCCION PVC P/AGUA DE 1" - 3/4"	PZA	1.00	4.40		4.40
03.01.03.05	TEE PVC-SAP 3/4" x 1/2"	UND	17.00	5.15		56.95
03.01.03.06	TEE PVC SAP P/AGUA DE 3/4"	UND	7.00	2.75		19.25
03.01.03.07	TEE PVC-SAP 1"	UND	1.00	3.35		3.35
03.01.03.08	TEE PVC-SAP 1" x 3/4"	UND	4.00	7.65		30.60
03.01.03.09	VALVULA CHECK DE BRONCE DE 3/4"	UND	1.00	66.65		66.65
03.01.03.10	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE ROSCADA DE 3/4"	UND	9.00	81.11		729.99

- Anexo 8: Formato para validación a través de juicio de expertos

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

OPINIONES DE EXPERTOS RESPECTO AL PROYECTO DE TESIS

Proyecto de Tesis:	"Propuesta de criterios de sostenibilidad para edificios multifamiliares a nivel de Certificación EDGE, comparando los costos en su vida útil (obra, operación y mantenimiento) frente a una edificación tradicional. Caso: Edificio en el distrito de Santa Anita – Lima"
Asesor de Tesis	Carrera Cabrera, Elsa
Autores:	<ul style="list-style-type: none"> Lecca Díaz, Gerald Prado Canahuire, Luis

DATOS DEL EXPERTO EVALUADOR

Apellido y Nombre:	
Profesión:	
Especialidad:	
Empresa laboral:	
Cargo:	

EVALUACION DEL PROYECTO DE TESIS

Criterios	Puntaje (1 a 10)	Observaciones
Criterios sostenibles para el ahorro de energía		
- Relación Ventana – Pared		
- Focos LED		
Criterios sostenibles para el ahorro de agua		
- Equipos de grifería para la cocina		
- Equipos de grifería para el baño		
- Equipos sanitarios		
Criterios sostenibles para los materiales		
- Materiales para la losa		
- Materiales para los muros portantes		
- Materiales para los muros no portante		
- Acabados		

.....
Firma

- Anexo 9: Evaluación de Francesca Mayer – Presidenta del Consejo Peruano Sostenible

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

OPINIONES DE EXPERTOS RESPECTO AL PROYECTO DE TESIS

Proyecto de Tesis:	"Propuesta de criterios de sostenibilidad para edificios multifamiliares a nivel de Certificación EDGE, comparando los costos en su vida útil (obra, operación y mantenimiento) frente a una edificación tradicional. Caso: Edificio en el distrito de Santa Anita – Lima"
Asesor de Tesis:	Carrera Cabrera, Elsa
Autores:	<ul style="list-style-type: none"> • Lecca Díaz, Gerald • Prado Canahuire, Luis

DATOS DEL EXPERTO EVALUADOR	
Apellido y Nombre:	Francesca Mayer Martinelli
Profesión:	Diseño y Construcción Sostenible
Especialidad:	Diseño y Construcción Sostenible
Empresa laboral:	PERU GREEN BUILDING COUNCIL (PERU GBC – Consejo Peruano de Construcción Sostenible)
Cargo:	Coordinadora Ejecutiva

EVALUACION DEL PROYECTO DE TESIS		
Criterios	Puntaje (1 a 10)	Observaciones
Criterios sostenibles para el ahorro de energía	15	
- Relación Ventana – Pared	8	La recomendación de vidrios está bien, sin embargo, puede ser un poco alta en costo (vidrios de doble acristalamiento).
- Focos LED	7	La recomendación está muy bien, sin embargo, creo que para el cálculo se debería incrementar la cantidad de horas de uso al día, esto podría variar substancialmente los resultados. Recomiendo ampliar la evaluación de costos e incluir análisis de retorno de inversión.
Criterios sostenibles para el ahorro de agua	26	
- Equipos de grifería para la cocina	7	Ambos equipos seleccionados son muy buenos, en cuanto a consumo y a precio. Se debe especificar que el uso de los mismos es o uno o el otro, no ambos juntos ya que no son compatibles.
- Equipos de grifería para el baño	8	Ambas selecciones son muy buenas, en cuanto a precio y consumo. Se debe de analizar un poco más a detalle el uso de dichos equipos para uso residencial, ya que

		son un poco más usuales en usos comerciales. Se debería de especificar de dónde han salido los ratios de uso por equipo al día.
- Equipos sanitarios,	10	Muy buena selección de equipos. Buenas gráficas que los ilustran.
Criterios sostenibles para los materiales		
- Materiales para la losa	7	La recomendación de material es muy buena, sin embargo recomendaría revisar el costo. Para una edificación tan pequeña como esta, dependiendo de las luces podría elevarse un poquito el costo. Por otro lado, el usar prefabricados podría disminuir el costo. Una pequeña evaluación de costos sería muy buena acá, complementada en la sección de evaluación de costos, con análisis de retorno de inversión.
- Materiales para los muros portantes	10	Excelente recomendación de materiales y adicionales (cemento, concreto)
- Materiales para los muros no portante	10	Idem.
- Acabados

 Firma

- Anexo 10: Evaluación de Jordan Vilchez – Ingeniero Mecánico Eléctrico

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

OPINIONES DE EXPERTOS RESPECTO AL PROYECTO DE TESIS

Proyecto de Tesis:	“Propuesta de criterios de sostenibilidad para edificios multifamiliares a nivel de Certificación EDGE, comparando los costos en su vida útil (obra, operación y mantenimiento) frente a una edificación tradicional. Caso: Edificio en el distrito de Santa Anita – Lima”
Asesor de Tesis:	Carrera Cabrera, Elsa
Autores:	<ul style="list-style-type: none"> • Lecca Diaz, Gerald • Prado Canahuire, Luis

DATOS DEL EXPERTO EVALUADOR	
Apellido y Nombre:	JORDAN VILCHEZ CERVA
Profesión:	Ing. Mecánico Electricista
Especialidad:	AUTOMATIZACIÓN
Empresa laboral:	ONGAS CONTRATISTA GENERALES
Cargo:	Ing. Eléctrico

EVALUACION DEL PROYECTO DE TESIS		
Criterios	Puntaje (1 a 10)	Observaciones
Criterios sostenibles para el ahorro de energía		
- Relación Ventana – Pared	7	BUENA ALTERNATIVA, TE RECOMIENDO UTILIZAR PINTURAS REFLECTANTES EXISTEN COMBINACIONES DE ENERGIA QUE TE AYUDAN A OPTIMIZAR EL CONSUMO ENERGETICO.
- Focos LED	9	
Criterios sostenibles para el ahorro de agua		
- Equipos de grifería para la cocina		
- Equipos de grifería para el baño		
- Equipos sanitarios.		
Criterios sostenibles para los materiales		
- Materiales para la losa		
- Materiales para los muros portantes		
- Materiales para los muros no portante		
- Acabados

 JORDAN VILCHEZ CERVA
 INGENIERO
 MECANICO ELECTRICISTA
 Reg. CIP N° 208644

- Anex11: Evaluación de Manuel Valqui – Ingeniero Sanitario

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

OPINIONES DE EXPERTOS RESPECTO AL PROYECTO DE TESIS

Proyecto de Tesis:	“Propuesta de criterios de sostenibilidad para edificios multifamiliares a nivel de Certificación EDGE, comparando los costos en su vida útil (obra, operación y mantenimiento) frente a una edificación tradicional. Caso: Edificio en el distrito de Santa Anita – Lima”
Asesor de Tesis	Carrera Cabrera, Elsa
Autores:	<ul style="list-style-type: none"> • Lecca Diaz, Gerald • Prado Canahuire, Luis

DATOS DEL EXPERTO EVALUADOR	
Apellido y Nombre:	Manuel Gustavo Valqui Verastegui
Profesión:	Ing. Sanitario
Especialidad:	
Empresa laboral:	Constructora Tomari
Cargo:	Ing. Sanitario

EVALUACION DEL PROYECTO DE TESIS		
Criterios	Puntaje (1 a 10)	Observaciones
Criterios sostenibles para el ahorro de energía		
- Relación Ventana – Pared		
- Focos LED		
Criterios sostenibles para el ahorro de agua		
- Equipos de grifería para la cocina	9	Buena selección de equipos
- Equipos de grifería para el baño	8	Buena recomendación de los equipos
- Equipos sanitarios.	8	Recomiendo utilizar las aguas grises en los baños
Criterios sostenibles para los materiales		
- Materiales para la losa		
- Materiales para los muros portantes		
- Materiales para los muros no portante		
- Acabados

 MANUEL GUSTAVO VALQUI VERASTEGUI
 INGENIERO SANITARIO
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 86586

- Anexo 12: Resultados obtenidos a través del Software EDGE

Detalles del Proyecto

Nombre del titular del Proyecto :	Dirección del Proyecto (línea 1)* : Asoc. Vías San Francisco Mz H Lt 8
Nombre del Proyecto* : Edificio Multifamiliar	Dirección del Proyecto (línea 2) :
Nombre de la Casa o Edificio* : Edificio Adela	Ciudad del Proyecto* : Lima
Email del titular del Proyecto :	Provincia/Estado del Proyecto :
Teléfono del titular del Proyecto :	Código postal del Proyecto :
Número del Proyecto : Not Assigned	País del Proyecto* : Peru
Área del piso del proyecto maestro* : 160 m²	Tipo de proyecto : Edificio nuevo
Etapas del proyecto* : Preliminar	

Datos de ubicación

País : Perú

Ciudad : Lima

Categoría de ingresos : Medio inferior

Datos del edificio

Tipo de unidad de vivienda : Piso/Departamento

Área promedio de la unidad de vivienda : 80 m²

Dormitorios/Unidad : 4 n.o

Número de pisos/niveles : 5 n.o

Unidades de vivienda : 5 n.o

Ocupación (personas por unidad) : 5 n.o

Área detallada

	Por defecto	Entrada del usuario
Dormitorio :	24	m²
Cocina :	14	m²
Sala/Comedor :	30	m²
Baño :	7	m²
Cuarto de ropas, balcón, punto fijo** :		4.80 m²
Área interna bruta :	80	m²
Longitud de pared externa (m/unidad de vivienda) :	38	metros
Roof Area/Unit :	16	m²
Proporción de vidrio respecto a la superficie/piso :	34.9%	

**El campo de cuarto de ropas, balcón y punto fijo (m²) es equivalente al espacio restante para alcanzar el área interna bruta total (m²).

Creado por : Luis Prado	Número de archivo : Not Set	Versión de EDGE : 2.1.4
Modificado por :	N.o del Proyecto : Not Assigned	Fecha y hora : 31-May-2018 12:24:14

Sistemas del edificio

¿El diseño del edificio incluye sistema de A/A? : SI

¿El diseño del edificio incluye sistema de calefacción? : SI

Supuestos para la línea base

	Por defecto	Entrada del usuario	Promedio mensual de temperatura exterior (Celsius)	
Combustible utilizado para el agua caliente :	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica		
Combustible utilizado para la calefacción :	Electricidad	Electricidad		
Costo de la electricidad :	0.396	S/kWh	Por defecto	Entrada del usuario
Costo del combustible diésel :	1.800	S/L	Ene. :	22.5
Costo del GLP/Gas Natural :	1.860	S/L	Feb. :	23.2
Costo del agua :	3.210	S/kL	Mar. :	23.1
Emissiones de CO2 g/kWh de electricidad :	492.32	gramos por kilovatios-hora	Abr. :	20.9
Proporción de vidrio en la fachada exterior :	30%	%	Mayo :	19.2
Reflectividad solar de pared :	0.70	%	Jun. :	18.5
Reflectividad solar de cubierta :	0.30	%	Jul. :	17.0
Eficiencia de la caldera de agua caliente :	0.80	%	Ago. :	16.6
Valor-U del techo :	2.20	W/m² K	Sept. :	17.1
Valor-U de la pared :	2.36	W/m² K	Oct. :	17.8
Valor-U del vidrio :	5.70	W/m² K	Nov. :	19.3
Coefficiente de ganancia solar (SHGC) del vidrio :	0.80	Factor	Dic. :	21.5
Eficiencia del sistema de aire acondicionado :	2.90	COP	Latitud :	12.10 Grados

Creado por : Luis Prado

Número de archivo : Not Set

Versión de EDGE : 2.1.4

Modificado por :

N.º del Proyecto : Not Assigned

Fecha y hora : 31-May-2018 12:24:14

2

RESULTADOS

Consumo final de energía : 443.98 kWh/Mes/Unidad Vivienda	Ahorro de CO2 durante el uso : 1.47 tCO2/Año/Unidad Vivienda
Consumo final de agua : 19.00 kL/Mes/Unidad Vivienda	Ahorro de energía incorporada en materiales : 212475.35 MJ/unidad
Costos de servicios públicos - Línea base : 364.14 \$/mes/unidad	Costo incremental : 3,378.56 \$/unidad
Reducción en el costo de servicios públicos : 127.34 \$/mes/unidad	Retorno en años : 2.21 Años
Energy Savings : 14.96 MWh/Year	Water Savings : 534.52 m³/año
Embodied Energy in Material Savings : 1062.38 GJ	Project Floor Space : 400.00 m²

Medidas de eficiencia energética 35.96%

Ahorros de energía

Cumple con la norma EDGE en materia de energía

2.62 tCO2/Año/Unidad Vivienda

AHORROS DE CARBONO

Creado por : Luis Prado
Modificado por :

Número de archivo : Not Set
N.o del Proyecto : Not Assigned

Versión de EDGE : 2.1.4
Fecha y hora : 31-May-2018 12:24:14

3

Medidas de eficiencia de agua 31.92%

**AHORRO DE
AGUA**

Cumple con la norma EDGE en
materia de consumo de agua

SI	HMW01	Duchas de bajo flujo - 6.81 lts./min	lts./min	6.81
SI	HMW02	Grifos de bajo flujo para cocina - 6.81 lts./min	lts./min	6.81
SI	HMW03	Grifos de bajo flujo para lavabos - 6.81 lts./min	lts./min	6.81
SI	HMW04	Sanitarios de doble descarga - 6 lts. en la primera descarga y 3 lts. en la segunda descarga	lts. en la primera descarga	6
			lts. en la segunda descarga	3
No	HMW05	Sanitarios de descarga simple - 6 lts. por descarga	lts./descarga	
No	HMW06	Rainwater Harvesting System - 50% of Roof Area Used for Rainwater Collection	% del área de cubierta utilizada	
No	HMW07	Reciclaje de aguas grises para descargas de sanitarios		
No	HMW08	Reciclaje de aguas negras para descargas de sanitarios		

Creado por : Luis Prado
Modificado por :

Número de archivo : Not Set
N.o del Proyecto : Not Assigned

Versión de EDGE : 2.1.4
Fecha y hora : 31-May-2018 12:24:14

5

Medidas de eficiencia de los materiales 61.11%

Ahorro de energía incorporada en materiales

Cumple con la norma EDGE relativa a los materiales

HMM01 Losa de piso y entrepiso

Losa reforzada de concreto en obra
300 mm
Acero : 33 kg/m²

Losa aligerada de concreto con bloques de poliestireno

Proporción %
Thickness Barra reforzada de acero

HMM02 Construcción del techo

Losa reforzada de concreto en obra
300 mm
Acero : 33 kg/m²

Tipo 1 Losa aligerada de concreto con bloques de poliestireno

100% 200 mm 22 kg/m²

HMM03 Paredes exteriores

Pared de ladrillo común con yeso externo e interno
200 mm

Tipo 1 Bloques/paredes de tierra apisonada

100% 130 mm

		Proporción %	Thickness
HMM04 Paredes interiores			
Pared de ladrillo común con yeso en ambos lados 100 mm	Tipo 1 Bloques/paredes de tierra apisonada	100%	130 mm
HMM05 Acabado de piso			
Baldosa cerámica	Tipo 1 Baldosa cerámica	100%	
HMM06 Marcos de ventana			
Aluminio	Tipo 1 Aluminio	100%	Double Glazing
Vidriado simple			

Creado por : Luis Prado
Modificado por :

Número de archivo : Not Set
N.o del Proyecto : Not Assigned

Versión de EDGE : 2.1.4
Fecha y hora : 31-May-2018 12:24:14

7