



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ARQUITECTURA Y SOSTENIBILIDAD

**CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE PARA LA SUSTENTABILIDAD
AMBIENTAL DE LAS EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES DE
SANTIAGO DE SURCO, LIMA**

TESIS

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
ARQUITECTURA Y SOSTENIBILIDAD**

AUTOR

VILLAVICENCIO CORTEZ, ALVARO

(ORCID:0000-0003-4810-8160)

ASESOR

YABAR TORRES, GUISELA

(ORCID:0000-0001-5454-9187)

Lima, Perú

[2023]

Metadatos Complementarios

Datos de autor

Villavicencio Cortez, Alvaro

Tipo de documento de identidad del AUTOR: DNI

Número de documento de identidad del AUTOR: 43365189

Datos de asesor

Yábar Torres, Guisela

Tipo de documento de identidad del ASESOR: DNI

Número de documento de identidad del ASESOR: 23962653

Datos del jurado

JURADO 1: Villena Mavila, Manuel Felix, DNI N°10268493, ORCID: 0000-0001-9359-8379

JURADO 2: Cobeñas Nizama, Pablo, DNI N°09307078, ORCID: 0000-0002-2674-4732

JURADO 3: Agüero Fernandez, Max, DNI N°06757505, ORCID: 0000-0002-4829-1965

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 731207

Código del Programa: 6.04.08

CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE PARA LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DE LAS EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES DE SANTIAGO DE SURCO, LIMA

INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %	7 %	2 %	3 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2 %
2	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	1 %
3	repositorio.usta.edu.co Fuente de Internet	1 %
4	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
6	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
7	repositorio.ucm.edu.co Fuente de Internet	<1 %
8	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %

9	www.munisurco.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
10	hmong.es Fuente de Internet	<1 %
11	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	documentacion.ideam.gov.co Fuente de Internet	<1 %
13	1library.co Fuente de Internet	<1 %
14	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Trabajo del estudiante	<1 %
16	repositorio.ulima.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
19	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.uandina.edu.pe	

	Fuente de Internet	<1 %
21	Submitted to Uniagustiniana Trabajo del estudiante	<1 %
22	documentop.com Fuente de Internet	<1 %
23	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
26	busquedas.elperuano.pe Fuente de Internet	<1 %
27	www.theibfr.com Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
29	repository.ucc.edu.co Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to tarapoto Trabajo del estudiante	<1 %
31	Submitted to Universidad Sergio Arboleda Trabajo del estudiante	<1 %

32	blog.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	SAMAME CESPEDES ERNESTO. "DIA de Modificación y/o Ampliación de Estación de Servicios de GLP a Venta de GNV-IGA0019104", R.D. N° 235-2012-MEM/AAE, 2022 Publicación	<1 %
34	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
35	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
36	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
37	tesis.ipn.mx Fuente de Internet	<1 %
38	wiki2.org Fuente de Internet	<1 %
39	"Inter-American Yearbook on Human Rights / Anuario Interamericano de Derechos Humanos, Volume 32 (2016)", Brill, 2018 Publicación	<1 %
40	repositorio.ana.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
41	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %

<1%

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 10 words



ANEXO N°1

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Alvaro Villavicencio Cortez, con código de estudiante N° 20201318 con DNI N°43365189, con domicilio en Calle Viña Marengo 335 distrito de Santiago de Surco provincia y departamento de Lima, en mi condición de Maestro en Arquitectura y Sostenibilidad de la Escuela de Posgrado, declaro bajo juramento que:

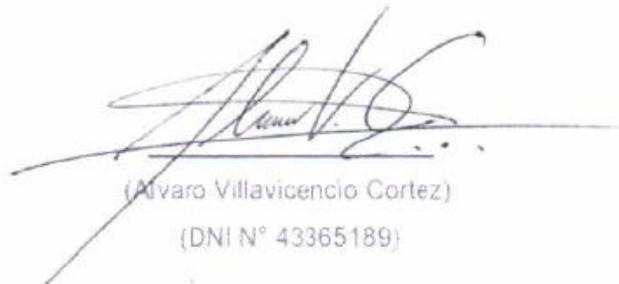
La presente tesis **titulado:** "Construcción Sostenible para la Sustentabilidad Ambiental de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco. Lima" es de mi única autoría, bajo el asesoramiento de la docente Guisela Yábar Torres, y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación, universidad, etc; la cual ha sido sometida al antiplagio Turnitin y tiene el 7 % de similitud final.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en la tesis el contenido de estas corresponde a las opiniones de ellos, y por las cuales no asumo responsabilidad, ya sean de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de internet.

Asimismo, ratifico plenamente que el contenido íntegro de la tesis es de mi conocimiento y autoría. Por tal motivo, asumo toda la responsabilidad de cualquier error u omisión en la tesis y soy consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de falsa declaración, me someto a la dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y a los dispositivos legales nacionales vigentes.

Surco, 06 de noviembre de 2023



(Alvaro Villavicencio Cortez)
(DNI N° 43365189)

DEDICATORIA

A Dios, mis padres Marco Antonio Villavicencio Sarmiento e Yris Cortez Junchaya y mi esposa Johana Barriga Guerrero.

AGRADECIMIENTO

A mis padres Marco Antonio Villavicencio Sarmiento e Yris Cortez Junchaya por todo su esfuerzo, amor y confianza en mí.

A mi esposa Johana Barriga Guerrero por su apoyo y motivación para culminar esta investigación.

A mi asesora la Dra. Guisela Yábar Torres por su dedicada enseñanza durante la Maestría y asesoramiento de la investigación.

A la Universidad Ricardo Palma y Escuela de Postgrado, por instruirme y formarme durante los años de estudio en esta noble profesión de arquitecto.

INDICE DE CONTENIDO

Introducción	5
1. Planteamiento del Problema	7
1.1. Descripción del Problema	
1.2. Formulación del Problema	
1.3. Importancia y Justificación del Estudio	
1.4. Delimitación del Estudio	
1.5. Objetivos de la Investigación	
2. Marco Teórico	21
2.1. Marco Histórico	
2.2. Investigaciones Relacionadas con el Tema	
2.3. Estructura Teórica y Científica	
2.4. Definiciones Conceptuales de Variables e Indicadores	
2.5. Fundamentos Teóricos que Sustentan la Hipótesis	
2.6. Hipótesis	
2.7. Variables	
3. Marco Metodológico	48
3.1. Tipo, Método y Diseño de la Investigación	
3.2. Población y Muestra	
3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	
3.4. Descripción de Procedimientos de Análisis de Datos	
4. Resultados y Discusión de Resultados	58
4.1. Resultados	
4.2. Discusión de Resultados	
Conclusiones y Recomendaciones	79
Referencias Bibliográficas	83
Anexos	86

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de causas y consecuencias por dimensión	16
Tabla 2 Números Aleatorios	55
Tabla 3 Tipología y Normas edificatorias sostenibles	63
Tabla 4 Tipología, Área de Lote, Construida y Verde	66
Tabla 5 Análisis unitario de Losa Aligerada	68
Tabla 6 Metrado de Losa Aligerada y HH	68
Tabla 7 Cantidad de materiales ecológicos	70
Tabla 8 Consumo energético por tipo de luminaria	72
Tabla 9 Cantidad de luminarias por tipo	72
Tabla 10 Consumo en (w) de luminarias de cada edificio	73
Tabla 11 Consumo Hipotético en (w) Reemplazando Luminarias Led	73
Tabla 12 Estimación de energía incorporada en materiales de obra gruesa	74
Tabla 13 Energía Incorporada Materiales Ecológicos vs Materiales Convencionales	75
Tabla 14 Consumo de agua por día y estimación de ahorro de agua	77
Tabla 15 Análisis Unitario de Materiales en Losa Aligerada	78
Tabla 16 Consumo de Agua para Riego de Áreas Verdes	79
Tabla 17 Empresas y Gestión Ambiental	81
Tabla 18 Cantidad de HH en Obra Gruesa	86
Tabla 19 Cantidad de Materiales en Obra Gruesa	87
Tabla 20 Emisiones de CO2 por kWh	89
Tabla 21 Cantidad de Concreto y Acero de Construcción en Edificios	90
Tabla 22 Emisiones de CO2 por kWh Incorporado en Concreto y Acero	90

Tabla 23 Estimación de consumo de agua por día	92
Tabla 24 Estimación de Consumo de Agua en Obra Gruesa	93
Tabla 25 Contraste de la Hipótesis General	95
Tabla 26 Contraste de la Hipótesis Especifica 1	99
Tabla 27 Contraste de la Hipótesis Especifica 2	101
Tabla 28 Contraste de la Hipótesis Especifica 3	103

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1 Diagrama de Ishikawa – Causas de Problemática Ambiental	15
Grafico 2 Diagrama de Ishikawa – Consecuencias de Problemática Ambiental	16
Grafico 3 Imagen de Santiago de Surco	26
Grafico 4 Imagen Satelital del distrito de Santiago de Surco	26
Grafico 5 Esquema de Variables	51
Grafico 6 Normas Edificatorias Sostenibles	64
Grafico 7 Planos de Edificios Multifamiliares de la muestra seleccionada	65
Grafico 8 M2 Área Verde	67
Grafico 9 Horas Hombre Ahorradas	69
Grafico 10 Elevaciones de Fachada de Edificios	70
Grafico 11 M2 Material Ecológico	71
Grafico 12 Kwh Ahorrados en Uso	74
Grafico 13 Kwh Ahorrados en Construcción	76
Grafico 14 M3 Agua Ahorrados en Uso	77
Grafico 15 M3 Agua Ahorrados en Construcción	80
Grafico 16 Gestión Ambiental	82
Grafico 17 Mejoramiento Ambiental	83
Grafico 18 Ahorro Económico de Usuario	84

Grafico 19 Área Construida y Libre	85
Grafico 20 HH en Construcción	86
Grafico 21 Materiales Convencionales	88
Grafico 22 Emisiones de CO2 por Uso	89
Grafico 23 Emisiones de CO2 por Construcción	91
Grafico 24 M3 Agua por Uso	92
Grafico 25 M3 Agua por Construcción	94
Grafico 26 Fotografía de Edificio 30	100
Grafico 27 Emisiones de CO2 por Kwh de cada país	102
Grafico 28 % Agua Disponible para Consumo Humano en el Planeta	104

Resumen

La presente tesis, pretende analizar el efecto que tiene la construcción sostenible en la sustentabilidad ambiental de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco, así como el efecto de la calidad ambiental, la eficiencia energética y la eficiencia hídrica en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.

La investigación es de tipo básica aplicada de nivel explicativo con enfoque mixto, se utilizan métodos generales: analítico-sintético, deductivo-inductivo, métodos de observación y recopilación de datos de la documentación técnica de las edificaciones multifamiliares, así como métodos estadísticos, y métodos específicos en función del objeto de estudio.

Se obtuvo los siguientes resultados de una muestra de 5 edificaciones multifamiliares analizadas: aplicando componentes de la construcción sostenible como la calidad ambiental, eficiencia energética e hídrica se estimó una captura de 128.56 KgCO₂ al año, 1,681 HH ahorradas, 81.59m² de material natural, 30% de energía ahorrada en iluminación y materiales de acabados, 30% de agua ahorrada en inodoros y griferías, así como un 20% de agua ahorrada en concreto para construcción.

Del análisis se concluye que el efecto que tiene la construcción sostenible en la sustentabilidad ambiental de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco es positivo debido a que se pudo evidenciar en cada uno de los componentes de la construcción sostenible analizados, como la calidad ambiental, eficiencia energética e hídrica, aplicados en algunos edificios de la muestra una reducción de la huella ecológica, de carbono e hídrica y por tanto una mejora en la sustentabilidad ambiental de estas edificaciones.

Palabras clave: construcción sostenible y sustentabilidad ambiental.

Abstract

This thesis aims to analyze the effect that sustainable construction has on the environmental sustainability of multi-family buildings in Santiago de Surco, as well as the effect of environmental quality, energy efficiency and water efficiency on the ecological, carbon and environmental footprint. of the multi-family buildings in Santiago de Surco.

The research is of the basic type applied to the explanatory level with a mixed approach, general methods are used: analytical-synthetic, deductive-inductive, observation methods and data collection of the technical documentation of multi-family buildings, as well as statistical methods, and statistical methods. specific depending on the object of study.

The following results were obtained from a sample of 5 multi-family buildings analyzed: applying components of sustainable construction such as environmental quality, energy and water efficiency, a capture of 128.56 KgCO₂ per year was estimated, 1,681 HH saved, 81.59m² of natural material, 30 % of energy saved in lighting and finishing materials, 30% of water saved in toilets and faucets, as well as 20% of water saved in concrete for construction.

From the analysis it is concluded that the effect of sustainable construction on the environmental sustainability of multi-family buildings in Santiago de Surco is positive because it could be evidenced in each of the components of sustainable construction analyzed, such as environmental quality, efficiency energy and water, applied in some buildings in the sample a reduction in the ecological, carbon and water footprint and therefore an improvement in the environmental sustainability of these buildings.

Keywords: sustainable construction and environmental sustainability.

Introducción

La construcción y la industria asociada a la fabricación de los materiales e insumos para la construcción es actualmente una de los mayores consumidores de energía, recursos naturales como la tierra, madera, minerales y agua del planeta y a su vez es una de las principales actividades económicas, genera desarrollo social y satisface una creciente demanda de la población de vivienda dentro de las ciudades, debido a que en las zonas consolidadas de la ciudad no es posible crecer la ciudad, los edificios crecen en altura siendo cada vez más frecuentes los edificios residenciales o edificios multifamiliares.

En la ciudad de Lima uno de los distritos con mayor cantidad de nuevas construcciones de edificios multifamiliares es el distrito de Santiago de Surco, esto genera un impacto en el medio ambiente no estimado ni evidenciado, pero considerando que el distrito de Santiago de Surco se caracteriza por su habitabilidad con calidad ambiental, debemos preguntarnos qué efectos ocasionan las nuevas construcciones, dentro de las cuales se empiezan a incluir consideraciones de sostenibilidad para reducir su impacto ambiental, en la habitabilidad y finalmente en la sostenibilidad de estas edificaciones.

En cuanto a los antecedentes revisados, tanto locales como internacionales, que están relacionados con alguna de las variables objeto de estudio o con alguna de sus dimensiones o indicadores empleados en la presente investigación, sirvieron para definir las variables, cuantificar sus dimensiones y establecer patrones en los indicadores que permitan estimar los consumos, reducciones y efectos de las variables cumpliendo así los objetivos de la investigación.

El problema general de la investigación, ¿Qué efecto tiene la construcción sostenible en la sustentabilidad ambiental de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco?

La investigación se justifica, ya que este tema es trascendente actualmente, debido a la cada vez mayores escases de recursos naturales, incremento de las construcciones y de la demanda de estas por la población y los peligros de la contaminación atmosférica, contaminación del agua y de las tierras productivas.

El objetivo general de la tesis se plantea, analizar el efecto que tiene la construcción sostenible en la sustentabilidad ambiental de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.

La tesis se estructuró en 4 capítulos:

En el primer capítulo se describe la situación actual del problema y se justifica la investigación para finalizar planteando los objetivos de la presente investigación.

En el segundo capítulo se presenta el marco histórico y teórico de las variables investigadas y de las sub variables, así como sus definiciones conceptuales y fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis de estudio.

En el tercer capítulo se aborda la metodología empleada en la presente investigación y se determina la población y muestra a ser analizadas.

En el cuarto capítulo se analiza los resultados obtenidos de la revisión de documentación técnica y de las encuestas y entrevistas realizadas para hacer una contrastación de las hipótesis planteadas y una discusión de resultados.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación de acuerdo a los objetivos planteados inicialmente.

Capítulo 1. Planteamiento del problema

1. Planteamiento del problema

1.1. Descripción del problema:

La ciudad de Lima ha experimentado un rápido crecimiento urbano sin seguir un ordenamiento de su territorio, paso de 828,298 habitantes en 1940 a 6,500,000 habitantes en 1990 debido a las migraciones internas, posteriormente las construcciones de la ciudad se han ido adecuando al crecimiento urbano llegando a convertirse en una megalópolis de 9,904,727 habitantes (INEI, 2016), con el tiempo adoptó el modelo urbano poli céntrico concentrado y de varias centralidades de jerarquía interdistrital y local diseminadas de forma dispersa. La ciudad de Lima como metrópoli nacional ha influenciado y continúa influenciando el modelo de desarrollo urbano de las otras ciudades del Perú (IMP, 2019). A su vez el modelo urbano y sus construcciones se deben ir adaptando a las necesidades actuales y los nuevos paradigmas como el desarrollo sostenible.

De otro lado, la capital del Perú, tiene una creciente demanda de bienes y servicios desde el interior del país y del exterior, puesto que es el principal centro de intermediación e intercambio del Perú con el resto del mundo, esto hace que la ciudad para satisfacer la gran demanda de bienes y servicios se expanda, crezca verticalmente, se transforme y desarrolle actividades económicas diversas (actividades primarias, secundarias y terciarias) que consumen los recursos naturales y generan residuos que impactan y afectan el medio ambiente natural causando huellas de distinta índole (huella ecológica, huella de carbono y huella hídrica entre otras).

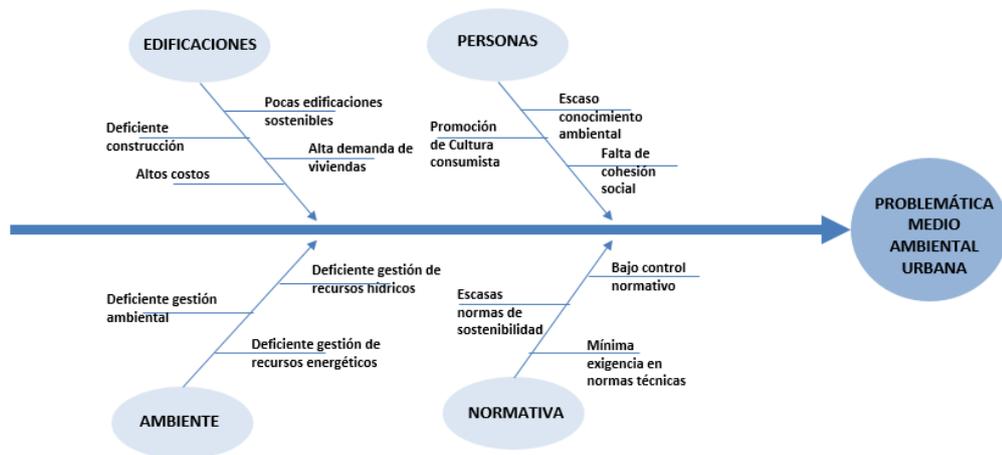
Una de las principales actividades económicas dentro de la ciudad es la construcción y a su vez es la forma en la que crece la ciudad, la construcción es una de las actividades que más recursos consume y causante de una importante cantidad de residuos y emisiones que contaminan el medio ambiente, según datos estadísticos del INEI se puede observar que en los últimos 10 años el distrito de Santiago de Surco ha experimentado la mayor cantidad de construcciones dentro del área central de la ciudad de Lima.

La demanda futura al 2040 está encabezada por el distrito de Santiago de Surco que representa casi el 30% de toda la demanda de vivienda en Lima Centro, a largo plazo en el 2040 la mayor demanda acumulada la tiene el estrato medio alto que representa el 39% del total acumulado (Plan Met, 2040). Por lo que el distrito de Santiago de Surco afronta un gran reto de mantener su habitabilidad y calidad ambiental a futuro.

El distrito de Santiago de Surco está conformado por nueve sectores que es como la Municipalidad administra su jurisdicción y que corresponden a zonas relativamente homogéneas, la población del distrito es de 518,548 habitantes y los principales objetivos del distrito es recuperar la condición de **distrito ecológico**, **asegurar la dotación de servicios** y promover la movilidad urbana sostenible, así como la **calidad residencial** (Plan Urbano Distrital de Santiago de Surco, 2017 - 2027). Para caracterizar la problemática ambiental del distrito podemos identificar las siguientes causas y consecuencias:

Grafico 1

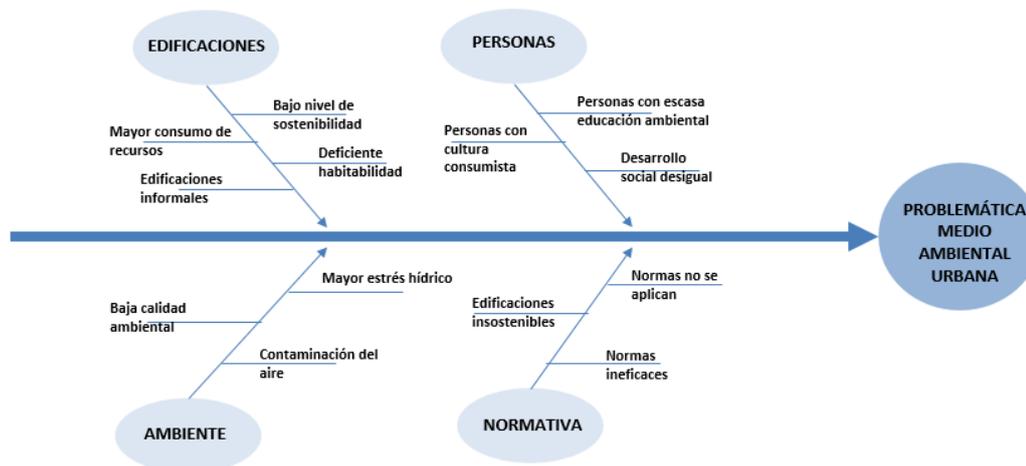
Diagrama de Ishikawa – Causas de Problemática Ambiental



Fuente: Elaboración propia

Grafico 2

Diagrama de Ishikawa – Consecuencias de Problemática Ambiental



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1

Resumen de causas y consecuencias por dimensión

	CAUSAS	CONSECUENCIAS
EDIFICACIONES	Pocas edificaciones sostenibles	Bajo nivel de sostenibilidad
	Deficiente construcción	Mayor consumo de recursos
	Alta demanda de viviendas	Deficiente habitabilidad
	Altos costos	Edificaciones informales
PERSONAS	Promoción de la cultura consumista	Personas con una cultura consumista
	Escaso conocimiento ambiental	Personas con escasa educación ambiental
	Falta de cohesión social	Desarrollo social desigual
AMBIENTE	Deficiente gestión ambiental	Baja calidad ambiental
	Deficiente gestión de recursos energéticos	Contaminación del aire
	Deficiente gestión de los recursos hídricos	Mayor estrés hídrico
NORMAS	Escasas normas de sostenibilidad	Edificaciones insostenibles
	Bajo control de la normativa	Normas no se aplican
	Mínima exigencia técnica	Normas ineficaces

Fuente: Elaboración propia

Respecto a las causas que genera el problema referido a la escasez de **edificaciones sostenibles**, en el distrito de Santiago de Surco, a pesar de ser uno de los pocos distritos de Lima que tiene una Ordenanza de Promoción de la Construcción de Edificios Sostenibles (Ordenanza N°595 – 2019 – MSS), además del Código Técnico de Construcción Sostenible del Ministerio de Vivienda que es de aplicación voluntaria a nivel nacional, sin embargo, a la fecha solo hay 27 edificios con Certificación Sostenible en Lima (EDGE Buildings) y 4 edificios con Certificación Sostenible LEED en el distrito de Santiago de Surco, unos cuantos más en procesos de tramitación de licencia de edificación, de construcción y verificación. Se puede observar que la gran mayoría de edificaciones en el distrito de Santiago de Surco son edificaciones tradicionales que no cuentan con criterios de sostenibilidad.

En relación a **la deficiente construcción**, la mayoría de construcciones en el distrito de Santiago de Surco son construcciones de concreto armado y albañilería de ladrillo que en sus procesos constructivos llevados a cabo por maestros de obra o empresas constructoras consumen deficientemente gran cantidad de materiales, recursos y mano de obra.

Otra causa es **la alta demanda de vivienda**, debido a que el distrito de Santiago de Surco es uno de los más consolidados y desarrollados de Lima por lo que atrae gran cantidad de población (permanente y flotante) y de actividades económicas lo cual genera mayores costos en mantenimiento de los servicios, mayor consumo de recursos (comida, energía eléctrica, agua) y mayor densidad poblacional en edificios y espacios públicos, así como mayor congestión de las vías y calles. Para lo cual no se prevé ni se gestiona con anticipación el impacto de la alta demanda futura.

También se tiene **un alto costo del suelo**, debido a la alta demanda de vivienda en el distrito y la baja oferta de vivienda debido a los pocos terrenos libres para construir y crecientes costos de construcción debido a la inflación.

Por otro lado, está **la promoción de la cultura consumista**, los medios de comunicación y las empresas que venden productos promocionan una cultura del consumo indiscriminado a todas las personas, fomentando así sus actividades mercantilistas en desmedro de la sociedad y del medio ambiente, aprovechando la aparente abundancia de recursos que ostenta la sociedad actual sin considerar la

sostenibilidad a largo plazo o las generaciones venideras, solo preocupados por el momento actual.

Además, un **escaso conocimiento ambiental**, la educación ambiental por mucho tiempo solo estuvo al alcance de los profesionales y especialistas de ese campo, a pesar de ser una materia transversal que debe incorporarse en cada área, solo recientemente está incorporándose en los distintos planes estudiantiles, y debe generalizarse a una educación comunitaria para las personas mayores que están fuera del ámbito académico para alcanzar a toda la población.

También **la falta de mayor cohesión social**, las personas actualmente en la ciudad han perdido el sentido de barrio que antes se tenía y cohesionaba a las personas de un mismo barrio, en la actualidad a pesar de la densificación poblacional, las edificaciones multifamiliares, los condominio o quintas las personas cada vez más individualistas carecen de unidad dentro de un mismo edificio multifamiliar porque no se conocen, no interactúan y se aíslan en sus viviendas.

Sumado a esto **la deficiente gestión ambiental**, es una de las principales causas del deterioro del medio ambiente y el territorio, el crecimiento de la ciudad desordenado, las construcciones sin seguir criterios sostenibles ocupan e impermeabilizan el suelo, emiten gran cantidad de CO₂ a la atmosfera como derivado de la fabricación de sus componentes y consumo energético además de consumir grandes cantidades de agua cada vez más escasa, agravando la presión sobre los servicios básicos.

También **la deficiente gestión de los recursos energéticos**, es otra de las causas del deterioro y contaminación del medio ambiente, como es conocido, el calentamiento global ocasionado por las emisiones de gases de efecto invernadero, un subproducto residual de los consumos energéticos de las construcciones, así como en la utilización del transporte de insumos y materiales y la fabricación de los mismos.

Además, se tiene **la deficiente gestión de los recursos hídricos**, una de las principales causas del agotamiento y estrés de los recursos hídricos, es su deficiente gestión y consumo, la causa de la contaminación de las cuencas hidrográficas, ríos, lagos y mares.

Finalmente, **las escasas normas de sostenibilidad**, ya que solo se mencionan principios de sostenibilidad en planes urbanos y en el reglamento de edificaciones, pero

no se reglamentan normas más precisas y de cumplimiento obligatorio respecto a los criterios de sostenibilidad para las construcciones.

El **bajo control normativo**, como se puede observar existen muchas construcciones informales que se realizan sin licencia, sin profesionales a cargo que puedan garantizar el cumplimiento de las normas básicas y requisitos mínimos del Reglamento Nacional de Edificaciones menos aun de criterios de sostenibilidad como los establecidos en el Código Técnico de Construcción Sostenible de carácter voluntario, uno de los principales problemas de control de estas normas en las edificaciones.

Y la **mínima exigencia técnica**, desde los planes urbanos, reglamento de nacional de edificaciones y en el código técnico de construcción sostenible se mencionan ciertos principios y parámetros de sostenibilidad mínimos, pero no se establecen exigencias técnicas obligatorias que puedan realmente reducir la creciente insostenibilidad de las edificaciones.

Entre las consecuencias más evidentes se tiene **un bajo nivel de sostenibilidad**, en el distrito de Santiago de Surco a pesar de ser uno de los pocos distritos de Lima que tiene una Ordenanza de Promoción de la Construcción de Edificios Sostenibles (Ordenanza N°595 – 2019 – MSS), la cual fomenta la construcción sostenible otorgando beneficios de incremento de altura y mayor área construida a la edificación si cumple con algunas consideraciones de sostenibilidad como el empleo de área verde de bajo consumo hídrico, iluminación led en áreas comunes y griferías y aparatos sanitarios con sistemas ahorradores y con una certificación sostenible, sin embargo, aún son pocas las construcciones en el distrito de Santiago de Surco que se acogen a esta ordenanza y por tanto generan un gran impacto en el medio ambiente y reducen la sostenibilidad.

Con relación al **mayor consumo de recursos**, debido a la creciente densidad poblacional, el crecimiento de las edificaciones en altura y área construida, se está incrementando y así mismo se incrementan las huellas de las edificaciones, agotando los recursos como el suelo, la energía y el agua necesarios para la habitabilidad dentro de la edificación, podemos apreciar que este consumo está incrementándose de forma insostenible, ya que en algunos casos las mismas entidades prestadoras de los servicios básicos no se dan abasto para cubrir la demanda de servicios de los nuevos edificios.

Respecto a la **deficiente habitabilidad**, ocasionada por la sobrepoblación y el mercado inmobiliario en el distrito de Santiago de Surco, que prioriza la mayor edificabilidad en lotes urbanos sin preocuparse por la calidad ambiental la cual afecta la habitabilidad de las edificaciones, la gestión municipal no alcanza a evitar la reducción y deterioro de la sostenibilidad en el distrito y cada vez se prefieren más inversiones mercantilistas que generan ingresos, pero que sobre explotan la capacidad de los servicios públicos, los espacios verdes y reducen la sostenibilidad de las edificaciones.

Por otro lado se tienen **las edificaciones informales**, a pesar que en la actualidad la Municipalidad de Santiago de Surco regula y gestiona las nuevas construcciones mediante el cumplimiento de la normativa en muchos sectores no se abastecen para controlar la gran cantidad de edificaciones que se construyen, amplían, remodelan y demuelen en el distrito, teniendo en cuenta que muchas de las edificaciones existentes son antiguas y no se ajustan a las normativas edificatorias actuales, estas se quedan en trámites de regularización inconclusos o sin declarar muchas de las modificaciones realizadas en la edificación por lo que se incrementa la informalidad urbana y contribuye a las actividades informales.

También contribuyen **las personas con una cultura consumista**, consumen desmedidamente los bienes y servicios de la ciudad en muchos casos de forma innecesaria o desperdiciándolos, todo esto exacerba la insostenibilidad, genera sobrecostos, incrementa el desequilibrio, la desigualdad e incrementa los residuos urbanos, haciendo más difícil la gestión urbana.

Otra consecuencia importante son **las personas con escasa educación ambiental**, originado por la falta de educación ambiental en los colegios y universidades y en el ámbito urbano, solo recientemente está incorporándose en los distintos planes estudiantiles y en el ámbito urbano, puesto que una reducida educación ambiental no permite a las personas y a la sociedad en su conjunto tomar conciencia de sus actividades y sus repercusiones en el ambiente, esto es necesario para reducir la insostenibilidad ambiental.

La falta de cohesión social, que ocasiona un **desarrollo desigual** y descuido de los espacios de uso común, como calles, parques e incluso las áreas comunes dentro de los edificios y un aislamiento de las personas y familias, prefiriendo la privatización, la sectorización y dejando de lado el bien común por el bien individual y desigual.

En consecuencia, **una baja calidad ambiental**, es un ambiente deteriorado, contaminado, que es perjudicial para la salud y bienestar de las personas, reduce la habitabilidad y las condiciones de confort de las personas, como los lugares con altas concentraciones de CO₂, los lugares con aguas contaminadas, o sin áreas verdes o naturales.

Otro aspecto importante es **la contaminación del aire**, como consecuencia de la gran presión que generan las edificaciones en el consumo energético, energía la cual en su generación emite grandes cantidades de CO₂ que puede perjudicar la salud de las personas y que contamina el aire.

Además, **un mayor estrés hídrico**, como consecuencia de una deficiente gestión de los recursos hídricos, es un estado en el que se consume más agua de la que se dispone y por ende es insostenible en el tiempo.

Por otro lado, las escasas normas de sostenibilidad tienen como consecuencia **edificaciones insostenibles**, que continúan construyéndose de la misma forma que hace más de 20 años y empeoran la situación ambiental.

Y finalmente otra grave consecuencia es que estas **normas no se aplican y en algunos casos resultan ser ineficaces** debido a una reducida participación de la sociedad y de los actores involucrados como las empresas constructoras, un desconocimiento también de las mismas y una inadecuada gestión, contribuyen a la desorganización, deterioro del ambiente y finalmente a la insostenibilidad de la ciudad.

Se propone como solución alternativa a este grave problema ambiental urbano, primero un análisis del efecto de los principales componentes de la construcción sostenible aplicados en las nuevas edificaciones multifamiliares en el distrito de Santiago de Surco, en la huella ecológica, de carbono e hídrica y en definitiva en la sustentabilidad ambiental para posteriormente identificar y evidenciar los cambios, mejoras o reducciones en el consumo de recursos naturales e impacto al medio ambiente de las nuevas edificaciones multifamiliares y así promocionar y fomentar las construcciones sostenibles que puedan equilibrar el desarrollo económico, social y ambiental del lugar, generando oportunidades y bienestar a la población, reduciendo las huellas de estas edificaciones para mejorar el nivel de sostenibilidad del medio ambiente y sus recursos

naturales como el suelo, el aire y el agua en el distrito de Santiago de Surco para mejorar su habitabilidad y residencialidad.

Esta construcción sostenible será producto de un proceso estructurado por niveles de diseño, construcción y uso, que considera las huellas ecológicas, de carbono e hídrica de los principales materiales de la edificación y el uso eficiente de la energía y recursos naturales como el agua en el ámbito de estudio y de los aspectos técnicos que pueden hacer más eficiente los procesos de construcción y uso de las edificaciones multifamiliares.

1.2. Formulación del problema:

1.2.1. Problema General:

¿Qué efecto tiene la construcción sostenible en la sustentabilidad ambiental de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco?

1.2.2. Problemas específicos:

Problema específico 1:

¿Qué efecto tiene la calidad ambiental en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco?

Problema específico 2:

¿Qué efecto tiene la eficiencia energética en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco?

Problema específico 3:

¿Qué efecto tiene la eficiencia hídrica en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco?

1.3. Importancia y justificación del estudio:

1.3.1. Importancia

1.3.1.1. Importancia Científica y Teórica:

Esta investigación contribuirá con planteamientos teóricos y metodológicos respecto a la construcción sostenible en el distrito de Santiago de Surco, bajo el paradigma de la sustentabilidad ambiental, identificando las etapas de aplicación, métodos, objetivos, instrumentos técnicos y materiales que deben considerarse e integrarse en la edificación para reducir su huella ecológica, de carbono e hídrica, para la sustentabilidad ambiental del distrito en beneficio de la población y la ciudad de Lima.

Los principales beneficiados serán los habitantes del distrito de Santiago de Surco y de la ciudad de Lima si se aplica adecuadamente las recomendaciones en la mayoría de construcciones para la sustentabilidad ambiental, por medio de los constructores y empresas inmobiliarias, funcionarios y técnicos de la Municipalidad de Santiago de Surco, el Reglamento Nacional de Edificaciones y Código Técnico de Construcción Sostenible, el Ministerio del Ambiente, la Municipalidad de Lima Metropolitana y la población local, se puede mejorar la habitabilidad y a la vez la rentabilidad con grandes oportunidades para el distrito.

Santiago de Surco es un distrito ordenado, integrado y de prestigiada calidad residencial, donde se desarrollan actividades comerciales, culturales y educativas de excelencia e insertado a la oferta turística metropolitana saludable, con una gestión ambiental participativa líder en el contexto nacional. Seguro con una institucionalidad local pública y privada de alta responsabilidad social que promueve la paz, la solidaridad e igualdad de oportunidades (Plan Urbano Distrital, 2017 – 2027, p.4).

La calidad residencial solo se puede tener con construcciones sostenibles que cuiden su impacto en el medio ambiente así mismo la gestión ambiental participativa respecto a las construcciones solo se puede lograr involucrando a todos los actores como la población usuaria de las edificaciones y las empresas constructoras.

1.3.1.2. Importancia Metodológica:

La investigación utiliza un enfoque mixto, triangulando métodos e instrumentos tanto Cuantitativos como Cualitativos para poder analizar las variables en su complejidad contextual.

Es importante metodológicamente puesto que se utilizaron métodos generales: Analítico-Sintético, Deductivo-Inductivo, Método de Observación (Documental, Directa e Indirecta) y Métodos Estadísticos, entre otros, así también métodos particulares: estos métodos están en función del objeto de estudio para analizar las huellas y la sustentabilidad ambiental, entre otros.

1.3.1.3. Importancia Empírica:

Los resultados, conclusiones y recomendaciones propuestas de la investigación servirán como base y antecedente de futuras investigaciones que profundicen más en las variables de estudio y su relación, así también serán de utilidad para proponer, desarrollar e implementar técnicas, métodos, materiales y diseños en la construcción que utilicen de manera más eficiente los recursos naturales y reduzcan su impacto en el medio ambiente.

1.3.2. Justificación:

1.3.2.1. Justificación teórica y científica:

Esta investigación se justifica por las teorías actuales respecto de la construcción sostenible contextualizado para el caso de Santiago de Surco, en base a las teorías de Fernández, Massolo, Rueda y Dourojeanni y estrategias propuestas por la ONU, UNESCO, PNUMA, MINAM, MINEM y el ANA, respecto a la sustentabilidad ambiental, la construcción y la ciudad:

Es conveniente, también, integrar los espacios de alto valor ecológico, abundantes en agua o con especial riqueza natural en la red de espacios públicos y verdes de la ciudad, de forma que su calidad ambiental se preserve y mejore las condiciones de habitabilidad y calidad ambiental del entorno urbano. (Rueda, 2007, p. 51)

Se espera que los resultados sean considerados por los funcionarios de la Municipalidad de Surco, el Ministerio del Ambiente, empresas constructoras y la población local, para contribuir a la gestión y construcción de los nuevos edificios del

distrito, fomentando el interés y preocupación por la sustentabilidad ambiental en el distrito y la ciudad de Lima.

1.3.2.2. Justificación metodológica:

La metodología de esta investigación será explicativa causal de tipo básica bajo un enfoque de investigación mixta que permitirá profundizar en el conocimiento y cuantificar y cualificar el uso de los recursos naturales en el desarrollo inmobiliario del distrito de Santiago de Surco, mediante construcciones sostenibles para alcanzar un nivel de sustentabilidad ambiental adecuado y equilibrado. “La meta de la investigación mixta no es reemplazar a la investigación cuantitativa ni a la investigación cualitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación, combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales” (Sampieri, 2014, p.532). Esto fortalecerá y enriquecerá la metodología de investigación ya que se utilizarán herramientas cualitativas y cuantitativas.

1.3.2.3. Justificación práctica:

La investigación tiene aplicación empírica, puesto que permitirá profundizar en el conocimiento teórico y metodológico, así como identificar y cuantificar el consumo de recursos y su impacto en el ambiente en Santiago de Surco, mediante un análisis de 50 edificaciones multifamiliares con un enfoque de sustentabilidad ambiental.

Para la Arquitectura y el Urbanismo es de vital importancia diseñar, construir y mantener edificaciones sostenibles en la ciudad para evitar el colapso de los servicios y la degradación del ambiente, previniendo y reduciendo los impactos naturales y antrópicos del uso y aprovechamiento desmedido y sin control de los recursos.

El estudio aportará recomendaciones y acciones prácticas que se viene realizando en la construcción de edificaciones multifamiliares en Santiago de Surco y a la práctica de diseñar y gestionar los nuevos edificios residenciales, además de introducir un enfoque de sustentabilidad ambiental en el ámbito normativo y constructivo.

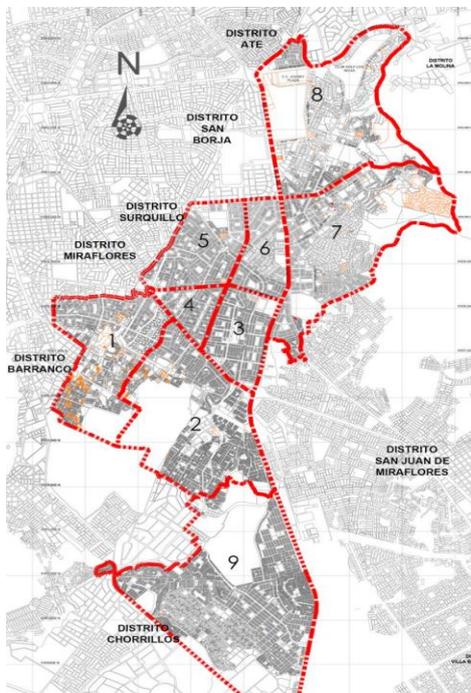
1.4. Delimitación del estudio:

1.4.1. Delimitación espacial:

El ámbito de estudio comprende el distrito de Santiago de Surco que está ubicado en el área central de la ciudad de Lima, limita al norte, con el distrito de San Borja y el distrito de Ate Vitarte; al este, con el distrito de La Molina y el distrito de San Juan de Miraflores; al sur, con el distrito de Chorrillos y el distrito de Barranco; y al oeste, con el distrito de Miraflores y el distrito de Surquillo.

Gráfico 3

Imagen de Santiago de Surco



Fuente: Plan Urbano Distrital

El Plan Urbano Distrital norma la zonificación de usos del suelo, la altura de edificación y las propuestas de ordenamiento del territorio urbano y las zonas de reglamentación especial, así como establece la visión, metas y objetivos del distrito al 2027.

Gráfico 4

Imagen Satelital del distrito de Santiago de Surco



Fuente: www.Google Earth.com

1.4.2. Delimitación temporal:

La presente investigación se desarrolla de manera longitudinal partiendo de referentes desde el 2018 hasta la fecha actual durante la cual se realizará la recolección de información, procesamiento de la información y evaluación de los resultados.

1.5. Objetivos de la investigación:

1.5.1. Objetivo general:

Analizar el efecto que tiene la construcción sostenible en la sustentabilidad ambiental de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.

1.5.2. Objetivos específicos:

Objetivo específico 1:

Determinar el efecto de la calidad ambiental en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.

Objetivo específico 2:

Precisar el efecto de la eficiencia energética en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.

Objetivo específico 3:

Establecer el efecto de la eficiencia hídrica en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.

Capítulo 2. Marco Teórico

2. Marco Teórico

2.1. Marco histórico:

2.1.1. La construcción sostenible

Desde la segunda revolución industrial entre los años 1870 y 1914 que fue un periodo de importantes cambios sociales, económicos y ambientales se inició un crecimiento exponencial de la población y la consecuente expansión urbana de las ciudades que tomo gran relevancia durante los años 1940 y 1950 donde se inicia la migración de la población del campo a la ciudad en busca de trabajo mejor remunerado, mejores condiciones de vida, educación superior y mayor seguridad entre otros beneficios pero esto también generó grandes problemas en las ciudades como hacinamiento, pobreza, contaminación y delincuencia lo que motivo los estudios de urbanistas preocupados por satisfacer las necesidades básicas de la población.

Sin embargo, desde 1940 se le dio preferencia al crecimiento económico, altos niveles de producción y la generación de empleo por encima de las variables sociales y ambientales, esta condición propició desequilibrios entre las dimensiones económica, social y ambiental por lo cual para 1970 era ya urgente cambios estructurales al modelo de ciudad que se venía construyendo con la finalidad de recuperar la sostenibilidad perdida (Cárdenas, 1995). Incluso hasta el día de hoy en muchos países incluido el Perú, sigue teniendo jerarquía el crecimiento económico y los niveles de producción por sobre el bienestar social y el medio ambiente natural, a pesar de que estos últimos afectan el

crecimiento económico y el medio ambiente es el sustento de la economía y la sociedad. En el Informe Brundtland se advertía:

Las tendencias del medio ambiente que amenazan con modificar radicalmente el planeta, que amenazan la vida de muchas de sus especies, incluida la humana. Cada año seis millones de hectáreas de tierra productiva se convierten en estéril desierto. Anualmente se destruyen más de once millones de hectáreas de bosques. La utilización de combustibles fósiles esparce por la atmósfera enormes cantidades de dióxido de carbono que están causando un gradual recalentamiento del planeta. Este efecto de invernadero puede llegar a elevar hacia principios del siglo próximo a tal punto la temperatura media de la tierra que bastará para desplazar zonas de producción agrícola, aumentar el nivel de los mares hasta inundar las ciudades costeras y trastornar las economías nacionales. (ONU, 1987, p.17)

En el Perú también se puede observar graves problemas en el medio ambiente como el deshielo de los nevados, la deforestación de extensas áreas de bosques y la contaminación del aire en los centros urbanos. Ante esa alarmante situación mundial, los crecientes efectos del calentamiento global y cambio climático la ONU concretó para 1987 como meta mundial el Desarrollo Sustentable, concepto derivado del Informe Brundtland, el Desarrollo Sostenible o Sustentable que es definido como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones.

Posteriormente de estos nuevos enfoques y la Conferencia de las Naciones Unidas, La ONU (1993), afirma que “A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada” (p.3).

Esto implica una integración entre el proceso de desarrollo urbano y la protección del medio ambiente, cuyo proceso de desarrollo urbano se da mediante la construcción y esta debe realizarse utilizando los recursos de forma eficiente sin comprometer la capacidad de sustento de las generaciones futuras mediante la **construcción sostenible**.

En el Perú recién en el año 2014 el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS), encargó la elaboración de un estudio que inicie la formulación de

un plan para promover la construcción sostenible con el fin de alcanzar una mejor calidad de vida de la población y reducir los impactos de la construcción en el medio ambiente. Lo cual sentó las bases para que el MVCS aprobara el D.S. N°015 del 2015, Código Técnico de **Construcción Sostenible**.

2.1.2. La sustentabilidad ambiental

Como se mencionó anteriormente en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano (Estocolmo, 1972) se introdujo conceptos como eco desarrollo, **huellas** y estrategias de conservación de la naturaleza logrando concretarse para 1987 como meta mundial el Desarrollo Sustentable.

El termino sustentabilidad ambiental es uno de los tres pilares identificados del Desarrollo Sustentable que se utilizó por primera vez en el Informe Brundtland, un informe que enfrenta y contrasta la postura del desarrollo económico actual junto con el de sustentabilidad ambiental, realizado por una comisión encabezada por la dra. Gro Harlem Brundtland ex primera ministra Noruega (ONU, 1987), con el fin de analizar, criticar y replantear las políticas de desarrollo económico globalizador ya que el desarrollo social se está llevando a cabo a un costo medioambiental muy alto. En el Informe Brundtland el Desarrollo Sustentable o Sostenible es definido como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones, esto implica un cambio muy importante en cuanto a la idea de sustentabilidad, rescatando el valor ambiental pero también con énfasis en el contexto económico y social del desarrollo.

La humanidad se encuentra en un momento decisivo de la historia. Nos enfrentamos con la perpetuación de las disparidades entre las naciones y dentro de las naciones, con el agravamiento de la pobreza, el hambre, las enfermedades y el analfabetismo y con el continuo empeoramiento de los ecosistemas de los que depende nuestro bienestar (ONU, 1993, p.10).

Durante la Cumbre de Rio de Janeiro de 1992, se concertaron dos acuerdos internacionales y se formularon dos declaraciones de principios y un vasto programa de acción sobre Desarrollo Sustentable o Sostenible, Programa 21.

No existe unanimidad de pensamiento, existiendo diversas definiciones del Desarrollo Sostenible enfocados a distintos aspectos, por ejemplo, en el Programa 21,

1993, se deduce la **sustentabilidad ambiental** como un enfoque integrado de la planificación y gestión del medio físico y del uso de los recursos naturales. En conclusión, se puede vincular el desarrollo social y económico con la protección y el mejoramiento del medio ambiente.

Posteriormente, la ONU adopta los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), son 17 ODS que están integrados y reconocen que la acción en un área afectará los resultados en otras áreas y que el desarrollo debe equilibrar la sostenibilidad social, económica y **ambiental** (ONU, 2015). Dentro de estos objetivos podemos encontrar el ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles, que hace referencia a la reducción del impacto ambiental de las ciudades, así también el ODS 12: Producción y consumo responsables, que hace referencia al uso eficiente de los recursos naturales.

2.2. Investigaciones relacionadas:

2.2.1. Antecedentes internacionales:

Giraldo Muñoz, L. (2021), con esta monografía de investigación se pretende reconocer la aplicación de las normativas de construcción sostenible tomando como referente la certificación EDGE.

El proceso metodológico es la elaboración de comparativos económicos y normativos, para esto se tomarán estudios de casos de dos proyectos residenciales construidos tradicionalmente y un proyecto residencial con certificación EDGE.

Como resultado se da a conocer los beneficios financieros de la construcción sostenible respecto a la construcción tradicional y de tal modo establecer una matriz de costo beneficio sobre las ventajas del sistema.

Bataineh, A. (2021), este estudio proporciona una visión general de los criterios de diseño de edificios que pueden reducir la demanda de energía para calefacción y refrigeración de edificios residenciales de apartamentos multifamiliares. Estos criterios se basan en la adopción de medidas adecuadas parámetros para la orientación del edificio, forma, sistema envolvente, uso de materiales aislantes, mecanismos pasivos de calefacción y refrigeración, configuración de termostato de refrigeración y calefacción, iluminación y proporción de ventanas y acristalamientos.

Este experimento mide el efecto de estos criterios en la energía total demanda que revisó y recomendó las mejores opciones de diseño. Esto es beneficioso para los profesionales en la fase de diseño de edificios residenciales multifamiliares energéticamente eficientes y para quienes toman decisiones. La metodología que se utiliza en el estudio estuvo representada en observación de campo y encuestas, además, usar design-builder como una herramienta de simulación para probar los supuestos y las estrategias de diseño.

Los resultados indican que una pared con aislamiento de poliestireno de 6 cm y techo para un departamento de piso medio norte/oeste y rangos de WWR de 25 a 30% de doble vidrio de bronce afectará en gran medida la demanda de energía.

Flores Armas, S. (2020), el propósito de esta investigación fue evaluar el impacto de la actividad de construcción con el fin de establecer un plan de sostenibilidad que pueda ser replicado en otros proyectos y permitan convertir dicha actividad en un proceso sustentable, esto debido a que la industria de la construcción es clave para lograr los objetivos del desarrollo sostenible, pero las actividades de uso, reparación, mantenimiento y demolición consumen recursos y generan residuos.

Por esta razón, se estableció el tipo de impacto y se aplicó el índice de productos básicos, el índice de proceso constructivo con el cual se ponderó los impactos producidos en el sitio de la actividad obteniendo el índice de sostenibilidad del hormigón.

Cuyo resultado alcanzó un nivel c de 0.55 siendo un impacto medio además del ISH que es igual o mayor a 0.55 esto se debe al gran impacto ambiental que produce el empleo del hormigón en la actividad de construcción, por lo tanto, realizar estudios sobre el impacto que genera el uso del hormigón en las construcciones, es necesario para considerar lo que puede ocasionar en el entorno donde se va a hacer dicha actividad, y a la vez buscar mecanismos que intenten mermar estos impactos.

Jiang, Y. et Al (2019), la prefabricación se ha considerado una alternativa eficaz a la construcción convencional. Ha ganado una cantidad cada vez mayor de atención en las últimas décadas como una forma de avanzar en la construcción sostenible. Este estudio se centró en la etapa de construcción para comparar las prestaciones sostenibles de la prefabricación con la edificación convencional.

Se extrajeron dieciséis indicadores de una revisión de la literatura y entrevistas a especialistas para realizar una evaluación de sostenibilidad. Se entregó una encuesta a desarrolladores, diseñadores, superintendentes, fabricantes y contratistas de un proyecto de caso chino. Se recogieron un total de 51 respuestas válidas. Se empleó la búsqueda de proyección de modelo de persecución, basada en el algoritmo genético de aceleración de codificación real, para evaluar la sostenibilidad de la prefabricación.

Los resultados mostraron que hubo un consenso entre los participantes de que la prefabricación tiene desempeños sostenibles más evidentes en la fase de construcción en comparación con la edificación convencional. Sin embargo, también se acentuaron las diferencias cognitivas entre los participantes con respecto a la sostenibilidad de la prefabricación. Los hallazgos presentados en este documento pueden ayudar al gobierno a proponer políticas y medidas factibles para promover el desarrollo de la prefabricación en China.

Cruz Ulloa, J. (2018), esta investigación busca la evaluación de sostenibilidad a un proyecto constructivo aplicando en primer lugar la metodología del metabolismo urbano con el fin de determinar el nivel de eco-eficiencia y posteriormente aplicar los ítems de la certificación LEED para evaluar el nivel de sostenibilidad del proyecto constructivo.

Una vez definido el nivel de sostenibilidad del proyecto constructivo, se realizó un rediseño y se volvieron a aplicar las metodologías del metabolismo urbano y la certificación LEED para analizar el nuevo proyecto rediseñado desde el punto de vista social, económico y ambiental.

En la fase del metabolismo urbano se realizó una cuantificación de todos los elementos y materias primas que se necesitan para desarrollar el proyecto identificando los puntos o sectores más críticos presentados. Durante el rediseño se evidenciaron las mejoras cumpliendo con un uso eficiente de los recursos naturales que se emplean (materia prima e insumos), y los procesos de producción que involucran menos energía o hacen uso de fuentes de energía renovables o ambas. En la fase de la certificación, se comparó el proyecto en su sistema tradicional identificando el nivel de sostenibilidad con el proyecto en su versión sostenible. El análisis de los resultados finales incluyó las características ambientales, sociales y económicas del proyecto.

2.2.2. Antecedentes nacionales:

Luna Salas, E. W., et Al. (2021), el presente trabajo de investigación ha determinado los beneficios que una construcción con certificación EDGE sostenible generan en el medio ambiente, los beneficios que tienen los usuarios finales de los edificios multifamiliares sostenibles que se expresan en el ahorro del pago de servicios de agua y luz; y los beneficios que tienen los inversionistas al ejecutar proyectos con certificación EDGE.

Para tal efecto, se tomó como caso de estudio el edificio multifamiliar Las Américas ubicado en el distrito de Wanchaq, donde se hace la comparación entre un proyecto diseñado de manera tradicional y otro donde se incorporan criterios de sostenibilidad ambiental para la certificación EDGE.

Teniendo como resultado un ahorro de 30.31 % en agua, 55.71 % en energía y 13.95 tCO₂/año. Además, se demuestra la importancia de las ordenanzas municipales que promueven las edificaciones sostenibles, porque con ellas se compensa el costo de construir un edificio sostenible con el incremento de metros cuadrados de edificación vendible que es atractivo para los inversionistas.

Ardiles Bolaños, G. R. (2021), el objetivo de esta investigación fue analizar los factores críticos que intervienen en la adopción de criterios de sostenibilidad ambiental en la planificación de edificaciones residenciales, con la finalidad de determinar la percepción de los gerentes en la creación de valor a través de la adopción de criterios de sostenibilidad, esto volcado al sector constructor inmobiliario en Arequipa Metropolitana.

Para tal efecto, la investigación aplicará una metodología con enfoque mixto de análisis, síntesis y acceso lógico, el impacto esperado de esta investigación radicó en, poder determinar los factores que influyen la adopción de criterios de sostenibilidad ambiental en edificaciones residenciales en Arequipa metropolitana.

De los resultados obtenidos, y mediante la aplicación del análisis factorial de componentes principales (PCA), los componentes resultantes que se incluyen en el modelo, así como aquellas que son significativos se encuentran caracterizados como “Accesibilidad Financiera”, “Inversión Inicial” y “Cultura Industrial. De estos hallazgos se puede interpretar que las variables asociadas a la implementación de criterios de sostenibilidad ambiental en edificaciones residenciales multifamiliares son por orden de

importancia: accesibilidad financiera para la implementación de criterios de sostenibilidad ambiental ya que indicaría que la construcción sostenible es más costosa de ejecutar en comparación con las prácticas habituales, la inversión inicial que implica la implementación de dichos criterios ya que significarían un costo adicional, y la cultura industrial de la implementación de dichos criterios, debido a que la relación tiempo, costo y disponibilidad de insumos y servicios significaría un obstáculo para poder alcanzar este objetivo.

Cubas Diaz, H. (2021), la presente investigación tiene como meta principal estimar la huella ecológica en la etapa de construcción de dos edificaciones multifamiliares en la ciudad de Chiclayo.

Mediante la adaptación y aplicación de procedimientos para el computo de las huellas de los consumos directos (Energía y agua), huella de los consumos indirectos (alimentos, movilidad, y materiales de construcción), huella de la generación de residuos y huella de la superficie construida de los proyectos durante su fase de construcción, utilizando como instrumento principal al expediente técnico de cada proyecto.

Al finalizar el trabajo se pudo constatar que, para lograr mitigar los impactos calculados por el indicador de huella ecológica de un edificio multifamiliar en Chiclayo se requiere consumir entre 4 a 6 veces la superficie del cercado de Chiclayo. Además, el consumo de acero, cemento y ladrillo son los 3 materiales cuya participación sobre la huella ecológica son más desfavorables, y por último recomendar la utilización de una alternativa de gestión que permita disminuir la huella ecológica estimada.

Sandoval Montes, J. C. (2019), el presente trabajo tiene como propósito realizar un estudio acerca del desarrollo de criterios de sostenibilidad aplicados a las viviendas multifamiliares de poca altura en la ciudad de Lima y la provincia del Callao, con el objeto de mejorar la actividad de la construcción desde el aspecto sustentable, de cara a los efectos del cambio climático, así como a la depredación y alarmante contaminación de recursos naturales por parte del hombre.

La metodología de investigación del presente trabajo está basada en la recopilación de fuentes bibliográficas extranjeras referidas al tema; libros, revistas y publicaciones relevantes de instituciones representativas del sector a nivel nacional e internacional, así como también, información recabada en campo, la opinión experta de

profesionales con amplios conocimientos en el tema de sostenibilidad y edificaciones bioclimáticas, así como asistencia a cursos y eventos en temas sostenibles organizadas por instituciones preocupadas en este tema.

Como resultado se aplican algunos criterios sostenibles en algunos proyectos en ejecución, así como en los ya existentes entendiéndose que a veces no es posible aplicar todas las herramientas de sostenibilidad posibles en los últimos indicados porque esta idea debe nacer con el proyecto mismo, no obstante se comprende que este cambio se dará gradualmente, finalmente se hace un comparativo de costos entre construir una vivienda tradicional y otra con características sostenibles para precisar la diferencia entre ellas, simulando el financiamiento bancario en caso de adquisición de una vivienda verde frente a las nuevas facilidades brindadas por el Gobierno.

Lecca Díaz, G., (2019), esta investigación 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.

2.2.3. Vinculación con la presente investigación

Todas estas investigaciones se relacionan con la presente investigación, en la búsqueda de información, herramientas, métodos, criterios y consideraciones que comprende la construcción sostenible en distintos casos, para poder aplicarlos y

utilizarlos en los edificios multifamiliares y mejorar la sostenibilidad ambiental de los edificios reduciendo el consumo de los recursos naturales y el impacto en el medio ambiente como el suelo, aire y agua mediante procesos eficientes y consideraciones ambientales.

2.3. Estructura teórica y científica:

2.3.1. La construcción sostenible

La construcción sostenible actualmente es considerada como el proceso de construir cuidando y reduciendo el impacto de la construcción al medio ambiente y a la salud humana, utilizando materiales ecológicos, gestionando de forma sostenible los recursos, la energía y el agua, teniendo en cuenta todo el ciclo de vida de la edificación desde el diseño, materialidad, construcción y uso de la edificación.

También se le conoce por otros términos como arquitectura sustentable, arquitectura ecológica, edificación sostenible o sustentable, derivados del desarrollo sostenible, término que se acuñó por primera vez en el Informe Brundtland en 1987 debido a las graves consecuencias que estaba teniendo el desarrollo económico, industrial, urbano y social en el medio ambiente.

La construcción sostenible es un “proceso holístico que busca restaurar y mantener la armonía entre el ambiente natural y el sistema construido” (Du Plessis, 2002, como citado en Miranda, 2018) muy importante para asegurar las condiciones adecuadas de habitabilidad, bienestar y salud de la población en un medio ambiente sano utilizando los recursos de forma eficiente sin comprometer el sustento de las generaciones futuras.

Este tipo de construcción sostenible se puede caracterizar principalmente por su efecto en el medio ambiente, reduciendo el impacto de la construcción en el medio ambiente en comparación a las construcciones tradicionales, utilizando de forma eficiente la energía y agua, incrementando la calidad del medio ambiente por medio de áreas verdes y plantas que absorben el CO₂, el medio ambiente que representa todo el entorno del ser humano sea natural o artificial como lo urbano y que se interrelaciona con el ser humano y la sociedad en su conjunto.

Fernández (2009), afirma:

Lo ambiental, como un espacio analítico relacional de la presión antrópica sobre los servicios, recursos u ofertas que proveen los ecosistemas en su diferente grado de calidad tal que procura establecer umbrales o techos a tal presión siempre que el análisis de los ecosistemas que la soportan permita reconocer pérdidas significativas de su calidad intrínseca. (p.61)

Por tanto, la construcción sostenible utiliza los servicios y recursos que proveen los ecosistemas de forma racional, eficiente y equilibrada en relación a la presión antrópica de la sociedad sobre los ecosistemas, reconociendo las pérdidas de calidad y recursos para establecer umbrales aceptables o racionales.

Los distintos factores sociales y económicos repercuten en la construcción de nuevos edificios en la ciudad, la cual crece como una mancha de aceite sobre el territorio y los distintos ecosistemas sin ninguna racionalidad, acrecentando la insostenibilidad de la ciudad y los nuevos asentamientos urbanos, así como la pérdida de la calidad del ambiente natural y urbano.

La precarización en la pertenencia al trabajo estable y la marginalización del consumo agudiza, esta tendencia a la dispersión, aumento promedio de los costes económicos y temporales de traslado de personas. Este doble efecto de megaperiferización, junto a la caída sistemática de los estándares de servicios, supone uno de los núcleos fundamentales de problematización ambiental y de consecuente crisis de sustentabilidad. (Fernández, 2000, p.11)

En la actualidad la mayoría de las grandes ciudades se encuentran en una crisis de sustentabilidad, sobre todo en Latinoamérica donde la falta de desarrollo económico, falta de tecnología adecuada y la creciente sobrepoblación de las principales urbes agudiza la problemática ambiental, por ello es urgente la atención de los distintos factores sociales y económicos en equilibrio con los factores ambientales.

La sostenibilidad es alcanzar el equilibrio de los factores sociales, económicos y ambientales de nuestras ciudades, desde la Cumbre de Rio de Janeiro de la ONU (1992) se propuso una serie de acciones en **la Agenda 21** y posteriormente se sintetizó en 17 objetivos para alcanzar el desarrollo sostenible el cual incluye las ciudades y comunidades sostenibles como uno de sus objetivos, la construcción sostenible entonces será el proceso

y conjunto de acciones que permitan generar edificaciones nuevas que reduzcan significativamente el impacto negativo del desarrollo urbano en la ciudad y en teoría alcance un nivel de sustentabilidad ambiental, sin embargo para realizar construcciones sostenibles se necesita una gestión ambiental de los procesos constructivos, recursos y materiales empleados así como del consumo de recursos durante el funcionamiento de la edificación.

Dourojeani, (2000), precisa,

La gestión ambiental es la búsqueda de soluciones a los conflictos ambientales compatibilizando las necesidades humanas y el entorno. (...) un conflicto ambiental es aquello que cada individuo percibe como tal desde su particular punto de vista personal. Cada persona emite juicios sobre la base de sus conocimientos y de la percepción de las situaciones que lo afectan; por lo tanto, mientras no perciba cómo lo afecta directamente un caso específico de deterioro del medio ambiente no lo considera un conflicto. (p.42)

Es comprensible entonces el poco interés de las autoridades y la reducida gestión ambiental puesto que la mayoría de las personas en las ciudades latinoamericanas no se preocupan por el medio ambiente, su preocupación se centra en sus necesidades básicas como el trabajo, la economía, su alimentación y salud pero de un modo disgregado y aislado, según Leff (2006), “La crisis ambiental es una crisis de civilización producida por el desconocimiento del conocimiento” (p.24), esto significa que las personas usualmente no conocen las consecuencias de sus acciones y como estas los afecta por lo que es necesario el conocimiento internalizado en las persona para ser conscientes de sus acciones, solo así se puede asegurar una adecuada gestión ambiental.

Se puede observar que una construcción sostenible dependerá del comportamiento de las personas o en conjunto de la sociedad con respecto al medio ambiente para un beneficio común de la sociedad, esto implica una formación de las personas, la **educación ambiental** será la herramienta primaria y transversal para progresivamente alcanzar la sostenibilidad. Según el Código Técnico de Construcción Sostenible, (2021), construcción sostenible: es la práctica de crear o modificar edificaciones y habilitaciones urbanas utilizando procesos eficientes y ambientalmente responsables durante todas las etapas que conforman su ciclo de vida (p.7). La construcción de conocimiento llevará a prácticas más racionales y eficientes, en la actualidad muchas construcciones

convencionales son irracionales e ineficientes y solo nos llevan hacia un inminente colapso.

Por ende, toda construcción sostenible debe considerar mejoras significativas y cuantificables en las siguientes áreas: **la calidad ambiental, la eficiencia energética y la eficiencia hídrica**, entre otros, pero estos son los principales factores que permiten reducir el impacto de la construcción en relación con los principales componentes naturales del medio ambiente como son el suelo, el aire y el agua, o dicho de otro modo los principales vínculos entre lo urbano y la naturaleza.

2.3.1.1. La calidad ambiental

La calidad ambiental es muy importante actualmente ya que afecta directamente la habitabilidad de las edificaciones y asentamientos humanos. Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2010) “asegurar una calidad ambiental adecuada para la salud y el desarrollo integral de las personas, previniendo la afectación de ecosistemas, recuperando ambientes degradados y promoviendo (...) una producción limpia y eco eficiente (p.20)”, ya que una mala calidad ambiental puede afectar la salud de las personas y degradar el ambiente interrumpiendo las funciones de sus componentes.

El suelo es uno de los principales componentes del ambiente, por ser el sustento de la vida terrestre y cumple una serie de funciones dentro del ecosistema, como por ejemplo de absorber el agua de lluvia, producir nutrientes para las plantas las cuales oxigenan el aire y capturan el CO₂, además que sustenta las distintas actividades del ser humano como el ocio, la recreación y el descanso.

Sin embargo, en las áreas urbanas por la creciente demanda de vivienda, las actividades económicas y demás factores urbanos como la rentabilidad y movilidad el suelo es ocupado, construido y transformado perdiendo su calidad natural intrínseca y los beneficios antes mencionados.

Rueda, (2012), afirma:

El revestimiento del suelo con asfalto, cemento, hormigón, adoquines, y otros tipos de pavimentos constituye una transformación profunda del medio que afecta muy directamente al ambiente. Sobre este tipo de superficies, el agua de lluvia resbala sin penetrar y se dirige al sistema de alcantarillado. Al no existir un suelo

orgánico e inorgánico capaz de retener el agua y de almacenar nutrientes, el crecimiento de las plantas es imposible (p.179).

La calidad del ambiente se debe abordar desde el paradigma de la sostenibilidad para lo cual la construcción convencional ya no es suficiente, las nuevas edificaciones deben responder a los retos actuales y recuperar o mantener una proporción de suelo permeable dentro de las áreas urbanas para dotar de calidad ambiental a la edificación, reducir las emisiones de CO₂, afrontar el cambio climático y reducir la degradación del ambiente entre otros, que son los retos de la sociedad actual, por lo que es necesario desarrollar una construcción con calidad ambiental.

Un nuevo urbanismo que propone una forma de ocupar el suelo considerando la permeabilidad del suelo y revalorando los beneficios de este para las personas, Rueda, (2012), precisa: “La proporción de suelo permeable ha sido propuesta por algunos autores, especialmente en Alemania, como un buen indicador de la calidad ambiental de una ciudad” (p.178). Por tanto, se puede denominar **urbanismo ecológico** a la construcción y gestión de la ciudad que atiende los aspectos medioambientales como el incremento del área verde para reducir la contaminación del aire y dotar de calidad ambiental a las edificaciones con el fin de ocupar el suelo de forma sostenible.

Por otro lado, la calidad ambiental no solo se alcanza con áreas verdes, durante el mismo proceso de construcción se consume gran cantidad de recursos humanos, energía y materiales que degradan el medio ambiente. El **recurso humano** es decir los trabajadores y obreros en una construcción son un factor determinante del consumo de energía y recursos naturales que conlleva dicha construcción. Por ejemplo, en un m³ de concreto se emplea aproximadamente 15 horas hombre (hh) según el análisis unitario de la Revista Constructivo, por lo cual una construcción sostenible considerando estos factores gestionará de forma responsable y eficiente sus recursos humanos, energía y materiales, cuidando así la calidad del ambiente.

Otro aspecto a gestionar para la calidad ambiental, es la selección de materiales a emplear y la generación de residuos durante la construcción, ya que se conoce el efecto en el medio ambiente de la producción de ciertos materiales como el cemento y acero de construcción, según Rueda, (2012), “más de dos toneladas de materiales son precisas para edificar un metro cuadrado estándar de edificación (...), mientras la fabricación de cemento y acero usados en ese metro cuadrado estándar ocasionan emisiones de más de

350 kg. de CO2 equivalentes” (p.144), además que sus **residuos** mal dispuestos favorecen la degradación de los ecosistemas por la contaminación generada, es por ello importante utilizar en mayor medida materiales ecológicos o naturales que reducen el impacto en el medio ambiente ya que requieren un bajo nivel de procesamiento para su uso.

2.3.1.2. La eficiencia energética

Todas las actividades humanas requieren energía, la cual actualmente se genera mayoritariamente de la quema de petróleo y carbón, fuentes primarias de energía que tienen un efecto perjudicial en la calidad del aire al emitir durante la combustión gases de efecto invernadero (GEI), como el CO₂, causante del calentamiento global y partículas que contaminan el ambiente y pueden afectar la salud de los seres humanos, así como de las plantas y animales, asimismo, al aumentar la población aumenta la demanda de energía y su generación, por lo que las cantidades emitidas de GEI y contaminantes está aumentando.

Debido a esto la eficiencia energética es muy importante en todas las actividades humanas, siendo las construcciones uno de los mayores consumidores de energía, durante el proceso constructivo se emplea mucha energía a base de petróleo y posteriormente durante su uso de la edificación, esta puede consumir grandes cantidades de energía eléctrica principalmente. Según el Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2007), “el uso eficiente de la energía contribuye a asegurar el suministro de energía (...), reducir el impacto ambiental, proteger al consumidor y fortalecer la toma de conciencia en la población sobre la importancia del uso eficiente de la energía” (p. 2) En consecuencia si queremos seguir construyendo, las nuevas construcciones deben de reducir su consumo energético haciendo un uso eficiente de la energía disponible para asegurar el suministro de energía para futuras construcciones.

Bajo el paradigma de la sostenibilidad, para reducir el consumo energético de las construcciones existen varias alternativas que principalmente se pueden dividir en: hacer uso de la tecnología y las nuevas fuentes de energía renovable o hacer uso de técnicas bioclimáticas pasivas o una combinación de ambas.

Unos patrones de urbanismo sostenible son necesarios para que la edificación pueda basarse en directrices bioclimáticas: la orientación de los edificios, la

posibilidad de incorporar producción local de energía solar o geotérmica, la integración de elementos naturales que contribuyen a atemperar las condiciones climáticas del entorno son temas que se deben definir desde el planeamiento y que permitirán unas demandas reducidas de energía y una optimización de las fuentes renovables en la edificación posterior (Rueda, 2007, p.53).

Estos patrones o políticas sostenibles para la ciudad y las edificaciones, deben establecer las bases para el uso eficiente de la energía en todas las edificaciones, fomentando el uso de **energías renovables** menos contaminantes y reduciendo el consumo energético lo cual reducirá las emisiones de GEI.

Otro efecto muy importante de la eficiencia energética en la edificación o construcción es el **ahorro de energía**, ya que implica una optimización del uso de la energía en la edificación, reduciendo las pérdidas y el consumo de energía, lo cual se traduce en un ahorro de energía que beneficia a los usuarios, al medio ambiente al reducir las emisiones de GEI y la contaminación, alineándose a los principios de sostenibilidad.

2.3.1.3 La eficiencia hídrica

El recurso hídrico es un elemento esencial para la vida del ser humano y de la flora y fauna, además de ser un recurso necesario para muchas de las actividades humanas, entre ellas la construcción, debido a que es un recurso finito y escaso en el planeta, debe de ser gestionado y utilizado de forma eficiente para poder asegurar su abastecimiento para las generaciones futuras.

En Lima se registra prácticamente una nula precipitación (alrededor de 25 mm al año). Las fuentes de abastecimiento provienen de aguas superficiales y subterráneas. El agua superficial registra un caudal promedio mensual de 39 m³ /s (29,5 del río Rímac, 5,1 del río Chillón y 4,5 de Lurín). El uso poblacional representa 75%, el uso agrícola, 22%, y el industrial, incluido el minero, representa 3% (ANA, 2013). Esto significa que la ciudad y las edificaciones en su conjunto son el mayor consumidor del recurso hídrico en Lima.

Uno de los principales efectos de la eficiencia hídrica en la construcción, es el ahorro de agua, ya que durante el proceso constructivo se utiliza una gran cantidad de

agua para la elaboración de concreto y posteriormente durante el funcionamiento de la edificación, esto hace que su gestión y manejo eficiente en la construcción sea un requisito para la sostenibilidad de la ciudad.

La gestión de los recursos hídricos se inicia con la planificación cuyo objetivo principal es satisfacer la demanda de agua en armonía con el desarrollo social, promoviendo un uso sostenible, equilibrando la oferta con la demanda, como la conservación y protección de la calidad en las fuentes naturales (Plan Nacional de Recursos Hídricos, 2013, p.4)

Un uso y consumo eficiente de los recursos hídricos en la ciudad supone un ahorro en la construcción y consumo de las edificaciones de este recurso escaso y vital para todas las actividades del ser humano. Para poder abastecer la creciente demanda de este recurso las nuevas construcciones deben ser más eficientes en su consumo y utilización del agua.

Dentro de los principales instrumentos para una eficiencia hídrica en construcción tenemos la gestión del recurso hídrico, los **elementos prefabricado** que ahorran tiempo en construcción y reducen su consumo de agua, así como los **sistemas ahorradores de agua** dentro de la edificación o plantas de bajo consumo hídrico que permiten un mayor ahorro de agua.

2.3.2. La sustentabilidad ambiental

La tierra se define como una entidad física, en términos de su topografía y naturaleza espacial; si se adopta una visión más amplia, incluye además los recursos naturales: los suelos o territorios, el agua de los océanos y ríos y el aire que comprende la tierra. Estos componentes están integrados en todos los ecosistemas y proporcionan una variedad de servicios eco sistémicos indispensables para mantener los sistemas sustentadores de la vida y la capacidad productiva del medio ambiente.

Los recursos naturales pueden variar con el tiempo y según las condiciones de su ordenación y los usos que se les den. “Las crecientes necesidades humanas y el aumento de las actividades económicas ejercen una presión cada vez mayor sobre los recursos naturales, suscitan la competencia y los conflictos y llevan a un uso impropio de la tierra y los recursos” (ONU, Programa 21, 1993). Esto en efecto se observa en la reducción de

bosques por la tala de madera y la agricultura extensiva, la contaminación de los ríos por el vertimiento de aguas servidas de las ciudades asentadas en su curso y en la contaminación y polución del aire por la gran cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) debido al consumo energético cada vez mayor de la sociedad.

Según los informes de la ONU en la actualidad la humanidad está consumiendo más de lo que el planeta puede producir y asimilar en un año por lo que se encuentra en déficit ambiental y en una evidente insustentabilidad ya que se necesita más de un planeta para satisfacer la demanda actual, “hoy ya se podría muy bien hablar de una insustentable sustentabilidad, del comprobado alcance de una real insustentabilidad. Al mismo tiempo que se establece la noción ecuménica de sustentabilidad” (Fernandez, 2000, p.1) Todo esto afecta al mundo entero y a todas las sociedades puesto que todos los ecosistemas naturales están vinculados. Al proteger al medio ambiente, los recursos naturales, nos estamos protegiendo a nosotros mismos que dependemos de todos estos recursos.

Si se quiere satisfacer en el futuro las necesidades humanas de manera sostenible, es esencial resolver ahora esos conflictos y encaminarse hacia un uso más eficaz y eficiente de la tierra y sus recursos naturales. Un enfoque integrado de la planificación y gestión del medio físico y del uso de la tierra es una forma eminentemente práctica de lograrlo (Programa 21, Cap. 10, 1993, p.1).

Como resultado de este enfoque integrador, se desarrolló un programa de acción sobre Desarrollo Sostenible, Programa 21, o también llamado Agenda 21, la cual debía servir de guía para que cada gobierno desarrollara su propia Agenda 21 local de acuerdo a sus propias condiciones particulares, lo cual posteriormente se sintetizó el 2015 en los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), entre los cuales se encuentra ciudades y comunidades sostenibles.

Analizando todos los usos de los recursos naturales y gestionando su uso y consumo racional por la población y la ciudad, se puede hacer más eficiente su consumo, reducir al mínimo los conflictos y obtener una comunidad sostenible, vinculando el desarrollo social y económico con la protección y el mejoramiento del medio ambiente, contribuyendo así a lograr los objetivos del desarrollo sostenible, ODS.

2.3.2.1. La huella ecológica

Desde que apareció el concepto de huellas en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano (Estocolmo, 1972) y también en el Informe “Los Límites del Crecimiento” se vio la necesidad de medir el consumo y agotamiento de los recursos naturales globales y el efecto que tienen las actividades humanas en la naturaleza, para estimar la sostenibilidad de las actividades humanas, una herramienta muy útil son los indicadores; “los indicadores son variables que representan a otra variable o a un conjunto de variables en un modelo simplificado del sistema de estudio”, (Achkar, 2005, p.4) por tanto, la huella ecológica (HE) es un indicador simplificando la relación entre las actividades del ser humano y los recursos naturales.

Es una herramienta que ayuda a analizar la demanda de naturaleza que ejerce la humanidad y de sus actividades, mide la superficie necesaria, calculada en hectáreas, para producir los recursos consumidos por un ciudadano, una actividad, ciudad o región, así como la necesaria para absorber los residuos que genera, independientemente de donde estén localizadas estas áreas.

Se trata de un indicador, para determinar la sustentabilidad de las actividades humanas, la ventaja que presenta es la posibilidad de realizar comparaciones. La huella ecológica ha sido utilizada como una importante herramienta en el análisis y la búsqueda de desarrollo del turismo sustentable (Hunter & Shaw, 2007). Sin embargo, esta no considera los impactos generados por el viaje de los turistas al lugar de destino.

La metodología de la huella ecológica (HE) realiza cálculos combinando el uso de energía, alimentos, materias primas y agua. “También se usa para medir los impactos relacionados con el transporte y la producción de residuos, así como la pérdida de tierras **productivas asociadas a la construcción de edificios**, calles y otros aspectos del ambiente construido” (Hunter & Shaw, 2007, como citado en Teixeiras, 2012), los factores de conversión para la unidad de hectáreas globales (gha) son utilizados para expresar la magnitud del impacto en todos los componentes. La ciudad y la actividad de la arquitectura genera impactos en el medio ambiente al promover la movilización de personas o usuarios, ocupar tierra para la edificación y consumir materiales y recursos en su construcción, así como en su funcionamiento y mantenimiento.

Las ciudades y asentamientos urbanos son el **hábitat** creado por la actividad humana para su supervivencia. “Toda la actividad humana junto con todos sus productos puede modelarse y regularse de forma global con el fin de formar un ecosistema artificial

global. Este ecosistema artificial garantizaría la máxima eficacia (ecológica, funcional y económica) de la actividad humana” (Garrido, 2017, p.33). Este nuevo enfoque del hábitat como un ecosistema artificial que cohabita con el ecosistema natural en equilibrio es la base para la sostenibilidad.

2.3.2.2. La huella de carbono

La huella de carbono representa el volumen total de gases de efecto invernadero (GEI) que producen las actividades económicas y cotidianas del ser humano. Conocer el dato expresado en toneladas de CO₂ emitidas es importante para tomar medidas y poner en marcha las iniciativas necesarias para reducirla al máximo, mediante una gestión adecuada.

Las fuentes móviles constituidas por el parque automotor, así como las fuentes fijas, entre otros miles de actividades, dejan atrás una estela de gases que se acumulan en la atmósfera y sobrecalientan el planeta. Estas emisiones aceleran el cambio climático, como advierte la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y si no las neutralizamos a tiempo con la descarbonización de la economía y otras medidas en nuestras ciudades, como los impuestos ambientales o la gestión energética, nos espera un mundo más inhóspito a la vuelta de la esquina.

El Ministerio del Ambiente (2015), precisa sobre la huella de carbono:

Es un indicador que pretende reflejar la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto. Tal impacto ambiental es medido llevando a cabo un inventario de emisiones o un análisis de ciclo de vida según la tipología de huella, siguiendo normativas internacionales reconocidas (p.1).

La huella de carbono es un indicador que ha adquirido fuerza en los últimos años en varios sectores, incluido el turismo, a medida que el cambio climático se incrementa (Cadarsó et al., 2015, como citado en Sandoval, 2021). Es por ello que la huella de carbono es un importante instrumento de gestión para conservar las condiciones de **salud y bienestar** del medio ambiente. La huella de carbono tiene estrecha relación con la huella ecológica (HE) al derivarse de esta, pero tiene un enfoque centrado en la reducción de emisiones de CO₂ y la gestión del consumo de energía.

2.3.2.3. La huella hídrica

El agua es esencial para la vida y la conservación de su calidad es vital. La cantidad de agua dulce existente en la Tierra es limitada, y su calidad está sometida a una presión constante. Esta problemática hace necesario generar herramientas que permitan medir los impactos potenciales que causan las actividades humanas sobre el recurso hídrico.

La huella hídrica tiene necesariamente una dimensión temporal y una dimensión espacial. Se debe calcular con datos recogidos en un período de tiempo concreto y en un lugar geográfico perfectamente delimitado. La huella de agua es un indicador geográficamente explícito, que no solo muestra volúmenes de uso y contaminación de agua, sino también las ubicaciones. Sin embargo, la huella de agua no proporciona información sobre cómo el agua consumida afecta positiva o negativamente a los recursos locales de agua, los ecosistemas y los medios de subsistencia.

El consumo directo para la fabricación de un producto incluye el agua utilizada y/o contaminada durante el proceso de fabricación y el agua incorporada en el propio producto como ingrediente. Por su parte, el consumo indirecto corresponde a toda el agua necesaria para producir las diferentes materias primas utilizadas en el proceso, productos de la cadena de suministro.

Bueno-Pérez (2019) señala:

La huella hídrica puede considerarse como un indicador de la proporción de extracciones anuales y disponibilidad de agua; permite realizar comparaciones de la presión a la que está sometido el recurso hídrico en zonas, regiones y países. Además, puede contribuir a la **planificación de la distribución** y gestión del agua en uso agrícola y urbano (p.1).

La huella hídrica se descompone en tres elementos, **huella azul, que es el volumen de agua dulce extraída de un cuerpo de agua superficial o subterránea,**

huella verde, que es el volumen de agua de precipitación que es evaporada en el proceso productivo y la huella gris, que es el volumen de agua contaminada, además existen diferentes métodos de cálculo como el método de escasez hídrica que incorpora el índice de estrés hídrico en su cálculo.

2.4. Definiciones conceptuales de variables e indicadores:

2.4.1. Construcción sostenible

Según el Código Técnico de Construcción Sostenible, (2021), construcción sostenible: es la práctica de crear o modificar edificaciones y habilitaciones urbanas utilizando procesos eficientes y ambientalmente responsables durante todas las etapas que conforman su ciclo de vida (p.7).

2.4.1.1. Calidad ambiental

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2010) “asegurar una calidad ambiental adecuada para la salud y el desarrollo integral de las personas, previniendo la afectación de ecosistemas, recuperando ambientes degradados y promoviendo (...) una producción limpia y eco eficiente” (p.20)

2.4.1.2. Eficiencia energética

Según el Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2007), “el uso eficiente de la energía contribuye a asegurar el suministro de energía (...), reducir el impacto ambiental, proteger al consumidor y fortalecer la toma de conciencia en la población sobre la importancia del uso eficiente de la energía” (p. 2)

2.4.1.3. Eficiencia hídrica

La gestión de los recursos hídricos se inicia con la planificación cuyo objetivo principal es satisfacer la demanda de agua en armonía con el desarrollo social, promoviendo un uso sostenible, equilibrando la oferta con la demanda, como la conservación y protección de la calidad en las fuentes naturales (Autoridad Nacional del Agua, 2013, p.4)

2.4.2. Sustentabilidad ambiental

Un enfoque integrado de la planificación y gestión del medio físico y del uso de los recursos naturales es una forma eminentemente práctica de lograr la sostenibilidad ambiental, se puede vincular el desarrollo social y económico con la protección y el mejoramiento del medio ambiente (Programa 21, Cap. 10, 1993, p.1).

2.4.2.1. La huella ecológica

Es un indicador que mide la superficie necesaria, calculada en hectáreas, para producir los recursos consumidos por un ciudadano, una actividad, país, ciudad o región, así como la necesaria para absorber los residuos que genera, independientemente de donde estén localizadas estas áreas. Es el área de territorio productivo o ecosistema acuático, necesario para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población (Achkar, 2005, p.8).

2.4.2.2. La huella de carbono

Es un indicador que pretende reflejar la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto. Tal impacto ambiental es medido llevando a cabo un inventario de emisiones o un análisis de ciclo de vida según la tipología de huella, siguiendo normativas internacionales reconocidas (Ministerio del Ambiente, 2015, p.1).

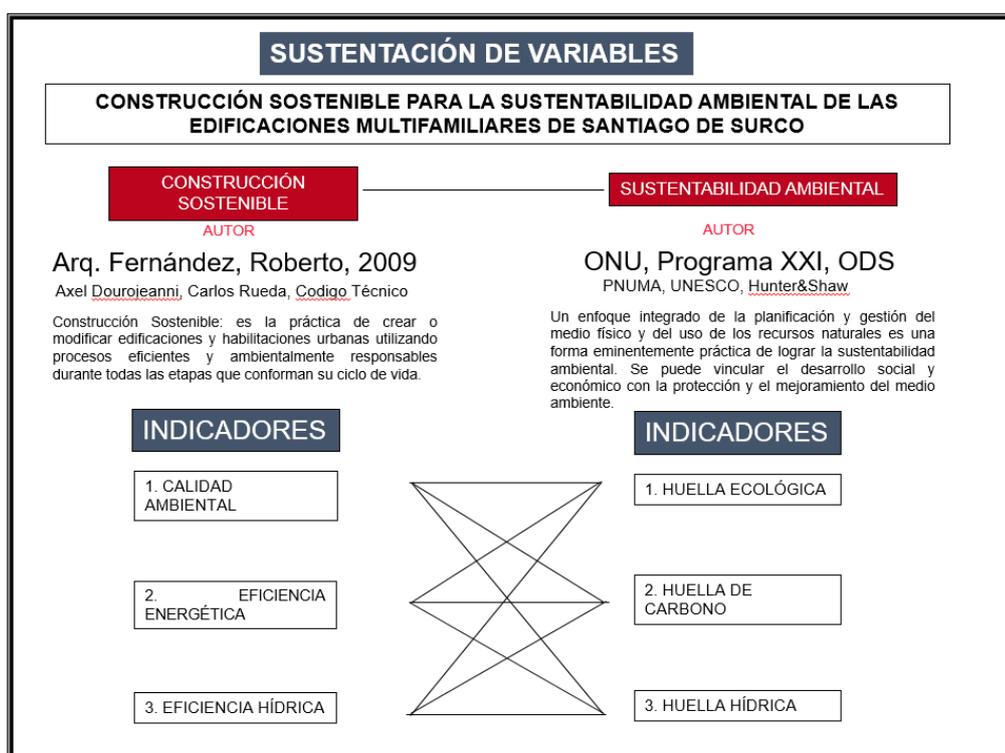
2.4.2.3. La huella hídrica

La huella hídrica puede considerarse como un indicador de la proporción de extracciones anuales y disponibilidad de agua; permite realizar comparaciones de la presión a la que está sometido el recurso hídrico en zonas, regiones y países. Además, puede contribuir a la planificación de la distribución y gestión del agua en uso agrícola y urbano (Bueno-Pérez, 2019, p.1).

2.5. Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis

Gráfico 5

Esquema de Variables



Fuente: Elaboración propia.

2.6. Hipótesis

2.6.1. Hipótesis general

La construcción sostenible por su reducción del consumo de recursos naturales tiene efecto positivo en la sustentabilidad ambiental de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.

2.6.2. Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1:

La calidad ambiental por considerar criterios ambientales afecta negativamente en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.

Hipótesis específica 2:

La eficiencia energética por reducir el consumo de energía afecta negativamente en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.

Hipótesis específica 3:

La eficiencia hídrica por reducir el consumo de agua afecta negativamente en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.

2.7. Variables de estudio

Variable independiente X: La construcción sostenible

Variable dependiente Y: La sustentabilidad ambiental

Matriz de Consistencia y Operacionalización de las Variables ver en Anexos.

Capítulo 3. Marco metodológico

3. Marco metodológico

3.1. Tipo, método y diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación será de tipo aplicada, según Tamayo, parte de los conocimientos y aportes de la investigación básica para su aplicación. Confronta la teoría con la realidad, (2010). Para proponer alternativas de solución a la problemática ambiental causada por las construcciones de edificios multifamiliares en el distrito de Santiago de Surco. En cuanto al diseño, es no experimental transversal, (Sampieri, 2014). El propósito de la investigación es describir las variables y analizar su interrelación en un momento determinado.

El nivel de la investigación es explicativo porque establece relación de causalidad entre la variable independiente, la construcción sostenible y la variable dependiente, la sustentabilidad ambiental y entre sus sub variables o indicadores.

3.1.2. Método de investigación

El enfoque de la investigación es Mixto porque pretende medir las variables de estudio y comprenderlas, para ello triangula métodos e instrumentos Cuantitativos y Cualitativos.

La investigación recurrió a Métodos Generales: Analítico-Sintético, Deductivo-Inductivo, Método de Observación, (Documental, Directa, Indirecta) y Métodos Estadísticos, entre otros.

La investigación recurrió a Métodos Específicos: Estos métodos estarán en función del objeto de estudio calidad ambiental, eficiencia energética e hídrica, sustentabilidad ambiental, entre otros.

3.1.3. Diseño de la investigación

El diseño de investigación es no experimental por tanto se observará los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizar las variables de estudio en la situación actual en la que se encuentran sin manipulación, (*The SAGE Glossary of the Social and Behavioral Sciences*, 2009, como citado en Sampieri, 2014, p.152). El estudio de casos, es un proceso de indagación caracterizado por el examen sistemático y en profundidad de casos de lugares o áreas urbanas únicas. Constituye un campo privilegiado para comprender en profundidad los fenómenos sociales, políticos, económicos y ambientales.

Según la intervención del investigador, la investigación es observacional, pues no se manipulan los datos y reflejan la evolución natural de los eventos entre las variables de estudio, la construcción sostenible y la sustentabilidad ambiental en el distrito de Santiago de Surco.

Según la planificación de toma de datos, es prospectiva, pues se tomaron los datos a propósito de la investigación y según el número de ocasiones en que se miden las variables de estudio es transversal, tomando como fecha de la medición el periodo 2021 y 2022.

3.2. Población y muestra

El universo está constituido por la población del distrito de Santiago de Surco que es aproximadamente de 518,548 habitantes y la población está constituida por los propietarios, arquitectos y usuarios de las edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco, Kerlinger y Lee (2002), definieron a la población como: “el grupo de elementos o casos, ya sean individuos, objetos o acontecimientos, que se ajustan a criterios específicos y para los que pretendemos generalizar los resultados de la investigación. Este grupo también se conoce como población objetivo o universo”.

La Población, es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones que se denominan parámetros o criterios de inclusión o exclusión. Criterio de inclusión, características que hacen que una persona o un elemento sean considerados como parte de la población. Criterio de exclusión, es una condición que al

agregarse hace que una persona o elemento sea excluida de la población. La muestra, es un subgrupo de la población que tiene que tener los mismos parámetros.

1. Edificaciones multifamiliares
2. Responsables de la construcción
3. Población afectada
4. Expertos

Criterios para la selección de la muestra:

1. Edificaciones multifamiliares, el criterio para la selección de la muestra por tratarse de una población finita de 50 edificaciones multifamiliares proyectadas y construidas en el área de estudio entre el 2021 y 2022 que siguen o no algún criterio de calidad ambiental, eficiencia energética y eficiencia hídrica, características de la muestra que se agruparán por su altura más representativa entre 3 a 5 pisos, la selección será aleatoria probabilística sistémica, denominada también K-ésimo.

Tabla 2

Números Aleatorios

Item	Proyecto	Empresa / Propietario	Proyectista	Ubicación
1	Edificio Multifamiliar Loma del Pilar	MTS CONTRATISTAS S.A.C.	Arq. William Tomas Sarmiento Pacora (CAP 18540)	Calle Loma del Pilar 334-338, Urb. Prolongación Benavides - II Etapa
2	Vivienda Multifamiliar	Edgardo Miguel Contreras Ormeño	Arq. Janette Alva Navarro (CAP 6563)	Jr. Poseidon, Mz. A-9, Lt. 42, Urb. Sagitario
3	Vivienda Multifamiliar	GED PERU S.A.C.	Arq. Eva Rocio Cubillas Quispe (CAP 10162)	Av. Paseo La Castellana, Mz. H, Lt. 16, Urb. La Castellana
4	Vivienda Multifamiliar (Ord.595)	YOKE S.A.C.	Arq. Diego Alonso Delgado Cuzzi (CAP 13768)	Jr. Batallon Libres de Trujillo, Mz. IX, Lt. 03, Urb. Santa Teresa
5	Edificio Multifamiliar Higuiereta	CR EDIFICACIONES S.A.C.	Ing. Olano Alvarado, Sebastian Alonso (CIP 238748)	Av. Higuiereta 334, Urb. Alborada
6	Edificio Multifamiliar	Alfaro Bravo Jorge Leonardo	Arq. Marco Sanguineti Podesta (CAP 4206)	Jr. Honduras 255-259, Urb. Santa Rita
7	Vivienda Multifamiliar	Kiara Nicoll Beizaga Balarezo	Arq. Juan A. Urteaga Mucachi (CAP 6427)	Calle Pedro Abad Galiane 276-280, Urb. Vista Alegre

Item	Proyecto	Empresa / Propietario	Proyectista	Ubicación
	Vivienda		Arq. Gonzalo Martin	Av. Jorge Chavez 928, Urb.
8	Multifamiliar	Elber Lorenzo Fernandez Silva	Rodriguez Nobaru (CAP 4632)	Jorge Chavez
	Edificio	PROVERBIOS		
	Multifamiliar	INVERSIONES	Arq. Rodrigo Arias Secada	Calle Irma Gamero de Planas
9	Gamero (Ord.595)	INMOBILIARIAS E.I.R.L.	(CAP 19561)	137-139, Urb. El Dorado
	Vivienda		Arq. Fernando Melendez	Esquina Jr. Chimu Capac con Calle Huriguas, Urb. Los
10	Multifamiliar	Emilio Israel Lazo Zegarra	Cardenas (CAP 3646)	Rosales
	Vivienda	FCM CONSTRUCCIONES	Arq. Susana Rosa Calmet	Calle Jose Osorio Mz. N-1, Lt.
11	Multifamiliar	S.A.C.	Bernal (CAP 4016)	8-9, Urb. Vista Alegre
	Vivienda	Inmobiliaria Arquitectura y	Arq. Stefany Retamozo Rivas	Calle Conde de la Vega 157-159,
12	Multifamiliar	Diseño S.A.C.	(CAP 22308)	Urb. Bella Luz
	Edificio	Inversiones Inmobiliarias	Arq. Adolfo Chavez (CAP	Calle El Viñedo, sección 1, lt. F,
13	Multifamiliar Vemia	Cuatro S.A.C.	3891)	G y H, Urb. La Talana
	Vivienda	CENTRAL INMOBILIARIA	Arq. Cynthia Ruiz Quintana	Jr. Kenko con Jr. Sor Tita 399,
14	Multifamiliar	PERU S.A.C.	(CAP 15164)	Urb. El Rosedal
	Vivienda		Arq. Gabriel Gamarra Sanchez	Jr. San Tadeo Mz. T, Lt. 03, Urb.
15	Multifamiliar	Fernando Luis Panizo Soler	(CAP 11410)	Las Violetas
	Vivienda		Arq. Henriquez Brinotto	Calle San Camilo y Av.
	Multifamiliar,	Inversiones en Inmuebles Lima	Roberto Marco Antonio (CAP	Encalada mz. C, Lt. 1 y 2, Urb.
16	Comercio y Oficinas	S.A.C.	11619)	Lima Polo Hunt Club
	Vivienda		Arq. Hector Flores Timoteo	Jr. Las Cantutas Mz. L1, Lt. 25,
17	Multifamiliar	Samaniego Miranda Irene	(CAP 18479)	Urb. Casuarinas Sur III Etapa
	Vivienda			Av. Las Casuarinas Mz. D, Lt.
	Multifamiliar		Arq. Alfonso de la Piedra	16-17, Urb. Huertos de San
18	(Ord.595)	CR EDIFICACIONES S.A.C.	(CAP 3256)	Antonio
	Vivienda		Arq. Ana Maria Betsabe	Calle Pedro Cordova 135-137-
19	Multifamiliar	FAMPAR S.A.C.	Alarcon Nuñez (CAP 3838)	139, Urb. Vista Alegre
	Vivienda Sostenible			
	Multifamiliar (Ord.	METROPOLI PROYECTO 2	Arq. Diego Alonso Delgado	Jr. Jacaranda Mz. G, Lt. 04, Urb.
20	595)	S.A.C.	Cuzzi (CAP 13768)	Valle Hermoso Residencial
	Vivienda		Arq. Alfredo Queirolo (CAP	445, Urb. Las Magnolias de
21	Multifamiliar	QUIMICA BAOR S.A.C.	3011)	Surco
	Vivienda			
	Multifamiliar Las		Arq. Gerardo J. Torres Herrera	Calle Los Perales (Ex Lilas) Mz.
22	Lilas	David Lanao Castillo	(CAP 16033)	A, Lt. 6-7, Urb. El Palmar
	Vivienda			
	Multifamiliar Los		Arq. Andrea Leyva Huapaya	Calle El Prado Mz. A, Lt. 24,
23	Vicus	Enrique Paredes Huapaya	(CAP 8820)	Urb. La Calesa
	Vivienda	VIDARQ INMOBILIARIA	Arq. Jorge Garrido Lecca B.	Esquina Av. Paseo de la
24	Multifamiliar	S.A.C.	(CAP 1172)	República con Calle Doña Juana

Item	Proyecto	Empresa / Propietario	Proyectista	Ubicación
	Edificación			
	Sostenible			
25	Multifamiliar Monte Umbroso (Ord. 595)	INVERSIONES BORGO S.A.C.	Arq. Alfonso de la Piedra (CAP 3256)	Av. Alameda Monte Umbroso Mz. A, Lt. 07, Urb. Bella Luz
	Conjunto			
26	Residencial Naranjuelo	INMOBILIARIA NARANJUELO S.A.C.	Arq. Alfonso de la Piedra (CAP 3256)	Jr. Combate de Angamos Mz. A, Lt. 1, Urb. Naranjuelo
	Vivienda		Arq. Silvia Liliana Saldivar Antunez de Mayolo (CAP 4109)	Esquina Calle Las Tulipas con Jr. Las Petunias, Urb. El Palmar
27	Multifamiliar	Eudosia Neyra Rosas	Arq. Lelis Janhs Cayao Sanchez (CAP 15261)	Calle Monte Caoba Mz. O-1, Lt. 04, Urb. Monterrico Sur
28	Multifamiliar	Marco Antonio Sanchez Rodriguez	Arq. Juan A. Urteaga Mucachi (CAP 6427)	Jr. Navarra Mz. D, Lt. 03, Urb. Residencial Higuiereta
29	Multifamiliar	Milagros L. Cardenas Hurtado		
	Edificio			
30	Multifamiliar (Ord. 595)	ARCADA INMOBILIARIA E.I.R.L.	Arq. Cesar Nonato Guardia Morales (CAP 7381)	Jr. Juan German Lapeyre 358-362, Urb. Proyecto Vista Alegre
	Edificio			
31	Multifamiliar SB-314	Juan Jose Garcia Florez	Ing. Jonatan Corrado (CIP 228586)	Jr. Enrique Salazar Barreto 314, Urb. Vista Alegre
	Edificio		Arq. Pablo Sanchez Peña (CAP 10555)	Esquina Av. La Merced con Jr. Kenko, Urb. El Rosedal
32	Multifamiliar Kenko	INMOBILIARIA MT S.A.C.		Jr. Parque Alto, Jr. Peña Rivera, Jr. Batalla de Miraflores (Ex Fundo La Talama)
	Conjunto	PC COSTANERA SAN MIGUEL S.R.L.	Arq. Alfonso de la Piedra (CAP 3256)	
33	Residencial Verah		Arq. Carlos Contreras Vidaurre (CAP 16303)	Calle 1, Mz. B, Lt. 05, Urb. El Totoral I
34	Multifamiliar	Roberto Sernaque Calistro	Arq. Jaime Eduardo Villegas Castañeda (CAP 3171)	Calle Baobad Mz. A, Lt. 02, Urb. Lima Polo and Hunt Club
35	Multifamiliar	Dante Gustavo Aliaga Barreda	Arq. Alfonso Cespedes (CAP 2790)	Jr. Navarra Mz. A-3, Lt. 13, Urb. Residencial Higuiereta
36	Multifamiliar	Rosa Amelia Lopez Brownhill		Av. Caminos del Inca Mz. R-1, Lt. 37, Urb. Pro. Viv.
37	Multifamiliar - Comercio	Luciano Gutierrez Montero	Arq. Karen Melendez Bernardo (CAP 14994)	Residencial Monterrico
	Edificio	VGG EDIFICACIONES S.A.C.	Arq. Viviana Guzman Garcia Gardella (CAP 9245)	Calle Coruña 117, Urb. Residencial Higuiereta
38	Multifamiliar		Arq. Gabilu Barcellos Taiman (CAP 16393)	Calle El Velero Mz. C, Lt. 13, Urb. Residencial La Castellana
39	Multifamiliar	Barcellos Taiman Gabilu	Arq. Ricardo Rivero Doimi (CAP 8907)	Jr. Aracena 319-323, Urb. Residencial Higuiereta
40	Multifamiliar	CONSORCIO INDUSTRIAL HUAMANCHACATE S.A.C.		Jr. Morro Solar Mz. C, Lt. 02-03, Urb. Valle Hermoso de Monterrico - Zona Oeste
	Edificio	GESTIÓN INMOBILIARIA LOPEZ S.A.C.	Arq. Fredd Weslen Lopez Mayo (CAP 12318)	
41	Multifamiliar			

Item	Proyecto	Empresa / Propietario	Proyectista	Ubicación
	Vivienda		Arq. Erwin William Ramirez	Calle 2, Mz. B, Lt. 18, Urb. Los
42	Multifamiliar	Johon Carbajal Pasquel	Chavez (CAP 6548)	Alamos de Monterrico
	Vivienda	CADIZ GRUPO	Arq. Eric Patherson Cabrera	Jr. Marcona 341-345, Urb.
43	Multifamiliar	INMOBILIARIO S.A.C.	Iribarren (CAP 14604)	Residencial Higuiereta
	Conjunto	ACTIVA INMOBILIARIA	Arq. Aranda Azabache (CAP	Calle Batallon Concepción 153,
44	Residencial Inspira	S.A.C.	2108)	Urb. Santa Teresa
	Edificio Residencial	PJRG CONSTRUCCIONES	Arq. Nuñovero Espinoza Jose	Calle Sor Mate 389, Urb. El
45	El Rosal	E.I.R.L.	Martín (CAP 20314)	Rosal
	Vivienda		Arq. Christian Castillo	Jr. Marginal de la Selva Mz. T-1,
46	Multifamiliar	Manuel Angel Cueva Carranza	Rodriguez (CAP 9206)	Lt. 11, Urb. Residencial
	Vivienda	MEZYMOL INVERSIONES	Arq. David Salazar Izusqui	Higuiereta
47	Multifamiliar	S.A.C.	Villanueva (CAP 5021)	Esquina Jr. Loma Redonda con
	Vivienda		Arq. Jose Zambrano Estevez	Calle Loma Clara, Urb.
48	Multifamiliar	Juan Carlos Cobeñas Paico	(CAP 19935)	Prolongación Benavides
	Vivienda		Arq. Carlos Contreras Vidaurre	Calle Marquez de la Concordia
49	Multifamiliar	Exaltación Ojeda Cruz	(CAP 16303)	198, Urb. La Virreyna
	Vivienda		Arq. Alvaro Villavicencio	Jr. Diana Mz. A-18, Lt. 13, Urb.
50	Multifamiliar	Alvaro Villavicencio Cortez	Cortez (CAP 12877)	Sagitario
	Vivienda			Calle Viña Marengo 335, Urb.
				Los Jardines de Surco

Fuente: Elaboración propia.

La fórmula del K-ésimo es el siguiente

$$K = N/n$$

$$N = \text{Universo: } 50$$

$$n = \text{Unidades muestrales a seleccionar: } 10\%$$

$$K = N/n$$

$$N = 50$$

$$n = 10\%$$

$$K = 50/10$$

$$K\text{-ÉSIMO} = 5$$

2. Responsables de Construcción, para la selección de la muestra es no probabilístico por conveniencia o por juicio, en consecuencia, se selecciona a los responsables de empresas constructoras privadas y funcionarios de la Gerencia de

Desarrollo Urbano de la Municipalidad de Santiago de Surco por conveniencia que tienen competencia en la gestión urbana y construcción en el distrito, así como empresa prestadora de servicio Luz del Sur y Sedapal.

3. Población afectada, para la selección de la muestra por tratarse de una población “Infinita”, afectada por las edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco se consideró el criterio de selección estadístico, para lo cual se aplicará la Fórmula Estadística de Afijación Proporcional:

De acuerdo a la cantidad de nuevas edificaciones residenciales: 10,154 habitantes

$$n = \frac{Z^2 pqN}{e^2 (N - 1) + Z^2 pq}$$

$$n = \frac{1.96^2(0.80)(0.20)10154}{0.05^2(10154 - 1) + 1.96^2(0.80)(0.20)}$$

$$n = 240 \text{ habitantes}$$

Equivalencia

n = Tamaño de la muestra:

N = Población o universo: 10,154 habitantes

Z = Nivel de confianza 95%, cuyo valor es 1.96 extraída de la tabla de desviación normal.

p = 0,8 Nivel de Éxito (Probabilidad a favor)

q = 0,2 Nivel de Fracaso

e = Margen de Error = 0,05

4. Expertos, para la selección de la muestra se consultará de forma no probabilística por conveniencia para la investigación a especialistas en construcción, construcción sostenible, gestión ambiental y gestión urbana. **(4 expertos)**

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Técnicas de recolección

Procedimientos realizados por el investigador para obtener información sobre un determinado fenómeno, hecho o caso a fin de realizar registros que conlleven a su posterior análisis. Entre las distintas técnicas de recolección se utilizarán las siguientes:

Base de datos, se utilizará la base de datos estadísticos del INEI, Instituto Nacional de Estadísticas e Información, así como la base de datos de la Municipalidad de Lima y la Municipalidad de Santiago de Surco.

Análisis documental, se utilizará documentación técnica como planos de arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias y eléctricas de los nuevos proyectos de edificaciones multifamiliares presentados a la Municipalidad de Santiago de Surco.

Registro de observación, se utilizará las observaciones directas realizadas por el investigador en visitas de campo a distintas edificaciones y durante fechas distintas previamente seleccionadas en el distrito de Santiago de Surco.

Encuestas, a la población local, habitantes y usuarios de las edificaciones multifamiliares en el distrito de Santiago de Surco.

Entrevistas, a profesionales expertos del ámbito de construcción y materias objeto de estudio, así como a funcionarios del área de desarrollo urbano de la Municipalidad de Santiago de Surco.

3.3.2. Instrumentos de recolección

Herramienta u hoja de registro que permitirá obtener información de una fuente determinada. El registro es realizado por el propio investigador o por otras personas que integren la muestra. Los instrumentos a utilizar de acuerdo a las técnicas de recolección antes referida serán: Guía de entrevista, Cuestionario, Sistema de Información, Registro de análisis de documentos técnicos y Registro de observaciones.

3.4. Descripción de procedimientos de análisis de datos

Las Técnicas de procesamiento y análisis de datos consisten: en procesar los datos obtenidos de la muestra objeto de estudio durante el trabajo de campo. Tiene como fin generar resultados a partir de los cuales se realizará el análisis según los objetivos e hipótesis de la investigación realizada.

Se analizarán los datos obtenidos de la documentación técnica de manera cuantitativa, a partir de los resultados de las encuestas, utilizando para el efecto el IBM STATISTICS SPSS 25, el mismo que permitirá a su vez procesar los cuadros estadísticos, así como la contrastación de las hipótesis, utilizando la Estadística de Prueba Rho de Spearman. Para el análisis de los datos cualitativos, se utiliza el software ATLAS TI, para el efecto se organiza la información considerando las dimensiones e indicadores de las variables.

De otro lado se utilizarán para el análisis de los datos obtenidos, así como para la contrastación de las hipótesis los criterios de sostenibilidad de la Certificación (EDGE), teniendo en cuenta lo establecido en documentos internacionales y nacionales, así como en las teorías de análisis.

Capítulo 4. Resultados y discusión de resultados

4. Resultados y discusión de resultados

4.1. Análisis de Resultados.

4.1.1. Resultados de Hipótesis General.

Hipótesis: La construcción sostenible por su reducción de consumo de recursos naturales tiene efecto positivo en la sostenibilidad ambiental de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.

4.1.1.1. Variable Construcción Sostenible

Se tomó como referencia los principales indicadores de esta variable, que fueron: normas edificatorias sostenibles, reducción de consumo de recursos naturales y procesos eficientes, los resultados obtenidos de la muestra seleccionada fueron:

- Normas edificatorias sostenibles

Se presenta a continuación en la tabla 1, la cantidad de edificios multifamiliares de la muestra que se acogen a alguna normativa edificatoria sostenible del distrito de Santiago de Surco y se describe de forma resumida el objetivo y criterios sostenibles de dicha normativa.

Tabla 3

Tipología y Normas edificatorias sostenibles

Item	Código	Tipología	Norma Sostenible
1	Edificio 10	Residencial (SS+4p+Az)	Ordenanza N°541-MSS
2	Edificio 20	Residencial (2S+6p+Az)	Ordenanza N°595-MSS
3	Edificio 30	Residencial (S+SS+5p+Az)	Ordenanza N°595-MSS
4	Edificio 40	Residencial (S+SS+6p+Az)	-
5	Edificio 50	Residencial (3p+Az)	-

Fuente: Elaboración Propia a partir de los Planos de ubicación de los edificios.

De acuerdo al documento publicado y aprobado por la Municipalidad de Santiago de Surco el objetivo de la Ordenanza N°541 (2016) es incentivar la edificación verde en el distrito de Santiago de Surco, para lograr la mejora de la calidad del aire, el incremento de las áreas verdes; así como, la mejora y el embellecimiento de los espacios libres en el distrito (p. 1). Esta norma de acogimiento voluntario establece como requisitos criterios mínimos sostenibles como un muro verde o jardín vertical de no menos el 20% del área de cerco frontal o muros exteriores de fachada.

Los beneficios de acogerse voluntariamente a esta ordenanza son una reducción de hasta el 10% de área libre normativa y un beneficio tributario de descuento de hasta 2% en el pago de tributos correspondientes al predio. Tal como se puede observar solo el edificio 10 de la muestra analizada en la tabla 1, se acoge a esta ordenanza.

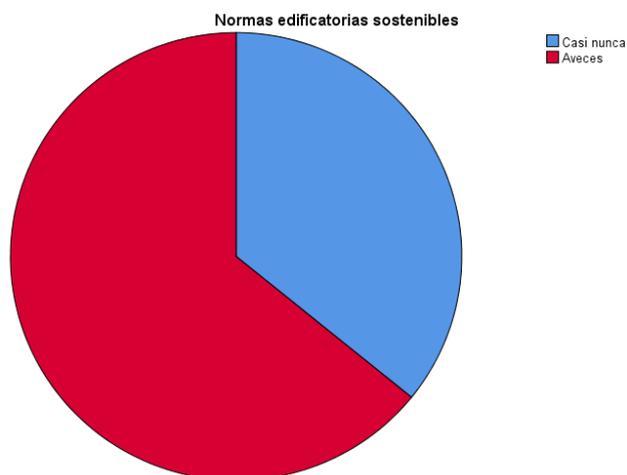
De acuerdo al documento publicado y aprobado por la Municipalidad de Santiago de Surco el objetivo de la Ordenanza N°595 (2019) es: promover la construcción Sostenible en zonas residenciales y comerciales en el distrito de Santiago de Surco, así como incrementar las áreas verdes, los espacios públicos y el uso eficiente de los recursos naturales (agua y energía), reducir la contaminación y elevar el nivel de calidad de vida

de la población con estándares de sostenibilidad certificados (p. 1). Esta norma de acogimiento voluntario establece como requisitos criterios mínimos sostenibles como un área verde mínima, uso de iluminación led en zonas comunes, uso de inodoros, lavatorios y griferías con sistemas ahorradores entre otros, además de exigir un Certificado de Edificación Sostenible.

Los beneficios de acogerse voluntariamente a esta ordenanza son un incremento en 25% del área edificable, una reducción del 20% de área mínima de departamento y una reducción en 20% del requerimiento de estacionamientos para autos. Tal como se puede observar solo el edificio 20 y 30 de la muestra analizada en la tabla 1, se acogen a esta ordenanza.

Grafico 6

Normas Edificatorias Sostenibles



De acuerdo a las encuestas realizadas, la población afectada del distrito de Santiago de Surco percibe mayoritariamente que a veces (64.2%) las construcciones de edificios multifamiliares incluyen normas edificatorias sostenibles en su diseño y construcción.

- Reducción de consumo de recursos naturales

Se presenta y describen las reducciones de consumo de recursos naturales encontradas en los proyectos de edificación multifamiliar de la muestra en el análisis de las sub variables calidad ambiental, eficiencia energética y eficiencia hídrica.

- Procesos eficientes

Se presentan y describen los procesos eficientes encontrados en los proyectos de edificación multifamiliar de la muestra en el análisis de las sub variables calidad ambiental, eficiencia energética y eficiencia hídrica.

a. Calidad ambiental

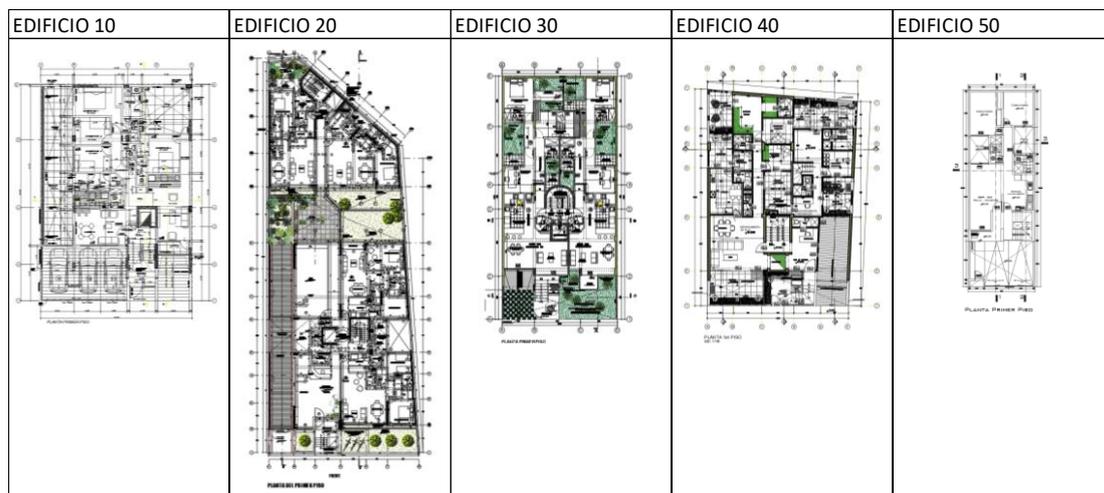
Se tomó como referencia los principales indicadores de esta sub variable, que fueron: el área verde en edificación, las horas hombre (hh) en construcción y los materiales ecológicos, los resultados obtenidos de la muestra seleccionada fueron:

- m2 de área verde en la edificación

La cantidad de m2 de área verde en la edificación se calculó a partir de los planos de arquitectura aprobados de las edificaciones seleccionadas en la muestra, utilizando los archivos digitales en autocad presentados a la Municipalidad de Santiago de Surco para la licencia de edificación. (Ver gráfico 7)

Grafico 7

Planos de Edificios Multifamiliares de la muestra seleccionada



Fuente: Planos de arquitectura de edificios.

En el gráfico 7 se puede observar las plantas de arquitectura del primer piso y las áreas verdes que contiene cada edificio, en los edificios bajo la ordenanza 595 de la Municipalidad de Santiago de Surco, edificio 20 y 30, el área verde es notoriamente mayor, mientras que en los otros edificios es mínima o nula, también se observa que su principal ubicación del área verde es en el primer piso y azoteas de las edificaciones, aprovechando el área libre sin techar de las edificaciones.

Además, en la toma de datos se incluye el área del lote y área construida de las edificaciones a modo de comparar la proporción de área verde respecto al área del lote y área construida total de la edificación.

Tabla 4

Tipología, Área de Lote, Construida y Verde

Item	Código	Tipología	Área de Lote	Área Construida	Área Verde
		Residencial			
1	Edificio 10	(SS+4p+Az)	284.49	1,078.80	17.06
		Residencial			
2	Edificio 20	(2S+6p+Az)	821.47	5,171.92	231.31
		Residencial			
3	Edificio 30	(S+SS+5p+Az)	300.00	1,628.24	112.56
		Residencial			
4	Edificio 40	(S+SS+6p+Az)	300.03	1,871.32	17.20
		Residencial			
5	Edificio 50	(3p+Az)	137.74	312.80	0.00
			1,843.73	10,063.08	378.13

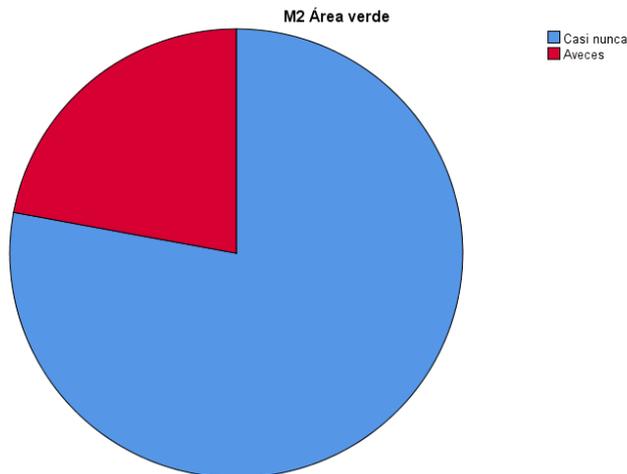
Fuente: Elaboración Propia a partir de los Planos de ubicación de los edificios.

De acuerdo a la tabla 4, se puede observar la reducida área verde en las edificaciones multifamiliares, encontrándose solo en cantidades representativas en los edificios multifamiliares proyectados bajo la Ordenanza 595 de la Municipalidad de Santiago de Surco, la cual promueve la sostenibilidad de la edificación, exigiendo un porcentaje de área verde en la edificación entre otros requisitos, para poder acceder al

beneficio de incremento de la altura de la edificación en 1 piso más a la altura permitida según parámetros urbanísticos.

Grafico 8

M2 Área Verde



De acuerdo a las encuestas realizadas, la población afectada del distrito de Santiago de Surco percibe mayoritariamente que casi nunca (77.9%) los edificios multifamiliares incluyen m2 área verde dentro de su diseño o construcción y solo una parte a veces (22.1%).

- hh ahorradas en construcción

Dentro de la muestra de edificios multifamiliares solo se encontró un edificio, el edificio 40, que presentaba un ahorro significativo de las horas hombre (hh) en construcción mediante el empleo de viguetas pretensadas para el armado y vaciado de las losas aligeradas.

Para el cálculo de las hh ahorradas por el empleo de las viguetas pretensadas, las cuales son un material prefabricado y listo para ser montado en obra para el armado de las losas aligeradas, de esta forma se elimina la necesidad de un encofrado para las losas aligeradas, por lo cual se reduce la cantidad de hh x m2 de encofrado de losas aligeradas, según el análisis de precios unitarios por partida de la revista Constructivo, se obtiene la siguiente tabla.

Tabla 5

Análisis unitario de Losa Aligerada

Encofrado en losas aligeradas x M2			
Descripción	Und	Cantidad	
MANO DE OBRA			
Capataz clase B	HH	0.05	
Oficial	HH	0.53	
Operario	HH	0.53	
TOTAL		1.113	

Fuente: Revista Constructivo

Como resultado, se tiene que un m2 de encofrado de losa aligerada requiere 1.113 horas hombre (hh), posteriormente de los planos estructurales del edificio 40, se calcula el metrado de encofrado para las losas aligeradas del edificio y se multiplica por el factor de 1.113 para obtener el total de hh que requiere el encofrado de losas aligeradas en el edificio 40. Ver tabla 6.

Tabla 6

Metrado de Losa Aligerada y HH

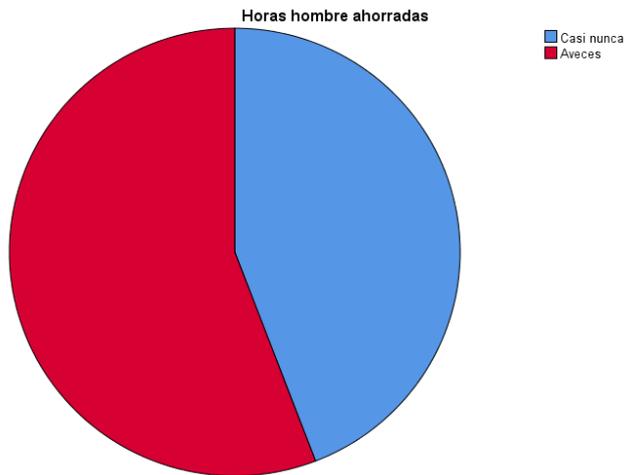
Edificio 40				
Descripción	Und.	Metrado	HH	Parcial
Losa Aligerada				
Concreto para Losa Aligerada f'c=210 kg/cm2	m3	120.83	6.69	808.35
Encofrado y Desencofrado Normal	m2	1510.47	1.113	1681.15
Acero fy=4200 kg/cm2	kg	2416.75	0.059	142.59

Fuente: Revista Constructivo

Como resultado se tiene 1,681.15 hh que se requieren para el encofrado de todas las losas aligeradas en condiciones normales, pero que son ahorradas al utilizar las viguetas pretensadas en el edificio 40. Cabe precisar que esta reducción de las hh en la construcción del edificio 40 significa una reducción de la huella ecológica de la edificación ya que las hh consumen recursos alimenticios y agua por cada jornada de 8 horas en la construcción.

Grafico 9

Horas Hombre Ahorradas



De acuerdo a las encuestas realizadas, la población afectada del distrito de Santiago de Surco percibe mayoritariamente que aveces (55.8%) los edificios multifamiliares ahorran horas hombre (HH) durante su construcción y menos de la mitad aveces (44.2%).

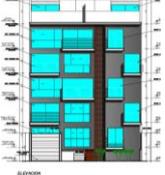
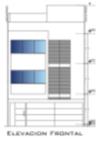
- m2 de materiales ecológicos

La cantidad de m2 de material ecológico empleado en los edificios de la muestra se obtuvo del análisis de los planos de arquitectura, plantas, cortes y elevaciones de fachadas.

Los materiales ecológicos encontrados en las edificaciones de la muestra seleccionada están ubicados en los acabados de fachada y cubiertas ligeras, siendo el caso en el edificio 40 el revestimiento de piedra natural talamoye en la fachada principal y en el edificio 10 una celosía de madera, así como cubiertas ligeras de madera en azotea. Ver gráfico 10.

Grafico 10

Elevaciones de Fachada de Edificios

ITEM	EDIFICIO 10	EDIFICIO 20	EDIFICIO 30	EDIFICIO 40	EDIFICIO 50
1					

Fuente: Planos de Arquitectura de edificios

Como resultado del análisis y cálculo de la cantidad de m² de material ecológico en cada edificio se obtuvo la siguiente tabla, donde se puede observar que no son los edificios bajo la Ordenanza 595 los que utilizan materiales ecológicos para los acabados de fachada y cubiertas ligeras.

Tabla 7

Cantidad de materiales ecológicos

Item	Materiales Ecológicos	Und.	Edificio	Edificio	Edificio	Edificio	Edificio
			10	20	30	40	50
1	Piedra Natural (Talamoye)	m ²	0.00	0.00	0.00	36.78	0.00
2	Madera Natural	m ²	44.81	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Planos de arquitectura de edificios

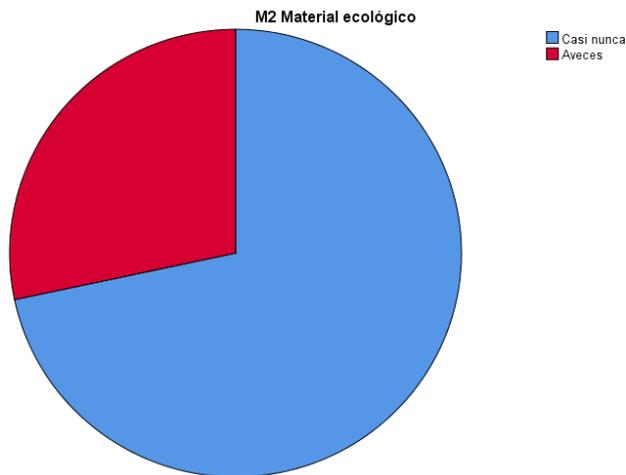
La piedra natural talamoye, es una piedra tipo laja de formación geológica sedimentaria de origen volcánico peruano, de color gris, con tonalidades tenues que van del gris o plomo al sepia. Está constituida por sulfato cálcico hidratado.

Por otro lado, la madera natural empleada para las celosías de madera en fachada o las cubiertas ligeras en azoteas, es madera shihuahuaco, esta es una madera muy pesada, que presenta contracciones lineales bajas y la contracción volumétrica es estable, para la resistencia mecánica se sitúa en la categoría alta, se extrae de la Amazonía peruana.

Este tipo de materiales naturales requieren un menor procesamiento y consecuente menor energía para su fabricación, contribuyendo así a la reducción de la huella ecológica si lo comparamos con materiales convencionales altamente procesados y con grandes consumos de energía para su fabricación.

Grafico 11

M2 Material Ecológico



De acuerdo a las encuestas realizadas, la población afectada del distrito de Santiago de Surco percibe mayoritariamente que casi nunca (71.7%) los edificios multifamiliares utilizan materiales ecológicos durante su construcción y una parte a veces (28.3%).

b. Eficiencia energética

Se tomó como referencia el principal indicador de esta sub variable: Kwh ahorrados en uso, en construcción y materiales.

- Kwh ahorrados en uso

Dentro de las edificaciones multifamiliares de la muestra se distingue el ahorro de Kwh en las luminarias de los edificios que se acogen a la Ordenanza 595, por el empleo de luminarias led y sensores de movimiento para el encendido y apagado de las luminarias en áreas comunes.

La cantidad de Kwh ahorrados mediante el uso de las luminarias led se puede calcular a partir de las fichas técnicas de las luminarias leds y las luminarias convencionales, comparándolas para determinar la reducción de consumo. Ver tabla 8.

Tabla 8

Consumo energético por tipo de luminaria

Bombilla Incandescente	Bombilla Fluorescente Compacta	Leds	Lúmenes
40 W	8-12 W	4-6 W	400-500
60 W	13-15 W	6,5-8 W	700-900
75-100W	18-22 W	9-11 W	1.100-1.750
100 W	23-30 W	11-15 W	1.800
150 W	30-55 W	15-25 W	2.750

Fuente: www.instalacionesyeficienciaenergetica.com

Como resultado se calcula una reducción aproximada del 50% del consumo energético de las luminarias leds a comparación de los fluorescentes u otro tipo de luminarias comúnmente usadas en los edificios multifamiliares. Para calcular el ahorro de kwh se contabiliza la cantidad de luminarias de cada tipo en los edificios de la muestra.

Tabla 9

Cantidad de luminarias por tipo

Item	Tipos de Luminarias	Und.	Edificio	Edificio	Edificio	Edificio	Edificio
			10	20	30	40	50
1	Fluorescentes (36w)	u	101	0	0	224	45
2	Dicroicos (50w)	u	118	0	168	63	0
3	Leds (20w)	u	0	798	219	0	0

Fuente: Planos de instalaciones eléctricas de edificios

Obtenido el consumo de energía de cada tipo de luminaria y la cantidad de luminarias de cada tipo según los planos de las instalaciones eléctricas de cada edificio de la muestra se puede observar el consumo total por hora de las luminarias en cada edificio y comparando los resultados con el consumo hipotético de los edificios 20 y 30 usando luminarias convencionales fluorescentes en lugar de las luminarias led, se puede estimar un ahorro calculado en 12,7 Kwh para el edificio 20 y de 3,5 Kwh para el edificio 30 por cada hora de uso. Ver tabla 10 y 11.

Tabla 10

Consumo en (w) de luminarias de cada edificio

Item	Tipos de Luminarias	Und.	Edificio	Edificio	Edificio	Edificio	Edificio
			10	20	30	40	50
1	Fluorescentes (36w)	w	3,636	0	0	8,064	1,620
2	Dicroicos (50w)	w	5,900	0	8,400	3,150	0
3	Leds (20w)	w	0	15,960	4,380	0	0
	Total (w) Luminarias	w	9,536	15,960	12,780	11,214	1,620

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

Consumo Hipotético en (w) Reemplazando Luminarias Led

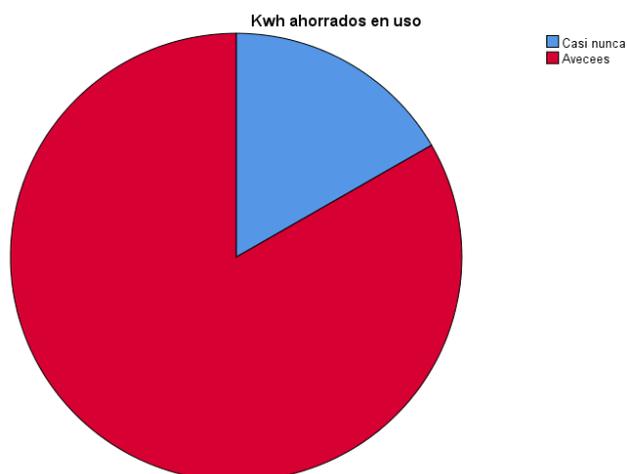
Item	Tipos de Luminarias	Und.	Edificio	Edificio	Edificio	Edificio	Edificio
			10	20	30	40	50
1	Fluorescentes (36w)	w	3,636	28,728	7,884	8,064	1,620
2	Dicroicos (50w)	w	5,900	0	8,400	3,150	0
3	Leds (20w)	w	0	0	0	0	0
	Total (w) Luminarias	w	9,536	28,728	16,284	11,214	1,620

Fuente: Elaboración propia

Este ahorro de Kwh en los edificios 20 y 30, significan una reducción de la huella de carbono ya que por cada Kwh consumido se emiten 385 g de CO2 equivalente para el caso de Perú, según Electricitymap.

Grafico 12

Kwh Ahorrados en Uso



De acuerdo a las encuestas realizadas, la población afectada del distrito de Santiago de Surco percibe mayoritariamente que aveces (83.3%) los edificios multifamiliares ahorran Kwh durante su uso.

- Kwh ahorrados en construcción

Dentro de la muestra seleccionada se puede identificar en el edificio 40 un ahorro energético considerable durante la construcción por la disminución de hh en los encofrados de las losas aligeradas al emplear las viguetas pretensadas que es un material prefabricado, el cual elimina la necesidad de utilizar encofrados tradicionales para el armado de la losa aligerada. La energía consumida en encofrados de losa aligerada es ahorrada, la cual se puede calcular a partir del metrado de encofrado (Ver tabla 5 y 6).

Tabla 12

Estimación de energía incorporada en materiales de obra gruesa

Energía Incorporada	
<i>Fabricación</i>	
Acero	9.944,63 [kWh/ton acero] (*)
Hormigón	229,87 [kWh/m ³ hormigón]
Moldaje	1,41 [kWh/m ² moldaje]
<i>Transporte</i>	
Acero	0,26 [kWh/ton-km]
Hormigón	0,74 [kWh/m ³ -km]
Moldaje	0,07 [kWh/m ² -km]

Fuente: Carmona Araos F. (2010)

La energía incorporada en el encofrado es de 1.41 Kwh / m² por lo cual tenemos un ahorro energético de 2,129.76 Kwh en la construcción del edificio 40.

El uso de materiales ecológicos en la construcción implica un ahorro energético, ya que estos materiales ecológicos requieren un menor procesamiento y consecuente menor consumo energético en su fabricación.

Para calcular la cantidad de energía ahorrada por el empleo de estos materiales ecológicos es necesario comparar su consumo energético con un material convencional para determinar el ahorro energético. De la tabla 4, sobre la cantidad de material ecológico encontrada en los edificios de la muestra, se obtiene el metrado de materiales ecológicos y con los factores de energía incorporada por peso se puede estimar el consumo total de energía en Kwh de dichos materiales ecológicos como la piedra y madera natural, para compararlo con la energía incorporada de los materiales convencionales que se usan en su lugar, encontrando un ahorro de 6,215.82 Kwh de energía por el uso de la piedra natural como recubrimiento de fachada en lugar del cerámico o porcelanato y un ahorro estimado de 16,154.00 Kwh de energía por el uso de madera natural como cubierta ligera o celosía de fachada en lugar de aluminio.

Tabla 13

Energía Incorporada Materiales Ecológicos vs Materiales Convencionales

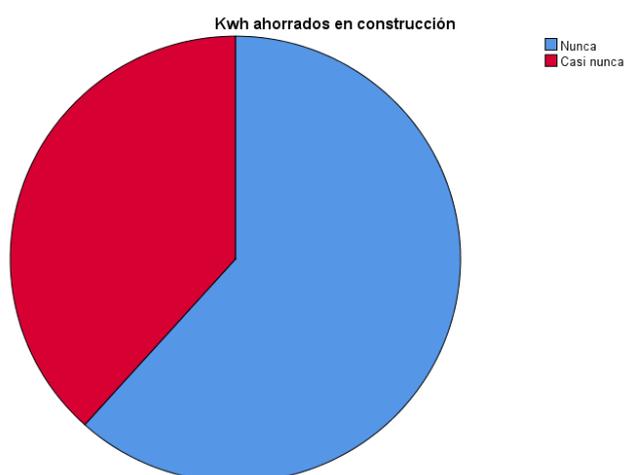
Item	Materiales Ecológicos	Peso Kg	Energía Kwh/kg	Total Kwh
1	Piedra Natural (40kg/m ²)	1471.20	1.40	2,059.68
2	Madera Natural (14kg/m ²)	627.34	1.25	784.18
Item	Materiales Convencionales	Peso Kg	Energía Kwh/kg	Total Kwh
1	Porcelanato (30kg/m ²)	1103.40	7.50	8,275.50
2	Aluminio (14kg/m ²)	627.34	27.00	16,938.18

Fuente: Elaboración propia

Como ya se mencionó, los Kwh ahorrados en la construcción al utilizar materiales prefabricados y materiales ecológicos incide en la reducción de la huella de carbono ya que cada Kwh de energía no consumida se traduce en una menor cantidad de emisiones de CO₂ al medio ambiente.

Grafico 13

Kwh Ahorrados en Construcción



De acuerdo a las encuestas realizadas, la población afectada del distrito de Santiago de Surco percibe mayoritariamente que nunca (61.7%) los edificios multifamiliares ahorran Kwh durante su construcción y menos de la mitad casi nunca (38.3%).

c. Eficiencia hídrica

Se tomó como referencia el principal indicador de esta sub variable: m3 de agua ahorrada en uso, en construcción y en materiales.

- m3 de agua ahorrados en uso

Dentro de las edificaciones multifamiliares de la muestra se estima el ahorro de m3 de agua en las griferías y aparatos sanitarios de los edificios que se acogen a la Ordenanza 595, en la cual se establece que los inodoros y griferías de la edificación deben contar con sistemas ahorradores de agua, en el mercado se tienen diversas opciones de inodoros y griferías ahorradores de agua que según fichas técnicas pueden ahorrar hasta un 30% del consumo de agua de inodoros y griferías tradicionales.

La cantidad de m3 de agua ahorrados se puede calcular teniendo el consumo por persona (225 litros, según SUNASS) y el consumo total de agua en los edificios y

calculando el 30% de ahorro de agua indicado en las especificaciones técnicas de inodoros y griferías con sistema de ahorro de agua.

Tabla 14

Consumo de agua por día y estimación de ahorro de agua

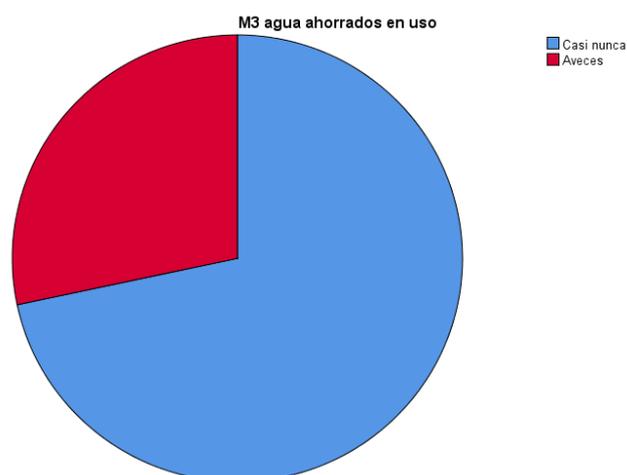
Item	Proyecto	Tipología	Departamentos	Número de Personas	Consumo en Litros por Día	Consumo en M3 por Día	Ahorro en M3
1	Edificio 10	Residencial (SS+4P+Az)	6	24	5,400	5.40	1.62
2	Edificio 20	Residencial (2S+6P+Az)	34	136	30,600	30.60	9.18
3	Edificio 30	Residencial (S+SS+5P+Az)	10	40	9,000	9.00	2.70
4	Edificio 40	Residencial (S+SS+6P+Az)	11	44	9,900	9.90	2.97
5	Edificio 50	Residencial (3P+Az)	3	12	2,700	2.70	0.81

Fuente: Planos de instalaciones sanitarias

Es necesario establecer que cada m3 de agua son 1,000 litros de agua que se ahorra y esto reduce la huella hídrica de las edificaciones, haciendo más sostenible su uso a lo largo del tiempo y preservando más agua para las generaciones futuras.

Grafico 14

M3 Agua Ahorrados en Uso



De acuerdo a las encuestas realizadas, la población afectada del distrito de Santiago de Surco percibe mayoritariamente que casi nunca (71.7%) los edificios multifamiliares ahorran m³ de agua durante su uso y solo una parte aveces (28.3%).

- m³ de agua ahorrada en construcción

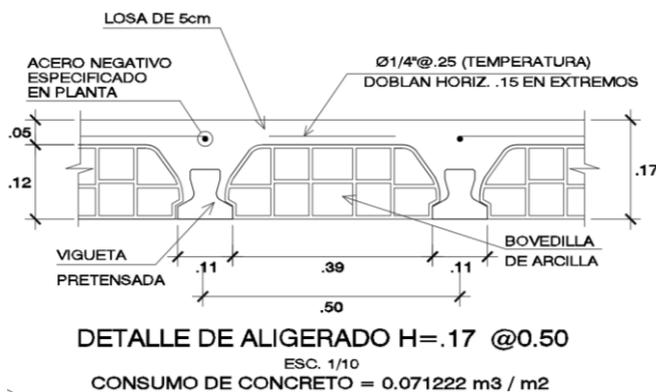
Debido al empleo de viguetas pretensadas en el edificio 40 se logra ahorrar agua al reducir el consumo de agua en obra para la preparación de concreto en obra para las viguetas de las losas aligeradas por lo cual se puede estimar un ahorro del 20% de concreto en el vaciado de cada losa aligerada y esto implica una menor cantidad de agua requerida.

Tabla 15

Análisis Unitario de Materiales en Losa Aligerada

Concreto en losa aligerada FC210 x M3			
Descripción	Und	Cantidad	
MATERIALES			
Arena gruesa	M3	0.47	
Aceite	GL	0.004	
Agua	M3	0.189	
Piedra chancada de 1/2	M3	0.61	
Cemento Portland	BL	9.88	
Gasolina	GL	0.18	
Grasa	UN	0.008	

Fuente: Revista Constructivo



Considerando que por cada m³ de concreto para losa aligerada se necesitan 189 litros de agua, se tiene un ahorro estimado de 37.8 litros de agua por cada m³ de concreto para las losas aligeradas.

También al destinar áreas verdes en la construcción siguiendo las especificaciones de la Ordenanza 595, con el uso de árboles, arbustos y plantas herbáceas locales y de bajo consumo hídrico se reduce el consumo de agua en el riego de dichas áreas verdes hasta un 70% según la guía del usuario de la Certificación Edge, ya que estas áreas verdes requerirán un menor consumo de agua para su riego.

Para calcular la cantidad de agua ahorrada por el empleo de áreas verdes con plantas locales de bajo consumo hídrico, es necesario estimar el consumo hídrico para el riego de las áreas verdes tradicionales estimado en 6l/m²/día y comparándolo con el riego para plantas de bajo consumo hídrico estimado en 4l/m²/día.

Tabla 16

Consumo de Agua para Riego de Áreas Verdes

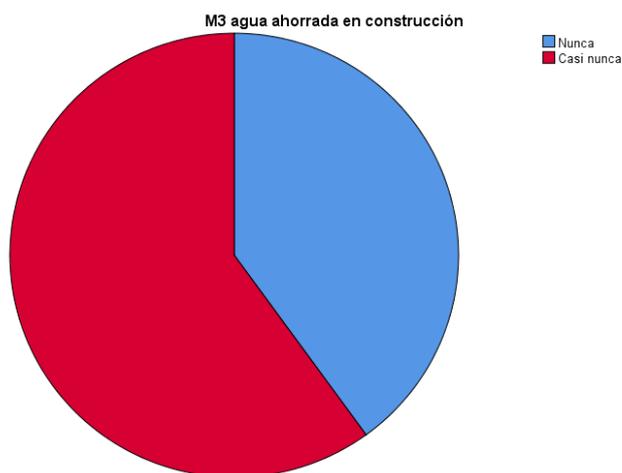
Item	Proyecto	Tipología	A. Lote	A. Construida	A. Verde	Consumo de Agua para Riego (6L/M2/DÍA)	Consumo de Agua para Riego (4L/M2/DÍA)
1	Edificio 10	Residencial (SS+4P+Az)	284.49	1,078.80	17.06	102.36	68.24
2	Edificio 20	Residencial (2S+6P+Az)	821.47	5,171.92	231.31	1,387.86	925.24
3	Edificio 30	Residencial (S+SS+5P+Az)	300.00	1,628.24	112.56	675.36	450.24
4	Edificio 40	Residencial (S+SS+6P+Az)	300.03	1,871.32	17.20	103.20	68.80
5	Edificio 50	Residencial (3P+Az)	137.74	312.80	0.00	0.00	0.00

Fuente: Planos de arquitectura de edificios

En la tabla 12 se puede observar la diferencia en el consumo de agua para riego por m² y día en cada uno de los edificios de la muestra. Se debe indicar que este ahorro solo se daría en los edificios 20 y 30 que están edificados bajo las especificaciones de la ordenanza 595, pero que de aplicarse en los otros edificios que cuentan con áreas verdes también se podría obtener los mismos resultados de ahorro.

Grafico 15

M3 Agua Ahorrados en Construcción



De acuerdo a las encuestas realizadas, la población afectada del distrito de Santiago de Surco percibe mayoritariamente que casi nunca (60%) los edificios multifamiliares ahorran m³ de agua durante su construcción y cerca de la mitad nunca (40%).

4.1.1.2. Variable Sustentabilidad Ambiental

Se tomó como referencia los principales indicadores de esta variable, que fueron: gestión ambiental, mejoramiento del medio ambiente y ahorro económico de usuarios, los resultados obtenidos de la muestra seleccionada fueron:

- Gestión ambiental

Se presenta a continuación si las empresas constructoras o inmobiliarias de los edificios multifamiliares de la muestra siguen una gestión ambiental según lo estipulado en la Norma ISO 14001 en el distrito de Santiago de Surco y se describe de forma resumida el objetivo y alcance de dicha gestión ambiental.

Tabla 17

Empresas y Gestión Ambiental

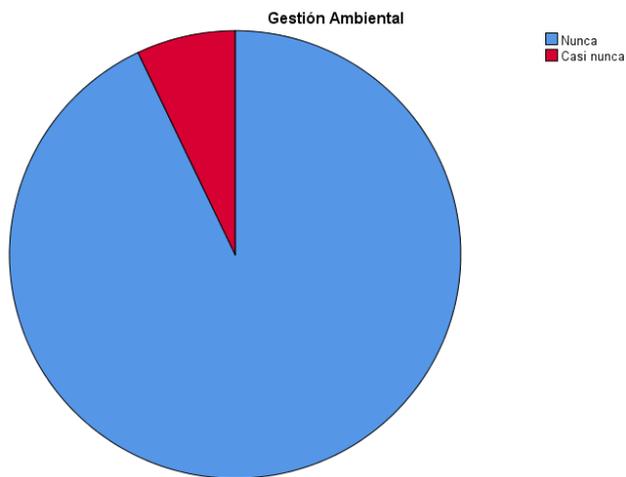
Item	Código	Empresa	Norma ISO
			14001
1	Edificio 10	Emilio Israel	-
		Lazo Zegarra	
		Metropoli	
2	Edificio 20	Proyecto 2	-
		S.A.C.	
		Arcada	
3	Edificio 30	Inmobiliaria	-
		E.I.R.L.	
4	Edificio 40	Huamanchacate	-
		S.A.C.	
		Alvaro	
5	Edificio 50	Villavicencio	-
		Cortez	

Fuente: Elaboración Propia a partir de los datos del MINAM.

La Norma ISO 14001 (1996), es una Norma Internacional que tiene como objetivo: “especificar los requisitos para un sistema de gestión ambiental, destinados a permitir que una organización desarrolle e implemente una política y unos objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba, y la información relativa a los aspectos ambientales significativos. Se aplica a aquellos aspectos ambientales que la organización identifica que puede controlar y aquellos sobre los que la organización puede tener influencia” (p. 1). Esto permite que la organización o empresa garantice a terceros interesados en adquirir sus productos que tiene una gestión ambiental apropiada.

Grafico 16

Gestión Ambiental



De acuerdo a las encuestas realizadas, la población afectada del distrito de Santiago de Surco percibe mayoritariamente que nunca (92.9%) los edificios multifamiliares siguen una gestión ambiental durante su construcción y solo una pequeña parte casi nunca (7.1%).

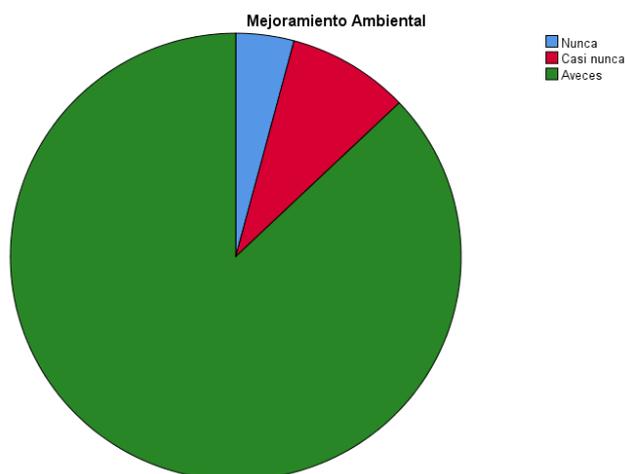
- Mejoramiento del medio ambiente

Se presentan y estiman las mejoras al medio ambiente debido a la incorporación de área verde y los ahorros energéticos e hídricos encontrados en los proyectos de edificación multifamiliar de la muestra.

El área verde de la edificación reduce la huella ecológica de la misma al capturar CO₂ del medio ambiente, considerando que la ordenanza 595 de la Municipalidad de Santiago de Surco estipula la plantación de arbustos, plantas herbáceas y árboles cada 15m² de área verde, se debe señalar que según Arévalo W. y Alcántara F. (2021) el promedio de captura de CO₂ de las áreas verdes en Lima es de 0.34 KgCO₂/m² al año. Por lo tanto, tenemos que 378.13m² de área verde en total de los edificios de la muestra están capturando un estimado de 128.56 KgCO₂ al año, también la energía y agua ahorrada en uso y en materiales de construcción representan un mejoramiento del medio ambiente debido a la reducción del consumo de recursos naturales.

Grafico 17

Mejoramiento Ambiental



De acuerdo a las encuestas realizadas, la población afectada del distrito de Santiago de Surco percibe mayoritariamente que a veces (87.1%) los edificios multifamiliares mejoran el medio ambiente y solo una pequeña parte nunca (4.2%) o casi nunca (8.8%).

- Ahorro económico de usuarios

Se presentan y estiman los ahorros económicos aproximados encontrados en los proyectos de edificación multifamiliar de la muestra analizada.

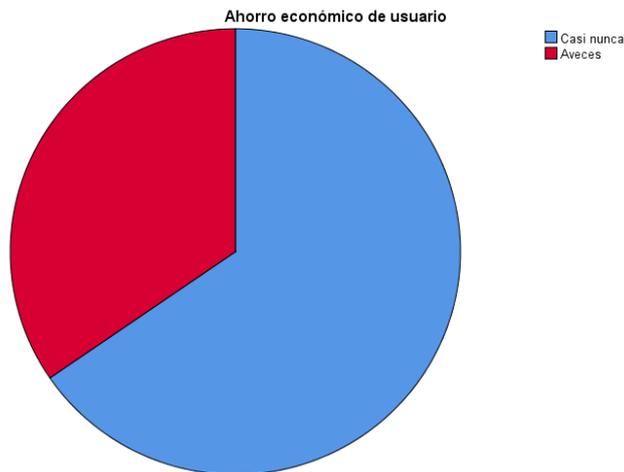
Del ahorro en Kwh calculado en 12,7 Kwh para el edificio 20 y de 3,5 Kwh para el edificio 30 por cada hora de uso. Ver tabla 6 y 7. Se puede estimar el ahorro económico que esto implica para los usuarios de las viviendas de acuerdo al monto facturado por la empresa prestadora de servicios Luz del Sur que cobra 0.6796 soles por cada Kwh consumido, tenemos un ahorro de 8.63 soles por cada hora y al día (5 horas) 43.15 soles en el edificio 20 y 2.37 soles por cada hora y al día (5 horas) 11.85 soles en el edificio 30.

Del ahorro en m³ de agua es necesario establecer que cada m³ de agua son 1,000 litros de agua y la edificación 30 es la que representa un mayor ahorro estimado de 9.18m³ de agua, esto implica un ahorro económico para los usuarios de las viviendas de acuerdo al monto facturado por la empresa prestadora de servicio Sedapal que cobra por

suministro de m3 de agua 2.18 soles y por servicio de alcantarillado del mismo suministro de agua 1.35 soles, tenemos un ahorro calculado de 32.40 soles por día para los usuarios.

Grafico 18

Ahorro Económico de Usuario



De acuerdo a las encuestas realizadas, la población afectada del distrito de Santiago de Surco percibe mayoritariamente que casi nunca (65.4%) los edificios multifamiliares causan un ahorro económico al usuario y solo una parte considera que aveces (34.6%).

a. Huella Ecológica

Se tomó como referencia los principales indicadores de esta sub variable respecto a las edificaciones, que fueron: m2 construido sobre lote de las edificaciones, las hh en construcción y cantidad de materiales consumidos por las edificaciones multifamiliares en el distrito de Santiago de Surco.

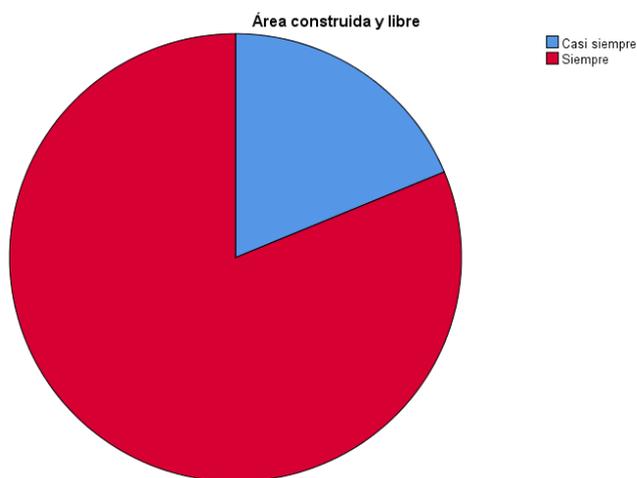
- m2 construido / lote

Como resultado del análisis de los planos de arquitectura de las edificaciones de la muestra se obtuvo los datos de área de lote, área construida y área libre de cada edificio y se organizó en una tabla por código de edificio y describiendo la tipología y altura en pisos, así como la suma total de áreas (Ver Tabla 4)

Se puede observar de la tabla 4 que los 5 edificios de la muestra ocupan una superficie del territorio de 1,843.73 m², sobre los cuales se construye 10,063.08 m² que aportan a la huella ecológica aproximadamente 500 kg de CO₂ equivalente por cada m² construido contaminando el aire, además de consumir aproximadamente 2,500 kg de materiales de construcción por cada m² construido, los cuales se fabrican extrayendo materias primas del suelo y consumiendo energía y agua, y por último cada m² construido genera aproximadamente 120 kg de residuos que contaminan el suelo, ríos y mares (Borsani, M., 2011). Por tanto, se puede estimar que los edificios de la muestra incrementan 5,031.54 Tn de CO₂ en la atmósfera, consumen 25,157.70 Tn de materiales de construcción y generan 1,207.56 Tn de residuos de construcción.

Grafico 19

Área Construida y Libre



De acuerdo a las encuestas realizadas, la población afectada del distrito de Santiago de Surco percibe mayoritariamente que siempre (81.3%) los edificios multifamiliares priorizan el área construida sobre el área libre y solo una parte considera que casi siempre (18.8%).

- HH en construcción

De acuerdo al área construida y con los planos de estructuras se calculó la cantidad de hh para la construcción de la obra gruesa según los índices unitarios de la revista Constructivo y se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 18

Cantidad de HH en Obra Gruesa

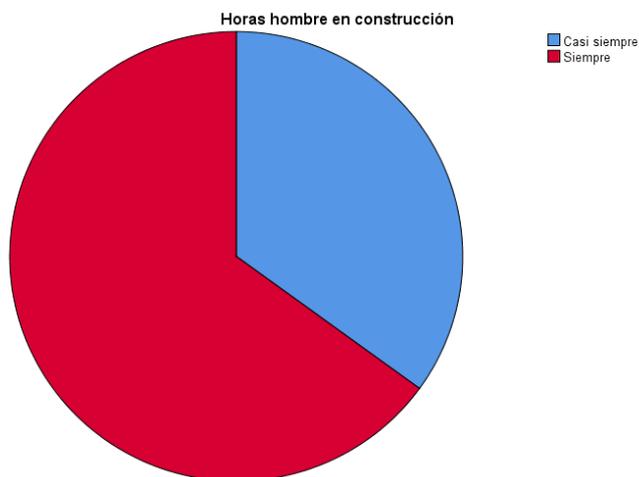
Item	Código	Tipología	A. Lote	A. Construida	HH – Obra Gruesa
1	Edificio 10	Residencial (SS+4P+Az)	284.49	1,078.80	14,232.55
2	Edificio 20	Residencial (2S+6P+Az)	821.47	5,171.92	74,468.38
3	Edificio 30	Residencial (S+SS+5P+Az)	300.00	1,628.24	25,969.09
4	Edificio 40	Residencial (S+SS+6P+Az)	300.03	1,871.32	24,574.38
5	Edificio 50	Residencial (3P+Az)	137.74	312.80	4,771.20

Fuente: Planos de estructuras de edificios

Las HH empleadas en la construcción de las edificaciones suponen un consumo alimenticio de los trabajadores, consumo energético e hídrico que contribuye a la huella ecológica.

Grafico 20

HH en Construcción



De acuerdo a las encuestas realizadas, la población afectada del distrito de Santiago de Surco percibe mayoritariamente que siempre (65%) los edificios multifamiliares emplean HH en su construcción y solo una parte considera que casi siempre (35%).

- Cantidad de materiales consumidos

Para estimar la cantidad de materiales consumidos en la construcción de los edificios de la muestra se tomó los principales materiales de mayor impacto en el medio ambiente como son el cemento, acero y el ladrillo y de acuerdo a los planos estructurales y los índices unitarios de la Revista Constructivo, se elaboró la siguiente tabla con la cantidad de material requerido para la construcción de cada edificio.

Tabla 19

Cantidad de Materiales en Obra Gruesa

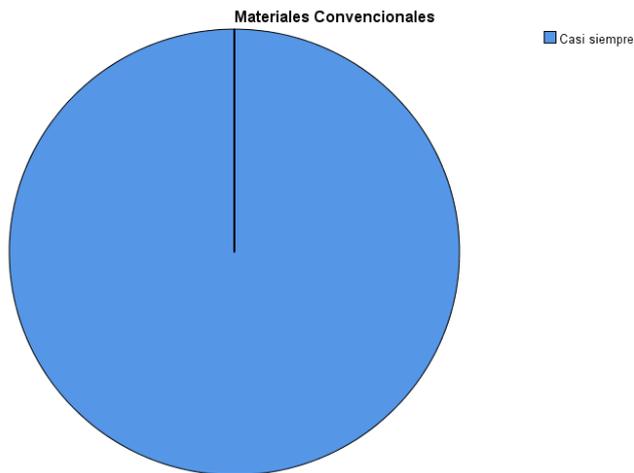
Item	Descripción	Und.	Edificio 10	Edificio 20	Edificio 30	Edificio 40	Edificio 50
1	Cemento Portland	Bls	3,058.72	17,051.52	6,792.88	5,284.32	809.77
2	Acero de Construcción	Kg	22,700.10	96,035.14	43,875.68	30,073.34	5,294.03
3	Ladrillo de Arcilla	Und	39,778.40	147,312.00	14,728.00	55,628.40	17,516.00

Fuente: Planos de estructuras de edificios

De la tabla 17 se puede observar la gran cantidad de materiales necesarios para la construcción de las edificaciones de la muestra, principalmente cemento, acero y ladrillo, además considerando que la industria cementera, la industria del acero y del ladrillo son generadoras de emisiones de CO₂, consumidores de gran cantidad de materias primas y agua en sus procesos de fabricación, incrementando la huella ecológica.

Grafico 21

Materiales Convencionales



De acuerdo a las encuestas realizadas, la población afectada del distrito de Santiago de Surco percibe mayoritariamente que casi siempre (100%) los edificios multifamiliares emplean materiales convencionales en su construcción.

b. Huella de Carbono

Se tomó como referencia los principales indicadores de esta sub variable respecto a las edificaciones, que fueron: emisiones de CO₂ en uso y por la construcción de las edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco.

- Emisiones de CO₂ por uso

Para el cálculo de las emisiones de CO₂ por uso de las edificaciones de la muestra se tomó como dato principal el consumo de energía eléctrica o máxima demanda eléctrica de las edificaciones en Kwh obtenido del análisis de los planos de Instalaciones Electricas de cada edificio y se multiplico por el factor de conversión de 385 g de CO₂ por cada Kwh de energía eléctrica consumida para el caso de Perú, según Electricitymap.

Tabla 20

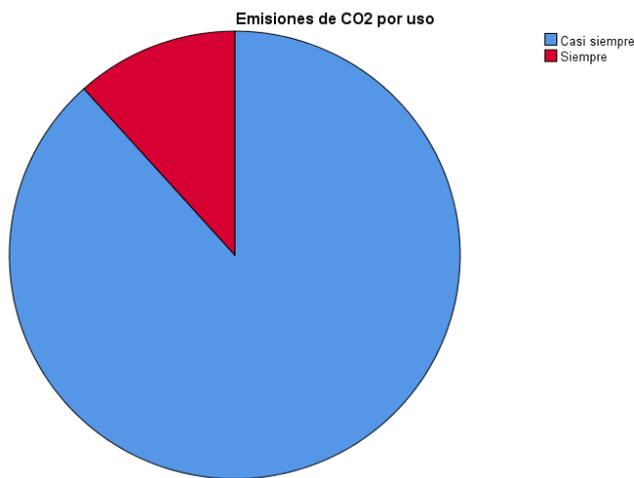
Emisiones de CO2 por Kwh

Item	Proyecto	Tipología	Departamentos	Demanda Máxima (Kwh)	Emisiones (g de CO2 eq)
1	Edificio 10	Residencial (SS+4P+Az)	6	91.77	35,331.45
2	Edificio 20	Residencial (2S+6P+Az)	34	170.59	65,677.15
3	Edificio 30	Residencial (S+SS+5P+Az)	10	67.94	26,156.90
4	Edificio 40	Residencial (S+SS+6P+Az)	11	76.90	29,606.50
5	Edificio 50	Residencial (3P+Az)	3	8.87	3,414.95

Fuente: Planos de instalaciones eléctricas de edificios y electricitymap

Grafico 22

Emisiones de CO2 por Uso



De acuerdo a las encuestas realizadas, la población afectada del distrito de Santiago de Surco percibe mayoritariamente que casi siempre (88.3%) los edificios multifamiliares emiten CO2 por uso y solo una pequeña parte siempre (11.7%).

- Emisiones de CO2 por la construcción

Para el cálculo de las emisiones de CO2 por la construcción se tomó como dato principal la cantidad de concreto y acero requerido para la construcción y con el dato de energía incorporada del concreto y acero se obtuvo la energía incorporada en Kwh de cada edificación y esto a su vez se convirtió a emisiones de CO2 equivalentes, con el factor de conversión antes mencionado para el caso de Perú.

Tabla 21

Cantidad de Concreto y Acero de Construcción en Edificios

Item	Descripción	Und.	Edificio	Edificio	Edificio	Edificio	Edificio
			10	20	30	40	50
1	Concreto	M3	325.19	2,131.44	849.11	660.54	101.22
2	Acero de Construcción	Tn	22.70	96.04	43.88	30.07	5.29

Fuente: Planos de estructuras de edificios

Tabla 22

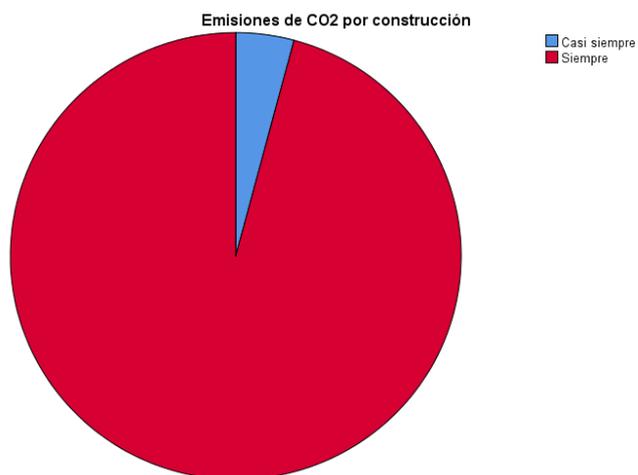
Emisiones de CO2 por kWh Incorporado en Concreto y Acero

Item	Proyecto	Kwh / m3	Kwh / Tn	Kwh en	Emisiones
		Concreto	Acero	Obra Gruesa	(Kg de CO2 eq)
1	Edificio 10	74,751.43	249,679.08	324,430.51	124,905.74
2	Edificio 20	489,954.11	1,056,293.39	1,546,247.50	595,305.29
3	Edificio 30	195,184.92	482,589.92	677,774.84	260,943.31
4	Edificio 40	151,838.33	330,777.57	482,615.90	185,807.12
5	Edificio 50	23,267.79	58,229.16	81,496.95	31,376.32

Fuente: Elaboración propia a partir de metrados y planos estructurales de edificios

Grafico 23

Emisiones de CO2 por Construcción



De acuerdo a las encuestas realizadas, la población afectada del distrito de Santiago de Surco percibe mayoritariamente que siempre (95.8%) los edificios multifamiliares emiten CO2 por construcción y solo una pequeña parte casi siempre (4.2%).

c. Huella Hídrica

Se tomó como referencia los principales indicadores de esta sub variable respecto a las edificaciones, que fueron: m3 de agua consumida por uso y durante la construcción para la elaboración del concreto de las edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco.

- m3 de agua por uso

Para el cálculo de consumo de agua en las edificaciones de la muestra, se calculó el número de personas usuarias de las edificaciones y se multiplico por el promedio de consumo de agua por persona en el distrito de Surco, para estimar el consumo total de la edificación en uso.

Tabla 23

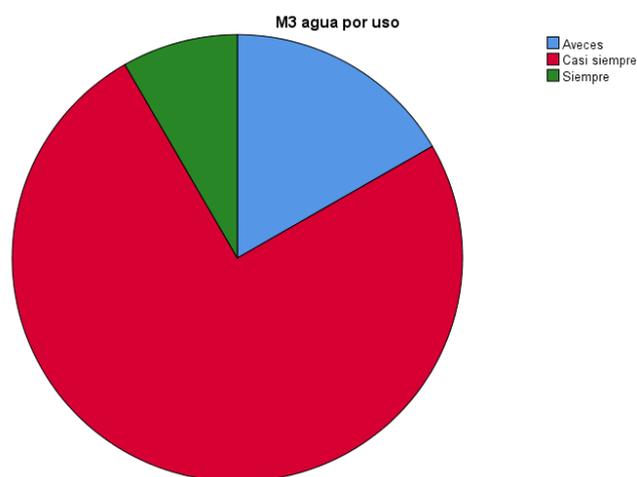
Estimación de consumo de agua por día

Item	Proyecto	Tipología	Departamentos	Número de Personas	Consumo en Litros por Día	Consumo en M3 por Día
1	Edificio 10	Residencial (SS+4P+Az)	6	24	5,400	5.40
2	Edificio 20	Residencial (2S+6P+Az)	34	136	30,600	30.60
3	Edificio 30	Residencial (S+SS+5P+Az)	10	40	9,000	9.00
4	Edificio 40	Residencial (S+SS+6P+Az)	11	44	9,900	9.90
5	Edificio 50	Residencial (3P+Az)	3	12	2,700	2.70

Fuente: Elaboración propia a partir de planos de Arquitectura de edificios.

Grafico 24

M3 Agua por Uso



De acuerdo a las encuestas realizadas, la población afectada del distrito de Santiago de Surco percibe mayoritariamente que casi siempre (75%) los edificios multifamiliares consumen m3 de agua durante su uso y solo una pequeña parte aveces (16.7%) y siempre (8.3%).

- m3 de agua en la construcción

En la construcción de las edificaciones de la muestra un material indispensable es el concreto el cual requiere de un consumo de agua para su elaboración, esta proporción de agua para el concreto se puede obtener de los datos de índices unitarios de la Revista Constructivo y con ello calcular la cantidad de agua necesaria para la cantidad de concreto que necesita los distintos elementos estructurales de la obra gruesa de cada edificio.

Tabla 24

Estimación de Consumo de Agua en Obra Gruesa

Item	Proyecto	Tipología	Departamentos	M3 Agua en Obra Gruesa
1	Edificio 10	Residencial (SS+4P+Az)	6	72.26
2	Edificio 20	Residencial (2S+6P+Az)	34	402.84
3	Edificio 30	Residencial (S+SS+5P+Az)	10	160.48
4	Edificio 40	Residencial (S+SS+6P+Az)	11	124.48
5	Edificio 50	Residencial (3P+Az)	3	19.13

Fuente: Elaboración propia a partir de Planos de Arquitectura.

Grafico 25

M3 Agua por Construcción



De acuerdo a las encuestas realizadas, la población afectada del distrito de Santiago de Surco percibe mayoritariamente que siempre (100%) los edificios multifamiliares consumen m³ de agua durante su construcción.

4.2. Discusión de Resultados

4.2.1. Verificación de hipótesis general:

H.I. “La construcción sostenible por su reducción del consumo de recursos naturales tiene efecto positivo en la sustentabilidad ambiental de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco”, queda comprobado de la siguiente manera:

Para cada coeficiente obtenido se puede realizar el siguiente contraste de hipótesis, para determinar si se acepta o se descarta la hipótesis nula.

$P \geq 0.05$ (No existe correlación)

$P < 0.05$ (Si existe correlación)

De acuerdo al procesamiento en SPSS STATICS de la base de datos obtenida a partir de las encuestas realizadas se toma como referencias los indicadores más representativos de las variables.

Tabla 25

Contraste de la Hipótesis General

Correlaciones

			Reducción de consumo de recursos	Mejoramiento Ambiental
Rho de Spearman	Reducción de consumo de recursos	Coeficiente de correlación	1,000	,953**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	240	240
Mejoramiento Ambiental		Coeficiente de correlación	,953**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	240	240

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

De acuerdo al resultado obtenido la significancia $P < 0.05$ por lo cual si existe una correlación entre las variables y la hipótesis nula se descarta, por otro lado, el coeficiente de Spearman es 0.953 lo que significa una correlación positiva directa muy alta.

Los 378.13 m2 de área verde en los edificios multifamiliares de la muestra, uno de los indicadores de la calidad ambiental, componente de la construcción sostenible, se pudo precisar que **captura un estimado de 128.56 KgCO2 al año**, lo cual representa una reducción de la huella de carbono y ayuda a mejorar el medio ambiente y la calidad de vida de las personas. **Cruz Ulloa, J. (2018)**, en cuanto al área verde afirma que las plantas en un jardín vertical filtran partículas del aire y convierten el CO2 en oxígeno, 1 m2 de fachada vegetal extrae 2,3 kg de CO2 al año del aire y produce 1,7 kg de oxígeno. Esto es mucho mayor a los 0,34 kg de CO2/m2 al año estimado para la presente investigación, de acuerdo **Arévalo W. y Alcántara F. (2021)**.

Las hh ahorradas en construcción del edificio multifamiliar 40 de la muestra, uno de los indicadores de la calidad ambiental, componente de la construcción sostenible, se obtuvo **1,681.15 hh ahorradas en el encofrado** de todas las losas aligeradas en condiciones normales, **por utilizar las viguetas pretensadas**, esto representa una reducción de la huella ecológica al reducir la cantidad de mano de obra durante la construcción se consume una menor cantidad de recursos y se reduce los residuos. **Jiang, Y. et Al (2019)**, sus resultados muestran tres indicadores que cambian significativamente por el uso de elementos modulares prefabricados frente a la construcción convencional:

consumo de encofrado, residuos de construcción y generación de contaminación. Esto coincide con los resultados obtenidos en el edificio 40.

Los **m² de materiales ecológicos**, uno de los indicadores de la calidad ambiental, componente de la construcción sostenible, se encontró 36 m² de piedra natural y 44 m² de madera natural en los edificios de la muestra, este tipo de materiales naturales requieren un menor procesamiento y consecuente menor energía para su fabricación, contribuyendo así a la reducción de la huella ecológica si lo comparamos con materiales convencionales altamente procesados y con grandes consumos de energía para su fabricación. **Cruz Ulloa, J. (2018)**, en su investigación afirma que la madera es el único material de construcción importante que es renovable y sostenible durante largos períodos de tiempo. En comparación con otros materiales de construcción, **la madera requiere muy poca energía en la industria manufacturera y la construcción**. Esto coincide con la presente investigación.

Los **Kwh ahorrados en uso**, uno de los indicadores de la eficiencia energética, componente de la construcción sostenible, se pudo estimar un ahorro calculado en 12,7 Kwh para el edificio 20 y de 3,5 Kwh para el edificio 30 por cada hora de uso al utilizar iluminación led, **aproximadamente un 50% de ahorro de Kwh en la iluminación** de los edificios 20 y 30, significan una reducción de la huella de carbono ya que por cada Kwh consumido se **emiten 385 g de CO₂ equivalente** en Perú según Electricitymap. **Luna Salas, E. W., et Al. (2021)**, en su investigación aplicando el software EDGE alcanzó un resultado del **55.72 % de ahorro energético** para el edificio de Wanchaq-Cusco. **Lecca Díaz, G., (2019)**, afirma que el porcentaje de ahorro en el consumo de energía por el uso de las luminarias LED es de 37.5%. Estos resultados de ahorro de energía son similares al ahorro estimado en la presente investigación.

Los **Kwh ahorrados en construcción**, uno de los indicadores de la eficiencia energética, componente de la construcción sostenible, se pudo calcular un ahorro energético de 2,129.76 Kwh, debido al empleo de viguetas prefabricadas y un ahorro de 6,215.82 Kwh de energía por el uso de la piedra natural como recubrimiento de fachada en lugar del cerámico o porcelanato en la construcción del edificio 40 de la muestra y un ahorro estimado de 16,154.00 Kwh de energía por el uso de madera natural como cubierta ligera y celosía de fachada en lugar de aluminio en el edificio 10 de la muestra, **todos los Kwh ahorrados en la construcción representan una reducción de la energía**

incorporada en los materiales de construcción. **Lecca Díaz, G., (2019)**, aplicando criterios de construcción sostenible como viguetas prefabricadas y ladrillos silico calcáreos en un edificio obtuvo un ahorro de **61.11% de energía incorporada en materiales** según el software EDGE. Estos resultados son mayores a los obtenidos en la presente investigación, pero esto se debe a la utilización de ladrillos silico calcáreos para todos los muros no portantes.

Los **m3 de agua ahorrados en uso**, uno de los indicadores de la eficiencia hídrica, componente de la construcción sostenible, se pudo precisar un ahorro de hasta 9 m3 de agua por día equivalente al **30% de consumo de agua** del edificio 20 de la muestra, debido al empleo de inodoros y griferías con sistemas ahorradores de agua, esta reducción del consumo de agua equivale a una reducción de la huella hídrica de la edificación. **Lecca Díaz, G., (2019)**, aplicando las medidas de eficiencia de agua del software EDGE en un edificio multifamiliar obtuvo un porcentaje de **ahorro de 25.1%** con accesorios de bajo consumo respecto a la línea base. Este resultado es menor al porcentaje de ahorro estimado en la presente investigación, debido a una mayor precisión de los cálculos.

Los **m3 de agua ahorrados en construcción**, uno de los indicadores de la eficiencia hídrica, componente de la construcción sostenible, se calculó un ahorro del **20% de agua por cada m3 de concreto para las losas aligeradas** del edificio 40 por el empleo de las viguetas prefabricadas, **Lecca Díaz, G., (2019)**, precisa un ahorro de **18% de concreto por cada 24m2** de losa aligerada por la utilización de viguetas prefabricadas del sistema SVB Soltek de Cementos Pacasmayo. Estos resultados implican un menor ahorro de agua en la construcción considerando que en 24m2 de losa aligerada entran 2.20 m3 de concreto. Además, se pudo calcular un ahorro de hasta 0.46 m3 de agua por día en el riego de las áreas verdes del edificio 20, por el uso de plantas locales y de bajo consumo hídrico esto equivale a una reducción en la misma proporción de la huella hídrica de las edificaciones de la muestra.

En consecuencia, se puede afirmar que los componentes de la construcción sostenible reducen el consumo de los recursos naturales en los edificios multifamiliares de la muestra y debido a los efectos que tiene en el medio ambiente, esta reducción representa un efecto positivo en el medio ambiente y en la sostenibilidad ambiental de las edificaciones multifamiliares.

De esta manera queda analizado y evidenciado el efecto positivo que tiene la construcción sostenible en la sostenibilidad ambiental de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.

4.2.1. Verificación de hipótesis específica 1:

H.I. “La calidad ambiental por considerar criterios ambientales afecta negativamente en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco”.

Para cada coeficiente obtenido se puede realizar el siguiente contraste de hipótesis, para determinar si se acepta o se descarta la hipótesis nula.

$P \geq 0.05$ (No existe correlación)

$P < 0.05$ (Si existe correlación)

De acuerdo al procesamiento en SPSS STATICS de la base de datos obtenida a partir de las encuestas realizadas se toma como referencias los indicadores más representativos de las variables.

Tabla 26

Contraste de la Hipótesis Especifica 1

Correlaciones

			M2 Área verde	Área construida y libre
Rho de Spearman	M2 Área verde	Coeficiente de correlación	1,000	-,902**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	240	240
	Área construida y libre	Coeficiente de correlación	-,902**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	240	240

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

De acuerdo al resultado obtenido la significancia $P < 0.05$ por lo cual si existe una correlación entre las variables y la hipótesis nula se descarta, por otro lado, el coeficiente de Spearman es -0.902 lo que significa una correlación negativa o inversa muy alta.

Para verificar el efecto negativo de la calidad ambiental sobre las huellas ecológicas, de carbono e hídrica, se tiene que precisar primero los efectos que tiene la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco, como se puede observar de la tabla 12, los edificios multifamiliares ocupan una superficie de territorio de 1,843.73 m² y sobre los cuales se construye 10,063.08 m², una superficie construida 2 o 3 veces mayor que si se tratara de viviendas unifamiliares o casas tradicionales, teniendo presente que cada m² construido genera emisiones de CO₂, consume materiales de construcción, energía y agua y genera residuos, todo esto incrementa la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones porque se consume una superficie ecológica mayor para producir los recursos necesarios y asimilar los residuos y emisiones de CO₂ producidos por los edificios.

Grafico 26

Fotografía de Edificio 30



Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, la calidad ambiental en los edificios multifamiliares al considerar criterios ambientales como las áreas verdes en las edificaciones, se toma como referencia la tabla 1 de la cantidad de área verde en los edificios de la muestra y la estimación de captura de CO₂ por m² de área verde, esto suma un total de reducción de 128.56 Kg de CO₂ al año y por consiguiente una reducción de las huellas ecológica, de carbono e hídrica, lo cual significa un efecto negativo sobre las huellas de las edificaciones multifamiliares.

Así mismo, por considerar criterios ambientales como la utilización de materiales prefabricados que reducen las hh trabajadas en la construcción como se muestra en la tabla 2, se reduce la huella ecológica e hídrica, al igual que utilizar materiales ecológicos en dichas edificaciones multifamiliares ya que reducen el consumo energético en la fabricación de los materiales y debido a que cada Kwh de energía consumida en Lima supone unos 385g de CO₂ emitidos a la atmosfera por consiguiente se reduce la huella de carbono.

4.2.2. Verificación de hipótesis específica 2:

H.I. “La eficiencia energética por reducir el consumo de energía afecta negativamente en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco”.

Para cada coeficiente obtenido se puede realizar el siguiente contraste de hipótesis, para determinar si se acepta o se descarta la hipótesis nula.

$P \geq 0.05$ (No existe correlación)

$P < 0.05$ (Si existe correlación)

De acuerdo al procesamiento en SPSS STATICS de la base de datos obtenida a partir de las encuestas realizadas se toma como referencias los indicadores más representativos de las variables.

Tabla 27

Contraste de la Hipótesis Especifica 2

			Kwh ahorrados en uso	Emisiones de CO2 por uso
Rho de Spearman	Kwh ahorrados en uso	Coeficiente de correlación	1,000	-,813**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	240	240
	Emisiones de CO2 por uso	Coeficiente de correlación	-,813**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	240	240

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

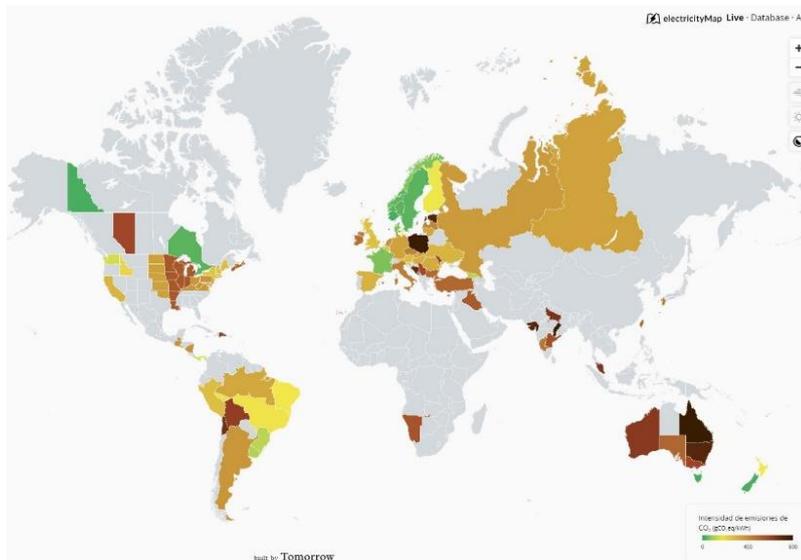
De acuerdo al resultado obtenido la significancia $P < 0.05$ por lo cual si existe una correlación entre las variables y la hipótesis nula se descarta, por otro lado, el coeficiente de Spearman es -0.813 lo que significa una correlación negativa o inversa muy alta.

Para comprobar el efecto de la reducción del consumo de energía como resultado de la eficiencia energética, se debe precisar que el consumo energético en las edificaciones multifamiliares incrementa la huella ecológica, de carbono e hídrica, como podemos observar de la tabla 15 y 17, los edificios de la muestra consumen

aproximadamente 3,112,565.69 Kwh de energía para su construcción y la fabricación de los materiales que emplea, así mismo durante el uso de las edificaciones consumen 416.07 Kw máximo por hora de uso de las instalaciones eléctricas, luminarias y equipos eléctricos necesarios para el funcionamiento del edificio, y como ya se indicó cada uno de estos Kwh consumidos representan 385 g de CO2 emitidos a la atmosfera en Lima (Ver gráfico 27).

Grafico 27

Emisiones de CO2 por Kwh de cada país



Fuente: Eletricitymap

Este alto consumo de energía en la construcción de los edificios de la muestra representa una huella de carbono estimada de 1,198.33 Tn de CO2 y durante el tiempo de uso de los edificios de la muestra se calcula una emisión diaria de 160.18 Kg de CO2 lo que afecta contaminando el aire, acrecentado el efecto invernadero e incrementa la huella ecológica o superficie de territorio necesaria para asimilar dicho CO2, al igual que los árboles y plantas capturan y asimilan el CO2, los mares y lagos también cumplen dicha función por lo cual también se incrementa la huella hídrica.

Por consiguiente, cada Kwh ahorrado en las edificaciones multifamiliares gracias a la eficiencia energética, significa una reducción de las emisiones de CO2 y una reducción de la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares, siendo esto un efecto negativo sobre las huellas.

4.2.3. Verificación de hipótesis específica 3:

H.I. “La eficiencia hídrica por reducir el consumo de agua afecta negativamente en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco”.

Para cada coeficiente obtenido se puede realizar el siguiente contraste de hipótesis, para determinar si se acepta o se descarta la hipótesis nula.

$P \geq 0.05$ (No existe correlación)

$P < 0.05$ (Si existe correlación)

De acuerdo al procesamiento en SPSS STATICS de la base de datos obtenida a partir de las encuestas realizadas se toma como referencias los indicadores más representativos de las variables.

Tabla 28

Contraste de la Hipótesis Especifica 3

			Correlaciones	
			M3 agua ahorrados en uso	M3 agua por uso
Rho de Spearman	M3 agua ahorrados en uso	Coeficiente de correlación	1,000	-,656**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	240	240
	M3 agua por uso	Coeficiente de correlación	-,656**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	240	240

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

De acuerdo al resultado obtenido la significancia $P < 0.05$ por lo cual si existe una correlación entre las variables y la hipótesis nula se descarta, por otro lado, el coeficiente de Spearman es -0.656 lo que significa una correlación negativa o inversa alta.

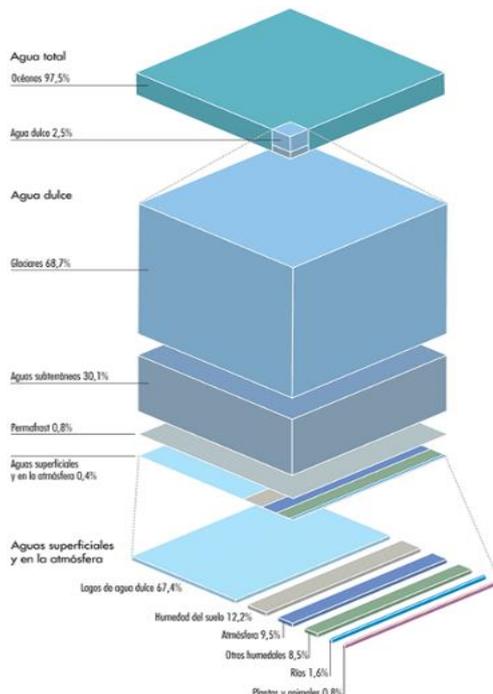
Para verificar el efecto de la reducción del consumo de agua como resultado de la eficiencia hídrica, se tiene que precisar que el consumo de agua en las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco incrementa la huella ecológica, de carbono e hídrica, como podemos observar en la tabla 18 y 19, los edificios multifamiliares consumen

779.19 m³ de agua solo para la elaboración del concreto, el cual es uno de los materiales más representativos durante su construcción. Por otro lado, durante su uso consumen alrededor de 57.60 m³ de agua por día y generan aguas residuales en la misma cantidad por día, las cuales por medio del sistema de alcantarillado de la ciudad terminan en ríos y mares de la ciudad, contaminando el suelo por filtración del agua residual y el aire por emanación de olores y gases.

Teniendo en cuenta que el agua dulce disponible para el consumo humano es un recurso escaso y finito, altamente necesario para que los edificios puedan acoger a las personas y sus actividades, (ver gráfico), su consumo debe ser medido para poder asegurar su abastecimiento para la creciente demanda de los edificios multifamiliares. También se debe precisar que cada m³ de agua consumida en los edificios multifamiliares genera agua residual en igual cantidad que termina incrementando la huella ecológica de carbono e hídrica de los edificios.

Grafico 28

% Agua Disponible para Consumo Humano en el Planeta



Fuente: <https://www.cibermitanios.com.ar/>

La reducción del consumo de agua durante su construcción o durante el uso de las edificaciones representa una reducción de las aguas residuales y una reducción de la contaminación de ríos y mares, además de que los cuerpos de agua capturan el CO₂ de la atmosfera ayudando a la reducción de la huella de carbono, siendo necesarios para la regulación del planeta, lo cual es un efecto negativo en la huella ecológica, de carbono e hídrica de la edificación.

Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

5.1.1. Del análisis se concluye que el efecto que tiene la construcción sostenible en la sustentabilidad ambiental de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco es positivo debido a que se pudo evidenciar en cada uno de los componentes de la construcción sostenible analizados, como la calidad ambiental, eficiencia energética e hídrica, empleados en los edificios multifamiliares de la muestra una reducción del consumo de recursos naturales lo cual significó mejoras en el medio ambiente y por tanto un efecto positivo en la sustentabilidad ambiental de estas edificaciones multifamiliares, también del análisis estadístico se concluye que existe una relación directa positiva, con un coeficiente de Spearman de 0.953, entre la construcción sostenible y la sustentabilidad ambiental de los edificios multifamiliares de Santiago de Surco.

5.1.2. Se determina que la calidad ambiental representada por los m² de área verde, las hh ahorradas y los m² de materiales ecológicos analizados en los edificios de la muestra, dan como resultado efectos negativos en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares ya que reducen las huellas, también según el análisis estadístico, se determina que existe una relación inversa o negativa con un coeficiente de Spearman de -0.902.

5.1.3. Se precisa que la eficiencia energética representada por los Kwh ahorrados en uso y construcción analizados en los edificios de la muestra, dan como resultado efectos negativos en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares ya que reducen las huellas, también según el análisis estadístico, se precisa que existe una relación inversa o negativa con un coeficiente de Spearman de -0.813.

5.1.4. Se establece que la eficiencia hídrica representada por los m³ de agua ahorrados en uso y construcción analizados en los edificios de la muestra, dan como resultado efectos negativos en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares ya que reducen las huellas, también según el análisis estadístico, se establece que existe una relación inversa o negativa con un coeficiente de Spearman de -0.656.

5.2. Recomendaciones

5.2.1. Las nuevas edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco, deberán incrementar sus construcciones sostenibles de edificios multifamiliares ya que la alta demanda de vivienda en el distrito genera un incremento de las construcciones y a su vez de la huella ecológica, de carbono e hídrica de los edificios multifamiliares lo cual afecta la calidad de vida de las personas, la calidad del medio ambiente y la sustentabilidad ambiental de las edificaciones multifamiliares.

Por ello se recomienda que el Código Técnico de Construcción Sostenible que incorpora requisitos como la calidad ambiental, la eficiencia energética e hídrica en las edificaciones, debe ser de cumplimiento obligatorio para todas las edificaciones o incentivar su aplicación con beneficios técnicos para las construcciones como los usados por la Ordenanza N°595 de la Municipalidad de Santiago de Surco ya que la mayoría de edificaciones multifamiliares nuevas no siguen criterios de construcción sostenible a pesar de que cada vez es más grave el efecto en la sustentabilidad ambiental, esto requiere una inversión que muchas empresas constructoras no están dispuestas a realizar a pesar de los beneficios técnicos y muchas personas desconocen el tema como para exigirle a los constructores que implementen criterios de la construcción sostenible en las edificaciones multifamiliares, pero si se consideran las mejoras en la calidad ambiental, ahorros energéticos e hídricos los cuales se traducen en ahorros económicos también, se puede compensar la mayor inversión inicial y fomentar la construcción sostenible.

5.2.2. Los criterios ambientales utilizados para mejorar la calidad ambiental de los nuevos edificios multifamiliares que incluyen m² de área verde, ahorro de hh y materiales ecológicos aún sigue siendo muy reducido en comparación al incremento de la huella ecológica, de carbono e hídrica que su construcción y uso de los edificios multifamiliares produce.

5.2.3. Las reducciones y ahorros de energía alcanzados por materiales prefabricados, materiales ecológicos y luminarias led con una eficiencia energética en los nuevos edificios multifamiliares que incluyen Kwh ahorrados en uso y durante el proceso de construcción en la energía incorporada de los materiales empleados, estas mejoras deberán fomentarse y aplicarse en todos los edificios multifamiliares, existen técnicas, procesos constructivos actuales y materiales que permiten mejorar la eficiencia energética de los edificios desde la construcción y durante su uso, para mejorar el nivel de sustentabilidad ambiental de los edificios.

5.2.4. Las reducciones y ahorro de agua alcanzado por el uso de aparatos sanitarios y griferías con una eficiencia hídrica en los nuevos edificios multifamiliares que incluyen m³ de agua ahorrados en uso y durante el proceso de construcción, al reducir la cantidad de concreto ya que se emplea agua para su preparación en obra, estas técnicas deberían ser difundidas y verificadas por supervisores durante el proceso de construcción, para así mejorar la eficiencia hídrica de los edificios multifamiliares y mejorar el nivel de sustentabilidad ambiental de estos edificios.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ardiles Bolaños, G. R. (2021), *Factores críticos en la adopción de criterios de sostenibilidad ambiental en la planificación de edificaciones residenciales en Arequipa metropolitana.*
- Bataineh, A. (2021), *Mejora de la eficiencia energética de los apartamentos multifamiliares caso de los edificios de Jordania.*
- Constructivo, 2012, Suplemento Técnico, Edición N°73.
- Cruz Ulloa, J. et Al., (2018), *Construcción sostenible: implementación de metodologías para la evaluación de la eco-eficiencia y sostenibilidad en proyectos constructivos de vivienda.*
- Cubas Díaz, H. (2021), *Estimación de la Huella Ecológica en la etapa de construcción de dos edificios multifamiliares en la ciudad de Chiclayo, Lambayeque 2020.*
- Domenech Quesada J., 2007, *Huella ecológica y desarrollo sostenible*, AENOR ediciones, España.
- Dourojeanni A., 2000, *Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable, publicación de las Naciones Unidas*, Santiago de Chile.
- Fernández R., 2000, *Gestión Ambiental de Ciudades, teoría crítica y aportes metodológicos*, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Fernández R., 2009, *Introducción a la teoría y metodología de la gestión ambiental urbana*, FADU UBA, Buenos Aires, Argentina.
- Flores Armas, S. I. (2020), *Evaluación de la sustentabilidad ambiental en construcción de viviendas multifamiliares; caso de estudio conjunto residencial el Olam-Ibarra, Ecuador.*
- Fundación CONAMA, 2018, *Economía Circular en el Sector de la Construcción*
- Giraldo Muñoz, L. (2021), *Costo beneficios de la Certificación de Construcción Sostenible EDGE. Manizales, Colombia.*

- Gonzalez-Vallejo, P. et Al, (2015), *La construcción de edificios residenciales en España en el periodo 2007 – 2010 y su impacto según el indicador Huella Ecológica*, artículo, España.
- Instituto Metropolitano de Lima (IMP), 2021, *Plan de Desarrollo Metropolitano de Lima al 2040*, portal web del Instituto Metropolitano de Lima.
- Jiang, Y. (2019), *Desempeño Sostenible de los Edificios a través de Prefabricación Modular en Fase de Construcción: Un estudio comparativo, USA*.
- Lecca Díaz, G., (2019), *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*.
- Luna Salas, E. W., et Al, (2021). *Trabajo de investigación sobre los beneficios de construcción de viviendas multifamiliares con certificación EDGE: Caso de Estudio Edificio Las Américas: Distrito de Wanchaq-Cusco, Perú*.
- Mantilla, E., et Al., (2019), *La sostenibilidad y la valoración ambiental en el marco del desarrollo*, artículo, Colombia.
- Massolo, L., 2015, *Introducción a las herramientas de gestión ambiental*, Universidad Nacional de la Plata, Argentina.
- Ministerio de Energías y Minas, 2012, *Uso eficiente de la energía guía metodológica*,
- Ministerio de Vivienda de España, 2010, *Libro Blanco de la Sostenibilidad en el Planeamiento Urbano Español*.
- Ministerio de Vivienda de Perú, 2021, *Código Técnico de Construcción Sostenible*.
- Miranda, L. et Al, (2018), *La construcción sostenible en el Perú*, artículo, Lima, Perú.
- Municipalidad de Santiago de Surco, 2019, *Ordenanza 595-MSS-2019*.
- ONU, PROGRAMA 21, 1992.
- Organización Internacional de Normalización, ISO 14001, *Sistemas de Gestión Ambiental*.

Organización Internacional de Normalización, ISO 9001, *Sistema de Gestión de la Calidad*.

Rueda S., 2007, *Libro Verde de Medio Ambiente Urbano*, Ministerio del Ambiente y la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, España.

Sandoval Montes, J. C. (2019). *Propuesta de medidas para incrementar la sostenibilidad en proyectos de viviendas multifamiliares de hasta cinco pisos en la ciudad de Lima y el Callao*.

WWF Organización Internacional, 2012, *Informe Planeta Vivo 2012*.

REFERENCIAS WEBGRAFICAS

Página web <https://www.caracteristicas.co/huella-ecologica/>

Página web <https://www.gob.pe/vivienda>

Página web <https://www.munisurco.gob.pe/regweb/>

Página web <https://www.munlima.gob.pe/>

Página web <https://www.un.org/es/about-us/>

Página web <https://sinia.minam.gob.pe/>

Página web <https://www.usgbc.org/leed>

Página web <https://www.footprintnetwork.org/>

ANEXOS

Anexo A:

FORMATO 3: Declaración de autenticidad y no plagio

	Universidad Ricardo Palma	Escuela de Posgrado
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y NO PLAGIO		
DECLARACIÓN DEL GRADUANDO		
Por el presente, el graduando: <i>(Apellidos y nombres)</i>		
Villavicencio Cortez, Alvaro		
en condición de egresado del Programa de Posgrado:		
Maestría en Arquitectura y Sostenibilidad		
deja constancia que ha elaborado la tesis intitulada:		
Construcción Sostenible para la Sustentabilidad Ambiental de las Edificaciones Multifamiliares de Santiago de Surco, Lima.		
<p>Declara que el presente trabajo de tesis ha sido elaborado por el mismo y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica, de investigación, profesional o similar.</p> <p>Deja constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no ha asumido como suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de la Internet.</p> <p>Asimismo, ratifica que es plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asume la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento y es consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas.</p> <p>En caso de incumplimiento de esta declaración, el graduando se somete a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y los dispositivos legales vigentes.</p>		
 Firma del graduando		29/06/23 Fecha

Anexo B:

FORMATO 4: Autorización para realizar la investigación

 Universidad Ricardo Palma		Escuela de Posgrado	
AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN			
DECLARACIÓN DEL RESPONSABLE DEL AREA O DEPENDENCIA DONDE SE REALIZARA LA INVESTIGACIÓN			
<p>Dejo constancia que el área o dependencia que dirijo, ha tomado conocimiento del proyecto de tesis titulado:</p>			
Construcción Sostenible para la Sustentabilidad Ambiental de las Edificaciones Multifamiliares de Santiago de Surco, Lima.			
<p>el mismo que es realizado por el Sr./Srta. Estudiante (Apellidos y nombres):</p>			
Villavicencio Cortez, Alvaro			
<p>, en condición de estudiante - investigador del Programa de:</p>			
Maestría en Arquitectura y Sostenibilidad			
<p>Así mismo señalamos, que según nuestra normativa interna procederemos con el apoyo al desarrollo del proyecto de investigación, dando las facilidades del caso para aplicación de los instrumentos de recolección de datos.</p>			
<p>En razón de lo expresado doy mi consentimiento para el uso de la información y/o la aplicación de los instrumentos de recolección de datos:</p>			
Nombre de la empresa: <i>Colegio de Arquitectos del Perú - Regional Lima</i>		Autorización para el uso del nombre de la Empresa en el Informe Final	SI NO
Apellidos y Nombres del Jefe/Responsable del área: <i>Inge Fernando Costa Cabrera</i>		Cargo del Jefe/Responsable del área: <i>Gerente Regional Lima</i>	
Teléfono fijo (incluyendo anexo) y/o celular: <i>6271200 - 122</i>		Correo electrónico de la empresa: <i>lima@limecop.org</i>	
 COLEGIO DE ARQUITECTOS DEL PERU REGIONAL LIMA <i>[Firma]</i>Firma..... FERNANDO J. COSTA CABRERA GERENTE REGIONAL		<i>29 Junio 2023</i>Fecha.....	

Anexo C:

Matriz de consistencia de las variables:

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	SUB VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Problema general</p> <p>¿Qué efecto tiene la construcción sostenible en la sustentabilidad ambiental de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Analizar el efecto que tiene la construcción sostenible en la sustentabilidad ambiental de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La construcción sostenible por su reducción del consumo de recursos naturales tiene efecto positivo en la sustentabilidad ambiental de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.</p>	<p>V.I.</p> <p>Construcción sostenible</p>	<p>Calidad ambiental</p> <p>Eficiencia energética</p> <p>Eficiencia hídrica</p>	<p>Arquitectónica</p> <p>Ambiental</p> <p>Tecnológica</p>	<p>Tipo: Básico Aplicada</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Enfoque: Mixto Cuantitativo y Cualitativo</p> <p>Diseño: No experimental, Explicativo causal</p>	<p>Técnica: Análisis documental Encuesta Entrevista</p> <p>Instrumento: Documentos técnicos Cuestionario Entrevista</p>
<p>Problema específico</p> <p>¿Qué efecto tiene la calidad ambiental en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco?</p> <p>¿Qué efecto tiene la eficiencia energética en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco?</p>	<p>Objetivo específico</p> <p>Determinar el efecto de la calidad ambiental en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.</p> <p>Precisar el efecto de la eficiencia energética en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>H.E.1. La calidad ambiental por considerar criterios ambientales afecta negativamente en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.</p> <p>H.E.0. No existe efecto.</p> <p>H.E.2. La eficiencia energética por reducir el consumo de energía afecta negativamente en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.</p>	<p>V.D.</p> <p>Sustentabilidad Ambiental</p>	<p>Huella ecológica</p> <p>Huella de carbono</p> <p>Huella hídrica</p>	<p>Arquitectónica</p> <p>Ambiental</p> <p>Socioeconómica</p>		

¿Qué efecto tiene la eficiencia hídrica en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco?	Establecer el efecto de la eficiencia hídrica en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.	H.E.O. No existe efecto.				
		H.E.3. La eficiencia hídrica por reducir el consumo de agua afecta negativamente en la huella ecológica, de carbono e hídrica de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco.				
		H.E.O. No existe efecto.				

Matriz de la definición operacional de las variables:

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Item
Construcción Sostenible	Según el Código Técnico de Construcción Sostenible, (2021), construcción sostenible: es la práctica de crear o modificar edificaciones y habilitaciones urbanas utilizando procesos eficientes y ambientalmente responsables durante todas las etapas que conforman su ciclo de vida (p.7).	La construcción sostenible será medida mediante sus 3 dimensiones: (i) Arquitectónica (ii) Ambiental (iii) Tecnológica.	Arquitectónica	Normas edificatorias sostenibles	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco incluye normas sostenibles durante su diseño y construcción?
			Ambiental	Reducción de consumo de recursos naturales	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar es ambientalmente responsable y reduce el consumo de recursos naturales en el distrito de Santiago de Surco?
			Tecnológica	Procesos eficientes	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar se construye con procesos eficientes en el distrito de Santiago de Surco?
Calidad ambiental	Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2010) "asegurar una calidad ambiental adecuada para la salud y el desarrollo integral de las personas , previniendo la afectación de ecosistemas, recuperando ambientes	La calidad ambiental será medida en su dimensión arquitectónica mediante 3 indicadores: (i) M2 área verde (ii) HH ahorradas en construcción (iii) M2 material ecológico.	Arquitectónica	M2 área verde en edificaciones	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco incluye m2 de área verde?

	degradados y promoviendo (...) una producción limpia y eco eficiente” (p.20)			HH ahorradas en Construcción de edificaciones	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco ahorra HH en construcción?
				M2 material ecológico en edificaciones	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco incluye m2 de material ecológico?
Eficiencia energética	Según el Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2007), “el uso eficiente de la energía contribuye a asegurar el suministro de energía (...), reducir el impacto ambiental , proteger al consumidor y fortalecer la toma de conciencia en la población sobre la importancia del uso eficiente de la energía” (p. 2)	La eficiencia energética será medida en su dimensión arquitectónica mediante 2 indicadores: (i) Kw ahorrados en uso (ii) Kw ahorrados en construcción.	Arquitectónica	Kwh ahorrados en uso de edificaciones	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco ahorra Kwh durante su uso?
				Kwh ahorrados en construcción de edificaciones	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco ahorra Kwh en su construcción?
Eficiencia hídrica	La gestión de los recursos hídricos se inicia con la planificación cuyo objetivo principal es satisfacer la demanda de agua en armonía con el desarrollo social, promoviendo un uso sostenible , equilibrando la oferta con la demanda, como la conservación y protección de la calidad en las fuentes naturales (Autoridad Nacional del Agua, 2013, p.4)	La eficiencia hídrica será medida en su dimensión arquitectónica mediante 2 indicadores: (i) M3 agua en uso (ii) M3 agua ahorrada en construcción.	Arquitectónica	M3 agua ahorrada en uso de edificaciones	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco ahorra m3 de agua durante su uso?
				M3 agua ahorrada en construcción de edificaciones	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco ahorra m3 de agua en construcción?
Sustentabilidad Ambiental	Un enfoque integrado de la planificación y gestión del medio físico y del uso de los recursos naturales es una forma eminentemente práctica de lograr la sustentabilidad ambiental, se puede vincular el desarrollo social y económico con la protección y el mejoramiento del medio ambiente (Programa 21, Cap. 10, 1993, p.1).	La sostenibilidad ambiental será medida mediante sus 3 dimensiones: (i) Arquitectónica (ii) Ambiental (iii) Socio económica.	Arquitectónica	Gestión ambiental	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco sigue una gestión ambiental?
			Ambiental	Mejoramiento del medio ambiente	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco mejora el medio ambiente?

			Socio económica	Ahorro económico a los usuarios	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco trae ahorro económico a los usuarios?
Huella ecológica	Es un indicador que mide la superficie necesaria, calculada en hectáreas, para producir los recursos consumidos por un ciudadano, una actividad, país, ciudad o región, así como la necesaria para absorber los residuos que genera, independientemente de donde estén localizadas estas áreas. Es el área de territorio productivo o ecosistema acuático, necesario para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población (Achkar, 2005, p.8).	La huella ecológica será medida en su dimensión arquitectónica mediante 3 indicadores: (i) M2 área construida (ii) HH en construcción (iii) Cantidad de materiales.	Arquitectónica	M2 área construida/ área libre	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco prioriza el área construida sobre el área libre del lote?
				HH en construcción de edificaciones	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco emplea HH en construcción?
				Cantidad de materiales de construcción convencionales empleados en edificaciones	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco emplea materiales de construcción convencionales?
Huella de carbono	Es un indicador que pretende reflejar la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto . Tal impacto ambiental es medido llevando a cabo un inventario de emisiones o un análisis de ciclo de vida según la tipología de huella, siguiendo normativas internacionales reconocidas (Ministerio del Ambiente, 2015, p.1).	La huella de carbono será medida en su dimensión arquitectónica mediante 2 indicadores: (i) Emisiones de CO2 por uso (ii) Emisiones de CO2 por construcción.	Arquitectónica	Emisiones de CO2 por uso de edificaciones	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco emite CO2 por uso?
				Emisiones de CO2 por construcción de edificaciones	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco emite CO2 por construcción?
Huella hídrica	La huella hídrica puede considerarse como un indicador de la proporción de extracciones anuales y disponibilidad de agua; permite realizar comparaciones de la presión a la que está sometido el recurso hídrico en zonas, regiones y países. Además, puede contribuir a la planificación de la distribución y gestión del agua en uso agrícola y urbano (Bueno-Pérez, 2019, p.1).	La huella hídrica será medida en su dimensión arquitectónica mediante 2 indicadores: (i) M3 agua por uso (ii) M3 agua por construcción.	Arquitectónica	M3 agua por uso de edificaciones	¿En qué grado considera que las edificación multifamiliar de Santiago de Surco consume m3 de agua por uso?
				M3 agua por construcción de edificaciones	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco consume m3 de agua por construcción?

Anexo D:

Matriz de reactivos:

Variables	Porcentaje (50%)	Numero de Preguntas (10)	Ajuste de enteros
Variable Independiente X: La Construcción Sostenible	15%	3	3
X1: La Calidad Ambiental	15%	3	3
X2: La Eficiencia Energética	10%	2	2
X3: La Eficiencia Hídrica	10%	2	2

Variables	Porcentaje (50%)	Numero de Preguntas (10)	Ajuste de enteros
Variable Dependiente Y: La Sostenibilidad Ambiental	25%	3	3
Y1: La Huella Ecológica	15%	3	3
Y2: La Huella de Carbono	10%	2	2
Y3: La Huella del Recurso Hídrico Urbano	10%	2	2

Plan maestro de preguntas:

Variables	Indicadores	Preguntas	Respuestas
Variable Independiente X: La Construcción Sostenible	1. Normas edificatorias sostenibles.	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco incluye normas sostenibles durante su diseño y construcción?	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces 4.Casi siempre 5.Siempre
	2. Reducción de consumo de recursos naturales.	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar es ambientalmente responsable y reduce el consumo de recursos naturales en el distrito de Santiago de Surco?	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces 4.Casi siempre 5.Siempre
	3. Procesos eficientes.	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar se construye con procesos eficientes en el distrito de Santiago de Surco?	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces 4.Casi siempre 5.Siempre

X1: La Calidad Ambiental	1. m2 área verde en edificaciones.	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco incluye m2 de área verde?	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces 4.Casi siempre 5.Siempre
	2. HH ahorradas en construcción de edificaciones.	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco ahorra HH en construcción?	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces 4.Casi siempre 5.Siempre
	3. m2 material ecológico en edificaciones.	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco incluye m2 de material ecológico?	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces 4.Casi siempre 5.Siempre
X2: La Eficiencia Energética	1. Kwh ahorrados por uso de edificaciones.	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco ahorra Kwh durante su uso?	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces 4.Casi siempre 5.Siempre
	2. Kwh ahorrados en construcción de edificaciones.	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco ahorra Kwh en su construcción?	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces 4.Casi siempre 5.Siempre
X3: La Eficiencia Hídrica	1. m3 agua ahorrada por uso de edificaciones.	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco ahorra m3 de agua durante su uso?	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces 4.Casi siempre 5.Siempre
	2. m3 agua ahorrada en construcción de edificaciones.	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco ahorra m3 de agua en construcción?	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces 4.Casi siempre 5.Siempre

Variables	Indicadores	Preguntas	Respuestas
Variable Dependiente Y: La Sustentabilidad Ambiental	1. Gestión ambiental.	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco sigue una gestión ambiental?	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces 4.Casi siempre 5.Siempre
	2. Mejoramiento del medio ambiente.	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco mejora el medio ambiente?	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces 4.Casi siempre 5.Siempre
	3. Ahorro económico.	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco trae ahorro económico a los usuarios?	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces 4.Casi siempre 5.Siempre
Y1: La Huella Ecológica	1. m2 área construida / libre	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces

		Santiago de Surco prioriza el área construida sobre el área libre?	4.Casi siempre 5.Siempre
	2. HH en construcción de edificaciones.	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco emplea HH en construcción?	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces 4.Casi siempre 5.Siempre
	3. cantidad de materiales de construcción convencionales empleados en edificaciones.	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco emplea materiales de construcción convencionales?	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces 4.Casi siempre 5.Siempre
Y2: La Huella de Carbono	1. Emisiones de CO2 por uso de edificaciones.	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco emite CO2 por uso?	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces 4.Casi siempre 5.Siempre
	2. Emisiones de CO2 por construcción de edificaciones.	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco emite CO2 por construcción?	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces 4.Casi siempre 5.Siempre
Y3: La Huella Hídrica	1. m3 agua por uso de edificaciones.	¿En qué grado considera que las edificación multifamiliar de Santiago de Surco consume m3 de agua por uso?	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces 4.Casi siempre 5.Siempre
	2. m3 agua por construcción de edificaciones.	¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco consume m3 de agua por construcción?	1.Nunca 2.Casi nunca 3.Aveces 4.Casi siempre 5.Siempre

Anexo E:

Cuestionario Variable X: Construcción Sostenible

Objetivo: Estimado gerente / arquitecto / propietario, el presente cuestionario de carácter anónimo, proporcionará datos de gran utilidad para una tesis de investigación que tiene por finalidad: “Analizar el efecto que tiene la construcción sostenible en la sostenibilidad ambiental de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco”, por ello, esperamos responda con sinceridad y acorde a las instrucciones.

Instrucciones: A continuación, encontrará una lista de preguntas. En cada pregunta debe elegir una de las opciones que la acompañan. Marca la respuesta con un (X).

1. NUNCA 2. CASI NUNCA 3. A VECES 4. CASI SIEMPRE 5. SIEMPRE

Indicadores	Item	Valoración				
		1	2	3	4	5
Normas edificatorias sostenibles	1. ¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco incluye normas sostenibles durante su diseño y construcción?					
Reducción de consumo de recursos naturales.	2. ¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar es ambientalmente responsable y reduce el consumo de recursos naturales en el distrito de Santiago de Surco?					
Procesos eficientes.	3. ¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar se construye con procesos eficientes en el distrito de Santiago de Surco?					
m ² área verde en edificaciones.	4. ¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco incluye m ² de área verde?					
hh ahorradas en construcción de edificaciones.	5. ¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco ahorra HH en construcción?					
m ² material ecológico en edificaciones.	6. ¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco incluye m ² de material ecológico?					
Kwh ahorrados por uso de edificaciones.	7. ¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco ahorra Kwh durante su uso?					
Kwh ahorrados en construcción de edificaciones.	8. ¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco ahorra Kwh en su construcción?					
m ³ agua ahorrada por uso de edificaciones.	9. ¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco ahorra m ³ de agua durante su uso?					
m ³ agua ahorrada en construcción de edificaciones.	10. ¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco ahorra m ³ de agua en construcción?					

Cuestionario Variable Y: Sustentabilidad Ambiental

Objetivo: Estimado gerente / arquitecto / propietario, el presente cuestionario de carácter anónimo, proporcionará datos de gran utilidad para una tesis de investigación que tiene por finalidad: “Analizar el efecto que tiene la construcción sostenible en la sostenibilidad ambiental de las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco”, por ello, esperamos responda con sinceridad y acorde a las instrucciones.

Instrucciones: A continuación, encontrará una lista de preguntas. En cada pregunta debe elegir una de las opciones que la acompañan. Marca la respuesta con un (X).

1. NUNCA 2. CASI NUNCA 3. A VECES 4. CASI SIEMPRE 5. SIEMPRE

Indicadores	Item	Valoración				
		1	2	3	4	5
Gestión ambiental.	1. ¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco sigue una gestión ambiental?					
Mejoramiento del medio ambiente.	2. ¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco mejora el medio ambiente?					
Ahorro económico.	3. ¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco trae ahorro económico a los usuarios?					
m2 área construida / libre	4. ¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco prioriza el área construida sobre el área libre del lote?					
HH en construcción de edificaciones.	5. ¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco emplea HH en construcción?					
cantidad de materiales de construcción convencionales empleados en edificaciones.	6. ¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco emplea materiales de construcción convencionales?					
Emisiones de CO2 por uso de edificaciones.	7. ¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco emite CO2 por uso?					
Emisiones de CO2 por construcción de edificaciones.	8. ¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco emite CO2 por construcción?					
m3 agua por uso de edificaciones.	9. ¿En qué grado considera que las edificación multifamiliar de Santiago de Surco consume m3 de agua por uso?					
m3 agua por construcción edificaciones.	10. ¿En qué grado considera que la edificación multifamiliar de Santiago de Surco consume m3 de agua por construcción?					

Entrevista no estructurada (Expertos)

Objetivo: Estimado arquitecto(a) especialista en construcción sostenible, el presente cuestionario de una tesis de investigación tiene por finalidad aportar recomendaciones a las nuevas construcciones de edificios multifamiliares en el distrito de Santiago de Surco para mejorar la sostenibilidad ambiental.

Entrevistado:

1. ¿Qué recomendaría en cuanto a construcción sostenible en las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco para afectar positivamente la sustentabilidad ambiental?

Respuesta:

2. ¿Qué recomendaría en cuanto a calidad ambiental en las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco para reducir la huella ecológica, de carbono e hídrica?

Respuesta:

3. ¿Qué recomendaría en cuanto a eficiencia energética en las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco para reducir la huella ecológica, de carbono e hídrica?

Respuesta:

4. ¿Qué recomendaría en cuanto a eficiencia hídrica en las edificaciones multifamiliares de Santiago de Surco para reducir la huella ecológica, de carbono e hídrica?

Respuesta:

Anexo F:

Análisis de Confiabilidad del Instrumento:

Cuestionario Variable X: Construcción Sostenible

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	10	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	10	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,927	10

Cuestionario Variable Y: Sustentabilidad Ambiental

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	10	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	10	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,831	10

Anexo G:

Metrados de Edificios

Edificio 10, Vivienda Multifamiliar (SS+4P+Az)

Especialidad:	Estructuras		
Ítem	Descripción	Und.	Metrado
	Movimiento de tierras		
	Excavación de Cimientos	m3	350.71
	Eliminación de Material	m3	350.71
	Obras de concreto armado		
	Zapatas de Cimentación		
	Concreto para Zapatas $f'c=210$ kg/cm ²	m3	39.31
	Acero $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	502.46
	Vigas de Cimentación		
	Concreto para Viga $f'c=210$ kg/cm ²	m3	5.21
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	69.68
	Acero $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	459.89
	Columnas		
	Concreto para Columna $f'c=210$ kg/cm ²	m3	30.59
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	532.49
	Acero $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	3583.23
	Placas		
	Concreto para Placa $f'c=210$ kg/cm ²	m3	57.15
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	847.44
	Acero $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	4564.09
	Vigas		
	Concreto para Viga $f'c=210$ kg/cm ²	m3	78.34
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	142.45
	Acero $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	6550.68
	Losa Aligerada		
	Concreto para Losa Aligerada $f'c=210$ kg/cm ²	m3	99.53
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	995.37
	Acero $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	4345.61
	Losa Maciza		
	Concreto para Losa Maciza $f'c=210$ kg/cm ²	m3	16.68
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	83.43
	Acero $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	732.42
	Escalera		
	Concreto para Escalera $f'c=210$ kg/cm ²	m3	41.58
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	218.92
	Acero $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	1066.70
	Cisterna		
	Concreto para Cisterna $f'c=210$ kg/cm ²	m3	13.95
	Acero $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	895.02

Especialidad:		Arquitectura	
ítem	Descripción	Und.	Metrado
	Albañilería		
	Muro de Ladrillo	m2	994.46
	Tarrajeo de Muros	m2	1988.92
	Revestimiento de pisos		
	Piso de Cemento Pulido	m2	325.67
	Piso de Cerámico	m2	753.13
	Revestimiento de paredes		
	Pared de Cerámico	m2	456.19
	Cielo raso		
	Tarrajeo de Cielo Raso	m2	1078.80

Edificio 20, Vivienda Multifamiliar (2S+6P+Az)

Especialidad:		Estructuras	
Item	Descripción	Und.	Metrado
	Movimiento de tierras		
	Excavación de Cimientos	m3	5479.20
	Eliminación de Material	m3	5479.20
	Obras de concreto armado		
	Zapatas de Cimentación		
	Concreto para Zapatas f'c=210 kg/cm2	m3	186.52
	Acero fy=4200 kg/cm2	kg	6276.02
	Vigas de Cimentación		
	Concreto para Viga f'c=210 kg/cm2	m3	8.77
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	58.51
	Acero fy=4200 kg/cm2	kg	786.40
	Columnas		
	Concreto para Columna f'c=210 kg/cm2	m3	70.68
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	543.55
	Acero fy=4200 kg/cm2	kg	9440.21
	Placas		
	Concreto para Placa f'c=210 kg/cm2	m3	710.43
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	6572.25
	Acero fy=4200 kg/cm2	kg	39863.13
	Vigas		
	Concreto para Viga f'c=210 kg/cm2	m3	230.85
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	2356.81
	Acero fy=4200 kg/cm2	kg	20688.84
	Losa Aligerada		
	Concreto para Losa Aligerada f'c=210 kg/cm2	m3	568.71
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	7109.32
	Acero fy=4200 kg/cm2	kg	11374.90
	Losa Maciza		

Concreto para Losa Maciza f'c=210 kg/cm2	m3	276.10
Encofrado y Desencofrado Normal	m2	1624.23
Acero fy=4200 kg/cm2	kg	3638.27
Escalera		
Concreto para Escalera f'c=210 kg/cm2	m3	29.90
Encofrado y Desencofrado Normal	m2	157.42
Acero fy=4200 kg/cm2	kg	767.06
Cisterna		
Concreto para Cisterna f'c=210 kg/cm2	m3	49.48
Acero fy=4200 kg/cm2	kg	3200.31

Especialidad:		Arquitectura	
ítem	Descripción	Und.	Metrado
Albañilería			
	Muro de Ladrillo	m2	3682.80
	Tarrajeo de Muros	m2	7365.60
Revestimiento de pisos			
	Piso de Cemento Pulido	m2	1740.67
	Piso de Cerámico	m2	3431.25
Revestimiento de paredes			
	Pared de Cerámico	m2	826.20
Cielo raso			
	Tarrajeo de Cielo Raso	m2	5171.92

Edificio 30, Vivienda Multifamiliar (S+SS+5P+Az)

Especialidad:		Estructuras	
Ítem	Descripción	Und.	Metrado
Movimiento de tierras			
	Excavación de Cimientos	m3	1500.00
	Eliminación de Material	m3	1500.00
Obras de concreto armado			
Zapatas de Cimentación			
	Concreto para Zapatas f'c=210 kg/cm2	m3	59.68
	Acero fy=4200 kg/cm2	kg	1283.40
Vigas de Cimentación			
	Concreto para Viga f'c=210 kg/cm2	m3	23.31
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	77.63
	Acero fy=4200 kg/cm2	kg	
Columnas			
	Concreto para Columna f'c=210 kg/cm2	m3	77.02
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	861.10
	Acero fy=4200 kg/cm2	kg	6917.65
Placas			
	Concreto para Placa f'c=210 kg/cm2	m3	251.37
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	2663.72

Acero fy=4200 kg/cm2	kg	22577.11
Vigas		
Concreto para Viga f'c=210 kg/cm2	m3	64.08
Encofrado y Desencofrado Normal	m2	716.42
Acero fy=4200 kg/cm2	kg	5755.42
Losa Aligerada		
Concreto para Losa Aligerada f'c=210 kg/cm2	m3	228.13
Encofrado y Desencofrado Normal	m2	1140.69
Acero fy=4200 kg/cm2	kg	4562.60
Losa Maciza		
Concreto para Losa Maciza f'c=210 kg/cm2	m3	97.51
Encofrado y Desencofrado Normal	m2	487.55
Acero fy=4200 kg/cm2	kg	1284.20
Escalera		
Concreto para Escalera f'c=210 kg/cm2	m3	40.46
Encofrado y Desencofrado Normal	m2	213.02
Acero fy=4200 kg/cm2	kg	1006.98
Cisterna		
Concreto para Cisterna f'c=210 kg/cm2	m3	7.55
Acero fy=4200 kg/cm2	kg	488.32

Especialidad:		Arquitectura	
ítem	Descripción	Und.	Metrado
Albañilería			
	Muro de Ladrillo	m2	368.20
	Tarrajeo de Muros	m2	736.41
Revestimiento de pisos			
	Piso de Cemento Pulido	m2	593.6
	Piso de Cerámico	m2	1034.64
Revestimiento de paredes			
	Pared de Cerámico	m2	717.98
Cielo raso			
	Tarrajeo de Cielo Raso	m2	1628.24

Edificio 40, Vivienda Multifamiliar (S+SS+6P+Az)

Especialidad:		Estructuras	
Item	Descripción	Und.	Metrado
Movimiento de tierras			
	Excavación de Cimientos	m3	1530.15
	Eliminación de Material	m3	1530.15
Obras de concreto armado			
Zapatas de Cimentación			
	Concreto para Zapatas f'c=210 kg/cm2	m3	64.66

Acero fy=4200 kg/cm2	kg	2175.68
Vigas de Cimentación		
Concreto para Viga f'c=210 kg/cm2	m3	6.37
Encofrado y Desencofrado Normal	m2	42.50
Acero fy=4200 kg/cm2	kg	571.20
Columnas		
Concreto para Columna f'c=210 kg/cm2	m3	26.48
Encofrado y Desencofrado Normal	m2	203.64
Acero fy=4200 kg/cm2	kg	3536.74
Placas		
Concreto para Placa f'c=210 kg/cm2	m3	193.04
Encofrado y Desencofrado Normal	m2	1785.83
Acero fy=4200 kg/cm2	kg	10831.72
Vigas		
Concreto para Viga f'c=210 kg/cm2	m3	69.95
Encofrado y Desencofrado Normal	m2	714.14
Acero fy=4200 kg/cm2	kg	6268.94
Losa Aligerada		
Concreto para Losa Aligerada f'c=210 kg/cm2	m3	120.83
Encofrado y Desencofrado Normal	m2	1510.47
Acero fy=4200 kg/cm2	kg	2416.75
Losa Maciza		
Concreto para Losa Maciza f'c=210 kg/cm2	m3	61.34
Encofrado y Desencofrado Normal	m2	360.85
Acero fy=4200 kg/cm2	kg	808.30
Escalera		
Concreto para Escalera f'c=210 kg/cm2	m3	104.54
Encofrado y Desencofrado Normal	m2	549.88
Acero fy=4200 kg/cm2	kg	2601.84
Cisterna		
Concreto para Cisterna f'c=210 kg/cm2	m3	13.33
Acero fy=4200 kg/cm2	kg	862.17

Especialidad:	Arquitectura		
ítem	Descripción	Und.	Metrado
Albañilería			
	Muro de Ladrillo	m2	1390.71
	Tarrajeo de Muros	m2	2781.43
Revestimiento de pisos			
	Piso de Cemento Pulido	m2	647.26
	Piso de Cerámico	m2	1198.82
Revestimiento de paredes			
	Pared de Cerámico	m2	692.48
Cielo raso			
	Tarrajeo de Cielo Raso	m2	1871.32

Edificio 50, Vivienda Multifamiliar (3P+Az)

Especialidad:	Estructuras		
Ítem	Descripción	Und	Metrado
	Movimiento de tierras		
	Excavación de Cimientos	m3	58.82
	Eliminación de Material	m3	58.82
	Obras de concreto armado		
	Zapatas de Cimentación		
	Concreto para Zapatas f'c=210 kg/cm2	m3	13.77
	Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60 de 1/2"	kg	176.01
	Vigas de Cimentación		
	Concreto para Viga f'c=210 kg/cm2	m3	3.12
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	41.73
	Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60 de 1/2"	kg	275.41
	Columnas		
	Concreto para Columna f'c=210 kg/cm2	m3	8.81
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	153.36
	Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	1031.98
	Placas		
	Concreto para Placa f'c=210 kg/cm2	m3	7.52
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	111.51
	Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	600.56
	Vigas		
	Concreto para Viga f'c=210 kg/cm2	m3	16.65
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	194.74
	Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60 de 1/2"	kg	1392.25
	Losa Aligerada		
	Concreto para Losa Aligerada f'c=210 kg/cm2	m3	16.48
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	190.99
	Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	719.54
	Losa Maciza		
	Concreto para Losa Maciza f'c=210 kg/cm2	m3	4.81
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	24.06
	Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	211.21
	Escalera		
	Concreto para Escalera f'c=210 kg/cm2	m3	27.05
	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	142.42
	Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	693.95
	Cisterna		
	Concreto para Cisterna f'c=210 kg/cm2	m3	3.01
	Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	193.12
	Albañilería		
Especialidad:	Arquitectura		
ítem	Descripción	Und.	Metrado
	Albañilería		

Muro de Ladrillo	m2	566.33
Tarrajeo de Muros	m2	785.20
Revestimiento de pisos		
Piso de Cemento Pulido	m2	71.28
Piso de Cerámico	m2	230.20
Revestimiento de paredes		
Pared de Cerámico	m2	129.47
Cielo raso		
Tarrajeo de Cielo Raso	m2	230.20