

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD: INGENIERÍA

ESCUELA: CIVIL

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCION DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

**TEMA: APROXIMACIÓN DE LA CARGA PERMANENTE DE
EDIFICACIONES ESCOLARES, OFICINAS E INSTALACIONES DE
SALUD DEBIDO A MAMPOSTERÍAS DE BLOQUE.**

AUTORES:

**RAMOS TORRES JAVIER ANDRES
TOAPANTA TUFÍÑO JORDI MAURICIO**

TUTOR:

ING. ESTUARDO PÁEZ

Quito, 2022

DEDICATORIA

A mi padre y a mi madre, a mi hermana, a mis tíos y familia en general por darme el apoyo y motivación para afrontar los retos que se presentaron a lo largo de mi vida universitaria.

A mis maestros quienes supieron guiarme y prepararme para la vida profesional.

Javier Ramos

A mis padres y hermano quienes han sido el motivo para superarme día a día y enfrentar todo tipo de adversidades a lo largo de este camino con el propósito de convertirme en un gran profesional y excelente persona.

Jordi Toapanta

AGRADECIMIENTO

A mi familia por estar ahí en los momentos de dificultad enseñarme valores fundamentales como la ética, el respeto y a esforzarme por mis sueños.

A mis amigos con quienes compartí las aulas y vivimos día a día los retos, victorias y fracasos por siempre estar ahí para brindar un brazo amigo a lo largo de la vida universitaria.

A la Universidad Católica del Ecuador y sus docentes por todo el conocimiento y preparación adquirida en sus aulas para afrontar con profesionalismo los retos por venir en la vida laboral.

A mi compañero Jordi Toapanta, por ser un gran amigo, ayudarme en los momentos difíciles y acompañarme en la realización de este trabajo

A los ingenieros Estuardo Páez, Marcelo Guerra y Lauro Lara por ayudarnos y guiarnos con sus conocimientos y así culminar este trabajo de la mejor manera.

Javier Ramos

A Dios y a mi Madre Dolorosa que han sido la luz guiándome por el camino correcto.

A mi familia que es mi soporte y mayor orgullo, pues su ejemplo es la semilla que poco a poco está dando frutos en mí.

A mis amigos, por las anécdotas y enseñanzas, especialmente a Javier Ramos quien representa el verdadero significado de ser un amigo incondicional.

A la Facultad de Ingeniería de la PUCE por formar parte de mi crecimiento personal y profesional.

A mis maestros por todos sus conocimientos compartidos, especialmente los ingenieros Estuardo Páez, Marcelo Guerra y Lauro Lara que nos acompañaron en el desarrollo de esta disertación.

Jordi Toapanta

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XV
RESUMEN.....	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema:	1
1.2 Justificación:	2
1.3 Objetivos:.....	4
1.3.1 Objetivo General:	4
1.3.2 Objetivos Específicos:	4
1.4 Hipótesis	4
1.5 Antecedentes	5
1.6 Alcance	6
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Materiales para la construcción de mamposterías en el Ecuador	7

2.2	Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-CG. (2015))	7
2.3	Normativas extranjeras de construcción	9
2.3.1	Norma argentina	9
2.3.2	Norma nicaragüense	10
2.3.3	Norma chilena	11
2.3.4	Norma colombiana	12
2.3.5	Norma española	14
2.3.6	Norma estadounidense.....	15
2.3.7	Norma peruana	18
2.3.8	Norma venezolana	20
2.3.9	Norma panameña.....	22
2.3.10	Norma mexicana.....	23
2.3.11	Norma brasileña.....	24
2.4	Marco conceptual:.....	25
3.	CAPITULO III: MATERIALES	29
3.1	Determinación de peso unitario de bloques empleados en mampostería	29
3.1.1	Parámetros de muestreo.....	29
3.1.2	Análisis ancho de bloque vs. peso del bloque	33
3.1.3	Análisis ancho de bloque vs. peso unitario.....	34

3.2	Comparativa de resultados de peso unitario de bloques con la NEC y normas extranjeras.....	35
3.3	Uso de dosificaciones de morteros de cemento y arena	36
3.4	Materiales utilizados para la elaboración de morteros.....	37
3.4.1	Agregados finos.....	37
3.4.2	Cemento.....	37
3.5	Proceso de elaboración de probetas de ensayo	37
3.6	Determinación del peso unitario de morteros utilizados comúnmente en mamposterías de bloque.	42
3.7	Comparativa de resultados de peso unitario de morteros con la NEC y normas extranjeras.....	48
3.8	Proceso y características constructivas de paredes de mampostería de bloque.....	49
3.9	Proceso de enlucido de paredes de mamposterías de bloque.....	56
3.10	Unidad de análisis de mampostería.....	60
3.11	Determinación de cantidades y peso por m ² de diferentes tipos de mamposterías de bloque.	63
3.11.1	Cantidades	63
3.11.2	Cálculo del Número de bloques.....	65
3.11.3	Cantidad de mortero de pegado	65
3.11.4	Cantidad de mortero para enlucidos	66

3.11.5	Determinación del peso por m ² de diferentes tipos de mamposterías de bloque considerando mortero de unión y enlucidos por ambas caras.	68
3.11.6	Comparativa de resultados de peso por m ² de pared de mampostería de bloque prensado con normas extranjeras.....	70
4.	CAPITULO IV: DETERMINACIÓN DE SUPERFICIES TOTALES Y DENSIDADES DE MAMPOSTERÍA POR M ² DE CONSTRUCCIÓN	71
4.1	Determinación de la superficie total de paredes para diferentes anchos de bloque, planos y tipos de edificación.	71
4.1.1	Superficie de paredes para edificaciones escolares	72
4.1.2	Superficie de paredes para edificaciones de oficinas	74
4.1.3	Superficie de paredes para edificaciones de salud.....	76
4.1.4	Determinación de densidades de mampostería para diferentes planos y tipos de edificaciones.	78
4.1.5	Densidad de paredes en edificaciones escolares.....	78
4.1.6	Densidad de paredes en edificaciones de oficinas.....	79
4.1.7	Densidad de paredes en edificaciones de salud.....	80
4.1.8	Análisis de densidad de paredes promedio por tipo de edificación.....	81
5.	CAPITULO V: DETERMINACIÓN DE LA CARGA PERMANENTE POR M ² DE CONSTRUCCIÓN DEBIDA A MAMPOSTERÍAS DE BLOQUE PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE EDIFICACIONES.	82

5.1	Análisis de resultados de carga promedio de paredes por unidad de superficie construida	82
5.1.1	Utilizando polvo azul como ligante y enlucidos	83
5.1.2	Utilizando polvo rosado como ligante y material de enlucido	84
6.	CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
6.1	Conclusiones	86
6.2	Recomendaciones	91
7.	BIBLIOGRAFÍA	92
	ANEXO 1.- MEDICIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN.....	95
	ANEXO 2.- PESO UNITARIO DE MORTEROS.....	107
	ANEXO 3.- CÁLCULOS DE PESO POR M ² DE PARED	113
	ANEXO 4.- DETALLE DE EDIFICACIONES Y PLANTAS CORRESPONDIENTES	116
	ANEXO 5.- CÁLCULOS DE CARGA POR UNIDAD DE SUPERFICIE PARA EDIFICACIONES ESCOLARES	119
	ANEXO 6.- CÁLCULOS DE CARGA POR UNIDAD DE SUPERFICIE PARA EDIFICACIONES DE OFICINAS	123
	ANEXO 7.- CÁLCULOS DE CARGA POR UNIDAD DE SUPERFICIE PARA EDIFICACIONES DE SALUD	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Carga muerta: pesos de los materiales.....	8
Tabla 2 Carga muerta: pesos de los materiales.....	8
Tabla 3 Pesos unitarios de los materiales y conjuntos funcionales de construcción	9
Tabla 4 Peso Unitario de Mampostería	10
Tabla 5 Paredes.....	10
Tabla 6 Peso Unitario de los materiales de construcción utilizables para la determinación de cargas permanentes y cargas de uso	11
Tabla 7 Masa por m ² de materiales de construcción	12
Tabla 8 Peso unitario de los materiales	12
Tabla 9 Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales verticales – muros	13
Tabla 10 Peso específico aparente de materiales de construcción	14
Tabla 11 Pesos unitarios mínimos de materiales para cargas de diseño ASCE/SEI-7-16..	16
Tabla 12 Peso por m ² de pared para bloque de peso ligero ASCE/SEI-7-16.....	16
Tabla 13 Peso por m ² de pared para bloque de peso mediano ASCE/SEI-7-16.....	17
Tabla 14 Peso por m ² de pared para bloque de peso normal ASCE/SEI-7-16.....	17
Tabla 15 Peso unitario para enlucidos Norma E.020	19
Tabla 16 Peso unitario de mamposterías Norma E.020.....	19
Tabla 17 Pesos unitarios probables para mamposterías MINDUR 2002 – 88	20
Tabla 18 Pesos unitarios probables para morteros MINDUR 2002 – 88	20
Tabla 19 Pesos unitarios probables de elementos constructivos MINDUR 2002 – 88	21
Tabla 20 Pesos unitarios de paredes (Reglamento de Diseño Estructural para la República de Panamá – 2004)	23

Tabla 21	Pesos volumétricos de materiales constructivos.....	24
Tabla 22	Tabla 1- Peso específico de los materiales de construcción.....	25
Tabla 23	Tipos de bloque analizados	29
Tabla 24	Promedios generales de medidas de bloques de hormigón	32
Tabla 25	Peso natural de bloque prensado y alivianado.....	33
Tabla 26	Peso unitario de bloque prensado y alivianado	34
Tabla 27	Recopilación de valores de peso unitario de bloque prensado y alivianado 1	35
Tabla 28	Recopilación de valores de peso unitario de bloque prensado y alivianado 2	35
Tabla 29	Distribución de probetas.....	38
Tabla 30	Peso unitario para cada dosificación de polvo azul sin tamizar	43
Tabla 31	Peso unitario para cada dosificación de polvo azul tamizado	44
Tabla 32	Peso unitario para cada dosificación de polvo rosado sin tamizar	45
Tabla 33	Peso unitario para cada dosificación de polvo rosado tamizado	46
Tabla 34	Recopilación de valores de peso unitario de morteros	48
Tabla 35	Cantidad de materiales requeridos para la construcción de 1m ² de pared.....	67
Tabla 36	Pesos Unitarios con dosificación 1:4.....	67
Tabla 37	Ejemplo de cálculo de peso total por m ² para bloque prensado de 20cm.....	68
Tabla 38	Pesos totales de 1m ² de pared según los diferentes materiales utilizados	69
Tabla 39	Recopilación de valores de peso por m ² de pared	70
Tabla 40	Superficie total de paredes en edificaciones escolares por ancho de bloque.....	72
Tabla 41	Porcentaje total de uso por ancho de bloque para edificaciones escolares.....	73
Tabla 42	Superficie total de paredes en edificaciones de oficinas por ancho de bloque.....	74
Tabla 43	Porcentaje total de uso por ancho de bloque para edificaciones de oficinas	75
Tabla 44	Superficie total de paredes en edificaciones de salud por ancho de bloque	76

Tabla 45 Porcentaje total de uso por ancho de bloque para edificaciones de salud	77
Tabla 46 Densidad de paredes en edificaciones escolares.....	78
Tabla 47 Densidad de paredes en edificaciones de oficinas.....	79
Tabla 48 Densidad de paredes en edificaciones de salud.....	80
Tabla 49 Resumen de cargas promedio por tipo de edificación, tipo de agregado y tipo de bloque.	82
Tabla 50 Pesos unitarios de bloques obtenidos vs NEC.....	86
Tabla 51 Resultados de peso unitario para mortero de pegado de bloque y enlucido.....	87
Tabla 52 Resultados de carga promedio para edificaciones escolares.	88
Tabla 53 Resultados de carga promedio para edificaciones de oficinas.	89
Tabla 54 Resultados de carga promedio para edificaciones de salud.....	89
Tabla 55 Carga recomendada	90
Tabla 56 Proveedor N°1.....	95
Tabla 57 Proveedor N°2.....	96
Tabla 58 Proveedor N°3.....	97
Tabla 59 Proveedor N°4.....	98
Tabla 60 Proveedor N°5.....	99
Tabla 61 Proveedor N°6.....	100
Tabla 62 Proveedor N°7.....	101
Tabla 63 Proveedor N°8.....	102
Tabla 64 Proveedor N°9.....	103
Tabla 65 Proveedor N°10.....	104
Tabla 66 Proveedor N°11.....	105
Tabla 67 Proveedor N°12.....	106

Tabla 68 Polvo azul sin tamizar - Dosificación 1:3.....	107
Tabla 69 Polvo azul sin tamizar - Dosificación 1:4.....	107
Tabla 70 Polvo azul sin tamizar - Dosificación 1:5.....	108
Tabla 71 Polvo azul tamizado - Dosificación 1:3.....	108
Tabla 72 Polvo azul tamizado - Dosificación 1:4.....	109
Tabla 73 Polvo azul tamizado - Dosificación 1:5.....	109
Tabla 74 Polvo rosado sin tamizar - Dosificación 1:3.....	110
Tabla 75 Polvo rosado sin tamizar - Dosificación 1:4.....	110
Tabla 76 Polvo rosado sin tamizar - Dosificación 1:5.....	111
Tabla 77 Polvo rosado tamizado - Dosificación 1:3.....	111
Tabla 78 Polvo rosado tamizado - Dosificación 1:4.....	112
Tabla 79 Polvo rosado tamizado - Dosificación 1:4.....	112
Tabla 80 Bloque de 20 cm prensado	113
Tabla 81 Bloque de 15 cm prensado	114
Tabla 82 Bloque de 10 cm prensado	114
Tabla 83 Bloque de 10 cm alivianado	115
Tabla 84 Bloque de 15 cm alivianado	115
Tabla 85 Edificaciones Escolares	116
Tabla 86 Edificaciones de Oficinas	117
Tabla 87 Edificaciones de Salud.....	118
Tabla 88 Cargas en edificaciones escolares con polvo azul y bloque de hormigón prensado.	119
Tabla 89 Cargas en edificaciones escolares con polvo azul y bloque de hormigón alivianado.	120

Tabla 90 Cargas en edificaciones escolares con polvo rosado y bloque de hormigón prensado.....	121
Tabla 91 Cargas en edificaciones escolares con polvo rosado y bloque de hormigón alivianado.	122
Tabla 92 Cargas en edificaciones de oficinas con polvo azul y bloque de hormigón prensado.	123
Tabla 93 Cargas en edificaciones de oficinas con polvo azul y bloque de hormigón alivianado.	124
Tabla 94 Cargas en edificaciones de oficinas con polvo rosado y bloque de hormigón prensado.....	125
Tabla 95 Cargas en edificaciones de oficinas con polvo rosado y bloque de hormigón alivianado.	126
Tabla 96 Cargas en edificaciones de salud con polvo azul y bloque de hormigón prensado.	127
Tabla 97 Cargas en edificaciones de salud con polvo azul y bloque de hormigón alivianado.	128
Tabla 98 Cargas en edificaciones de salud con polvo rosado y bloque de hormigón prensado.	129
Tabla 99 Cargas en edificaciones de salud con polvo rosado y bloque de hormigón alivianado.	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ancho de bloque vs peso del bloque.....	33
Figura 2 Ancho de bloque vs peso unitario	34
Figura 3 Orden de apisonado al moldear los especímenes de ensayo	41
Figura 4 Dosificación vs Peso unitario para polvo azul sin tamizar	43
Figura 5 Dosificación vs Peso unitario para polvo azul tamizado	44
Figura 6 Dosificación vs Peso unitario para polvo rosado sin tamizar	45
Figura 7 Dosificación vs Peso unitario para polvo rosado tamizado	46
Figura 8 Ubicación del Proyecto Cao Li	49
Figura 9 Unidad de análisis para mampostería de bloque de hormigón prensado	61
Figura 10 Unidad de análisis para mampostería de bloque de hormigón prensado de 10, 15 y 20 cm - Vista Lateral	62
Figura 11 Unidad de análisis para mampostería de bloque de hormigón alivianado.....	62
Figura 12 Unidad de análisis para mampostería de bloque de hormigón alivianado de 10 y 15 cm - Vista Lateral	63
Figura 13 Unidad de análisis para un bloque de hormigón.....	64
Figura 14 Unidad de análisis para un bloque de hormigón – Vista frontal.....	65
Figura 15 Detalle de cantidad de mortero para un bloque de hormigón	66
Figura 16 Ancho de bloque vs % de uso para edificaciones escolares	73
Figura 17 Ancho de bloque vs % de uso para edificaciones de oficinas.....	75
Figura 18 Ancho de bloque vs % de uso para edificaciones de salud.....	77
Figura 19 Tipo de edificación vs densidad de paredes promedio	81
Figura 20 Tipo de edificación vs. Carga permanente utilizando polvo azul.	83
Figura 21 Tipo de edificación vs. Carga promedio para polvo rosado.	84

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Medición masa de bloque	30
Ilustración 2 Medición de largo de bloque.....	31
Ilustración 3 Medición de ancho de bloque	31
Ilustración 4 Medición de profundidad de bloque	31
Ilustración 5 Equipo utilizado en el laboratorio para morteros.....	38
Ilustración 6 Tamiz # 16 y malla de abertura de 1.18mm.....	39
Ilustración 7 Tamizado en obra.....	39
Ilustración 8 Moldes	40
Ilustración 9 Mezcladora de mortero	40
Ilustración 10 Apisonado de muestras	41
Ilustración 11 Desencofrado de muestras	42
Ilustración 12 Limpieza de la superficie	50
Ilustración 13 Nivelación con manguera	50
Ilustración 14 Nivelación con manguera	50
Ilustración 15 Timbrado en el piso	51
Ilustración 16 Colocación de “maestras” y alineación horizontal	51
Ilustración 17 Nivelación con plomada	52
Ilustración 18 Nivelación con nivel de mano.....	52
Ilustración 19 Finalización de primera fila de bloque.....	52
Ilustración 20 Medición de capa vertical de mortero para adherencia	53
Ilustración 21 Medición de capa horizontal de mortero para adherencia	53
Ilustración 22 Humedecimiento de superficie previo a colocación de filas superiores	54

Ilustración 23 Colocación de “maestras” y mortero en capa horizontal para filas superiores	54
Ilustración 24 Verificación de verticalidad en filas superiores con nivel de mano	54
Ilustración 25 Verificación de verticalidad en filas superiores con plomada	54
Ilustración 26 T Corte de bloque con amoladora.....	55
Ilustración 27 Colocación de bloques en filas superiores.....	55
Ilustración 28 Colocación de capa de mortero vertical para pegado de bloques en filas superiores.....	55
Ilustración 29 Control de alineación horizontal con nivel de mano	55
Ilustración 30 Pared de mampostería de bloque finalizada.....	56
Ilustración 31 Pared de mampostería de bloque luego de 24 horas	56
Ilustración 32 Humedecimiento de pared	57
Ilustración 33 Champeado	57
Ilustración 34 Champeado2	57
Ilustración 35 Maestra.....	58
Ilustración 36 Aplomada de maestras	58
Ilustración 37 Uso de codal.....	59
Ilustración 38 Uso de paleta de madera	59
Ilustración 39 Uso de paleta de madera	59
Ilustración 40 Pared de mampostería de bloque enlucida.....	60
Ilustración 41 Evidencia de espesor de capa de enlucido terminado.....	60

RESUMEN

El presente trabajo, “Aproximación de la carga permanente de edificaciones escolares, oficinas e instalaciones de salud debido a mamposterías de bloque”, propone una estimación promedio de densidad de paredes, peso por m^2 de mampostería y cargas permanentes por unidad de superficie mediante el análisis de una muestra representativa de planos arquitectónicos correspondientes a proyectos reales del Distrito Metropolitano de Quito.

Esta investigación considera el valor promedio de peso unitario de mortero utilizando como agregados, polvo azul y polvo rosado (tamizados y sin tamizar), provenientes de la mina de Holcim en Pifo. El cemento empleado en la mezcla corresponde a Holcim Fuerte Tipo GU. Cabe mencionar que para el cálculo del peso por m^2 de pared de mampostería de bloque, se consideró tanto para el pegado como enlucido, la dosificación 1:4, con la diferencia de que para enlucido se utilizó agregado tamizado, mientras que para el pegado sin tamizar.

Por otra parte, se visitó diferentes proveedores de bloque con el fin de obtener un valor de peso promedio para cada ancho comercial (10, 15 y 20 cm) tanto para bloque alivianado como prensado.

En base a los resultados de peso de los materiales empleados en la construcción de $1 m^2$ de pared y la superficie de paredes obtenida en las plantas analizadas, se obtuvieron los valores de carga correspondientes para cada tipo de edificación con el propósito de facilitar a los diseñadores un valor referencial de carga debido a mamposterías de bloque para los tipos de edificación planteados.

ABSTRACT

The present study, "Approximation of the permanent load of school buildings, offices, and health facilities due to block masonry", proposes an average estimate of wall density, weight per m² of masonry, and permanent loads per unit area through the analysis of a representative sample of architectural designs corresponding to real projects of the Metropolitan District of Quito.

This research considers the average value of the unit weight of mortar by using aggregates as blue powder, and pink powder, (sieving and not sieving) coming from the Holcim mine in Pifo city- town. The cement used in the mix corresponds to Holcim Fuerte Type GU. It is worth mentioning that for the calculation of the weight per m² of block masonry wall, the dosage 1:4 was considered for both gluing and plastering, with the difference that sieved aggregate was used for plastering, while aggregate without sieving was utilized for gluing.

Moreover, different block suppliers were visited in order to obtain an average weight value for each commercial width (10, 15, and 20 cm) for both lightened and pressed blocks.

Based on the results of the weight of the materials used in the construction of 1 m² of wall and the total wall surfaces obtained in the analyzed architectural designs, the corresponding load values were obtained for each type of building in order to facilitate the designers a referential load value due to block masonry for the proposed building types.

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema:

En la NEC-SE-CG (2015) no encontramos valores mínimos a utilizarse para carga muerta en diferentes usos de las edificaciones, tampoco un capítulo donde se indique una carga muerta por mampostería de bloque.

Por tanto, teniendo en cuenta la falta de información sobre la influencia del peso de mamposterías en edificaciones tales como escuelas, colegios, universidades, oficinas e instalaciones de salud, el presente trabajo busca determinar la carga permanente debido a las mamposterías, considerando el tipo de edificación, ayudando a que ya no solo se trabaje con criterios que no corresponden a nuestra realidad, sino que se considere la investigación, donde se tomarán en cuenta factores como la densidad de paredes por m² de construcción, espesor de enlucido y tipos de bloques (prensado y alivianado) según sus diferentes dimensiones.

Además, Clayford (1996) indica que los errores en las estimaciones del peso de la pared pueden penalizar a quienes opta por construir con mampostería. Los diseñadores deben saber que el peso de la pared de mampostería es variable y debe tomar esa variabilidad en consideración cuando sea apropiado. Por lo que se busca plantear esa variabilidad en función de la densidad de paredes encontrada para los diferentes usos de edificaciones.

1.2 Justificación:

Sobre una estructura actúan varias solicitaciones estas pueden ser cargas variables como las de uso y ocupación, o cargas permanentes como por ejemplo el peso propio de los elementos estructurales, equipos fijos y acabados de construcción entre estos últimos se presenta una carga permanente importante, que se debe considerar en cualquier diseño que es la carga debido a las mamposterías de la edificación.

El diseño estructural depende de la determinación de las cargas a las que va a estar sometida la estructura durante su vida útil, es por ello que con el presente trabajo se busca tener una mejor aproximación de la carga permanente que va a tener que soportar la estructura, debido a las mamposterías, particularmente en estructuras de tipo escolar, oficinas e instalaciones de salud.

Según menciona Páez (2014) en su trabajo similar de disertación para obtener el título de ingeniero civil en la PUCE donde aproxima la carga permanente por mamposterías de bloque en edificaciones de vivienda en el cual menciona que en normas internacionales se recomienda una carga entre 140 y 330 kg/m² y en su investigación determinó que para un bloque “alivianado” la carga acorde a nuestra realidad constructiva fue de 111,17 kg/m² por lo tanto existe una diferencia importante. El presente trabajo busca aportar valores de la carga permanente por mampostería de bloque en diferentes tipos de edificaciones.

Con esto se busca que las cargas de diseño por mampostería de bloque utilizados en el análisis de estructuras, reflejen los materiales usados en el Distrito Metropolitano de Quito.

En este contexto, Páez Espinosa y Páez Vargas (2018) publican el artículo en la Revista PUCE: “DETERMINACIÓN DE LA CARGA PERMANENTE CORRESPONDIENTE A DISTINTOS TIPOS DE MAMPOSTERÍAS EN EDIFICACIONES DE VIVIENDA” con autoría de los ingenieros Estuardo Páez Espinosa y Carlos Andrés Páez Vargas donde se determina también la carga permanente en viviendas debido a mamposterías de ladrillo mambrón con un ancho nominal de 8 cm dando como resultado valores que pueden alcanzar hasta 658 kg/m^2 con una alta densidad de paredes. Cabe indicar que para esta disertación no se analizará dicho material puesto que no se suele utilizar en tales tipos de edificación. Hay consideraciones equívocas en el diseño de varios tipos de estructuras y a falta de mayor información se ha tomado en cuenta investigaciones hechas con mampostería de ladrillo como referencia bibliográfica.

Clayford (1996) manifiesta que *“El peso de la mampostería de ladrillos puede variar en más de 30% de la carga muerta mínima de diseño requerida por los códigos construcción. El peso de la mampostería de ladrillos de arcilla puede ser un 35% menor que algunas recomendaciones de la industria para su uso en ingeniería arquitectónica diseño.”*

1.3 Objetivos:

1.3.1 Objetivo General:

Aproximar la carga permanente debido al peso de mamposterías considerando la densidad de paredes por m² de uso en edificaciones escolares, oficinas e instalaciones de salud, espesor de capa de enlucido y tipos de bloque en el Distrito Metropolitano de Quito.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- Determinar los pesos unitarios de los bloques que se ofertan en el mercado.
- Determinar los pesos unitarios de los morteros comúnmente usados para las capas de enlucido y pegado de bloques.
- Determinar la densidad promedio de paredes en edificaciones escolares, oficinas e instalaciones de salud, expresadas por m² de construcción.
- Establecer valores comparativos entre las densidades de mamposterías pertenecientes a cada uno de los usos analizados.

1.4 Hipótesis

Es posible determinar el valor de carga permanente debido a mamposterías para edificaciones escolares, de oficinas y de salud utilizando diferentes anchos de bloque además de diferentes morteros de unión y enlucidos.

1.5 Antecedentes

Según Llanos (2021), revisor de la Entidad Colaboradora de Proyectos de Pichincha, entidad que se encarga de emitir los certificados de conformidad del cumplimiento de Normas Administrativas y Reglas Técnicas en los procedimientos de habilitación del suelo y edificación, nos indica que dicha entidad permite al ingeniero diseñador por su criterio determinar la carga muerta por mamposterías, sin embargo la entidad no recomienda asumir un valor menor a 300 kg/m^2 , a menos de que realice un respaldo detallado de la determinación de la carga muerta debido al peso de mamposterías. Este valor se basa en investigaciones propias de la entidad.

El diseño estructural generalmente se basa en normativas extranjeras o simplemente se asume valores de carga muerta debido a mampostería de acuerdo al criterio y experiencia del diseñador, sin tomar en cuenta el tipo de edificación ni los usuarios que la ocuparán, lo cual influye directamente en el comportamiento de la estructura y su tiempo de vida útil. Por tal motivo, acorde a las edificaciones existentes tanto escolares, oficinas e instalaciones de salud en el Distrito Metropolitano de Quito se busca obtener valores de carga permanente por mampostería de bloque referenciales.

Clayford (1996) hace una investigación sobre la variabilidad del peso de las mamposterías de ladrillo, e indica que dicha carga puede variar en un 30 % de las consideraciones mínimas que indican los códigos además dice que influye no solo para el diseño estructural y acústico, sino también para el diseño de calefacción, ventilación, y acondicionamiento de sistemas por lo que concluye que las suposiciones incorrectas sobre el peso de la pared pueden resultar en cargas sísmicas excesivas o inadecuadas en la mampostería, aumento de los costos de los

cimientos del marco estructural, mayores costos de aire acondicionado en verano y sobreestima la pérdida de transmisión acústica.

La Norma Chilena de Construcción (Instituto Nacional de Normalización, 2009) tiene recomendaciones mejoradas para estimar el peso debido a las mamposterías, pues detalla el material, la dimensión de la pared y además considera si el muro está o no con estuco, generando así un menor error en la estimación de la carga muerta debido a dichos componentes.

Actualmente en el repositorio de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador existe una tesis de similar investigación cuyo autor es el ingeniero Carlos Páez perteneciente al año 2014 donde el valor promedio de carga obtenido fue de 356 kg/m^2 para edificaciones de vivienda empleando bloque prensado de 20 cm, por lo que ahora se busca complementar con el estudio de tres tipos de edificaciones más. (Páez, 2014)

Con el aporte de la publicación por parte de Páez Espinosa & Páez Vargas (2018) en la revista PUCE se tiene una orientación más clara de los resultados que se espera obtener y el proceso para determinar los mismos, sin embargo cabe mencionar que para la presente disertación no se considerará el ladrillo mambrón por los motivos antes mencionados.

1.6 Alcance

Con el siguiente estudio se plantea obtener un valor de referencia en cuanto a las cargas permanentes debido a mampostería de bloque para edificaciones escolares, oficinas e instalaciones de salud a modo de guía para el diseño de este tipo de estructuras basado en la realidad constructiva del DMQ en cuanto a materiales, mano de obra y procesos

constructivos. Para que la información sea representativa se analizarán al menos diez planos por tipo edificación de las antes mencionadas. Se determinará la superficie de paredes, densidad de paredes y peso propio de estas por m² de construcción, se comparará estos valores obtenidos con diferentes tipos de bloques y morteros y se hallarán valores de carga permanente aplicables para nuestra realidad constructiva a modo de referencia que además permitan realizar una comparativa entre los tipos de edificaciones planteados.

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Materiales para la construcción de mamposterías en el Ecuador

Uno de los principales factores para la selección de materiales destinados para la construcción de mampostería es la ubicación de la edificación y los materiales que se dispone en su entorno, es por tal motivo que en nuestro país los más comunes con el pasar de los años han sido el adobe, la caña, madera, bloques prensados y alivianados de hormigón y ladrillos de arcilla.

Actualmente el más usado es el bloque de hormigón debido a su gran resistencia y durabilidad, así como también el bajo costo y fácil fabricación. De igual manera para su adherencia se usa mortero que no representa mayor conflicto de preparación ni obtención.

(Páez C. , 2014)

2.2 Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-CG. (2015))

La Norma Ecuatoriana de la Construcción proporciona los valores de pesos unitarios de algunos materiales empleados en la construcción de mamposterías, sin embargo, no existe en dicha normativa valores de carga permanente debida a mamposterías de bloque.

En la NEC-SE-CG, propuesta por (MIDUVI, 2015), apéndice 4, subapéndice 4.1 “Carga muerta: pesos de los materiales” se define la Tabla 8 que contiene los valores de pesos unitarios de algunos materiales de construcción que usualmente se emplean en la elaboración de mamposterías para pegar bloques tales como:

Tabla 1 *Carga muerta: pesos de los materiales*

Materiales	Peso unitario (kg/m³)	Peso unitario (kN/m³)
D. Morteros		
Cemento compuesto y arena 1:3 a 1:5	2000	20
Cemento compuesto cal y arena	1800	18
Cal y arena	1600	16
Yeso	1000	10

Fuente: (MIDUVI, 2015)

En este mismo apartado también se proporcionan los respectivos valores de peso unitario tanto para bloques huecos de hormigón como para bloques huecos de hormigón alivianado:

Tabla 2 *Carga muerta: pesos de los materiales*

Materiales	Peso unitario (kg/m³)	Peso unitario (kN/m³)
B. Piedras artificiales		
Bloque hueco de hormigón	1200	12
Bloque hueco de hormigón alivianado	850	8,5

Fuente: (MIDUVI, 2015)

Cabe mencionar que esta normativa no contiene cargas por unidad de superficie correspondientes a paredes de mampostería de bloque de hormigón.

2.3 Normativas extranjeras de construcción

2.3.1 Norma argentina

De acuerdo al Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios y otras Estructuras publicado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (2005), específicamente en la Sección 3.1, correspondiente a Cargas Permanentes, se encuentran los valores de pesos unitarios de los materiales y conjuntos funcionales de construcción, de los cuales, los correspondientes a bloques de hormigón y morteros se muestran a continuación:

Tabla 3 Pesos unitarios de los materiales y conjuntos funcionales de construcción

Elemento	Peso unitario (kg/m ³)	Peso unitario (kN/m ³)
Bloques		
Bloque hueco de hormigón	1400	14
Bloque hueco de hormigón liviano	1100	11
Morteros		
Mortero de cal y arena	1700	17
Mortero de cal, arena y polvo de ladrillos	1600	16
Mortero de cemento portland y arena	2100	21
Mortero de cemento portland, cal y arena	1900	19
Mortero de bitumen y arena	2200	22

Fuente: (Instituto Nacional de Tecnología Industrial., 2005)

En la misma tabla representada anteriormente en la norma argentina, se expresa también un apartado referente a peso unitario de mampostería que contempla con revoque o completa, mortero a la cal o cemento:

Tabla 4 *Peso Unitario de Mampostería*

Elemento	Peso unitario (kg/m ³)	Peso unitario (kN/m ³)
Mampostería con enlucido		
Bloque hueco de hormigón	1700	17
Bloque hueco de hormigón liviano	1500	15
Mampostería sin enlucido		
Bloque hueco de hormigón	1500	15
Bloque hueco de hormigón liviano	1250	12.5

Fuente: (Instituto Nacional de Tecnología Industrial., 2005)

Cabe mencionar que la norma argentina no brinda información sobre la dosificación de mortero empleado tanto para pegar el bloque como para el enlucido de mampostería, así mismo tampoco hay un apartado referente a valores de carga por unidad de superficie debido a mampostería de bloque para ningún tipo de uso de edificación.

2.3.2 Norma nicaragüense

El Reglamento Nacional de Construcción RNC-07, realizado por la Dirección General de Normas de Construcción y Desarrollo Urbano (2007), en su Capítulo II correspondiente a Cargas de Diseño se destaca el Arto.9. referente a Cargas Muertas el cual menciona que para fines de diseño se considerarán como cargas mínimas los pesos de los materiales correspondientes de la tabla 1A a la tabla 8A:

Tabla 5 *Paredes.*

CONCEPTO	PESO (kg/m ²)
Bloque de cemento de 10 x 20 x 40	140
Bloque de cemento de 15 x 20 x 40	200
Bloque de cemento de 20 x 20 x 40	228

Fuente: (Dirección General de Normas de Construcción y Desarrollo Urbano, 2007)

Cabe mencionar que la norma nicaragüense añade que para paredes con enlucido de 1 cm. de espesor, se debe considerar 20 kg/m² por cada cara enlucida.

2.3.3 Norma chilena

El Instituto Nacional de Normalización (2009) contempla los valores de peso unitario tanto para bloques de hormigón como para morteros como:

Tabla 6 *Peso Unitario de los materiales de construcción utilizables para la determinación de cargas permanentes y cargas de uso*

Materiales de construcción	Peso Unitario (kg/m³)	Peso Unitario (kN/m³)
Mampostería de hormigón		
Cemento, piedra, arena	2310	23.10
Cemento, escorias, arena	2080	20.80
Cemento, ceniza, arena	1600	16.00
Morteros		
Mortero de cemento	2000	20.00
Mortero de cal o yeso	1750	17.50

Fuente: (Instituto Nacional de Normalización., 2009)

Por otro lado, en la misma normativa, en el Anexo B se especifica la masa por metro cuadrado (m²) de mampostería con los materiales planteados:

Tabla 7 Masa por m² de materiales de construcción

Mamposterías		
Bloque hueco de hormigón	Peso unitario (kg/m²)	Peso unitario (kN/m²)
de 15 cm sin estuco	200 – 250	2,00 – 2,50
de 15 cm con estuco	230 – 310	2,30 – 3,10
de 20 cm sin estuco	225 – 250	2,25 – 2,50

Fuente: (Instituto Nacional de Normalización., 2009)

Cabe indicar que esta normativa no especifica los espesores ni dosificaciones de mortero empleados tanto para pegar bloque como para enlucido. Por otro lado, tampoco se menciona valores de carga por unidad de superficie para mampostería de bloque de hormigón ni mucho menos por tipo de uso de edificación ni por densidad de paredes.

2.3.4 Norma colombiana

La Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes (2010) estipula que para el cálculo de cargas muertas se deben usar los valores de pesos unitarios reales de los materiales (kg/m³), los cuales multiplicados por la gravedad (9.8 m/s²) permiten tener los valores de peso en unidades de N/m³. Dichos valores de pesos unitarios para los materiales de construcción de interés para esta investigación son expuestos en la Tabla B.3.2-1:

Tabla 8 Peso unitario de los materiales

Material	Peso unitario (kg/m³)	Peso unitario (kN/m³)
Mampostería de hormigón	2150	21,5
Mortero de inyección para mampostería	2250	22,5
Mortero de pega para mampostería	2100	21

Fuente: (Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, 2010)

En esta misma normativa, en la sección B.3.4.2 referente a “Elementos no Estructurales Verticales” se presenta la Tabla B.3.4.2-4 en la cual se exponen los valores recomendados de cargas muertas mínimas de elementos no estructurales verticales, más específicamente a mamposterías:

Tabla 9 Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales verticales – muros

Componente	Carga (kg/m ²) por m ² de superficie vertical (multiplicar por la altura del elemento en m para obtener cargas distribuidas en kg/m)					Carga (kN/m ²) por m ² de superficie vertical (multiplicar por la altura del elemento en m para obtener cargas distribuidas en kN/m)				
	Espesor del muro (en cm)					Espesor del muro (en mm)				
Mampostería de bloque:	10	15	20	25	30	100	150	200	250	300
Sin relleno	140	145	190	225	260	1.40	1.45	1.90	2.25	2.60
Relleno cada 1.2 m	-	170	225	270	315	-	1.70	2.25	2.70	3.15
Relleno cada 1.0 m	-	180	230	280	330	-	1.80	2.30	2.80	3.30
Relleno cada 0.8 m	-	180	240	300	345	-	1.80	2.40	3.00	3.45
Relleno cada 0.6 m	-	200	260	320	375	-	2.00	2.60	3.20	3.75
Relleno cada 0.4 m	-	220	290	360	430	-	2.20	2.90	3.60	4.30
Todas las celdas llenas	-	300	400	500	610	-	3.00	4.00	5.00	6.10

Fuente: (Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, 2010)

Como se muestra, la **Tabla 9** considera el supuesto caso en el que se requiera rellenar los bloques de hormigón con mortero con el fin de aumentar la rigidez y resistencia de los mismos, lo cual no se considerará en el presente trabajo.

Entre las deficiencias de las tablas presentadas anteriormente de la normativa colombiana: proporciona los valores de peso por m^2 de paredes de mampostería, pero no de carga por unidad de superficie. no considera un espesor de enlucido, tampoco la dosificación del mortero.

2.3.5 Norma española

La Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo (2009) considera en su Anexo C, y la Tabla C.1 el peso específico aparente de materiales de construcción, entre ellos bloques de hormigón y algunos tipos de mortero:

Tabla 10 *Peso específico aparente de materiales de construcción*

Materiales y elementos	Peso unitario (kg/m³)	Peso unitario (kN/m³)
Bloque hueco de hormigón	1300 – 1600	13,0 - 16,0
Mortero de cemento	1900 – 2300	19,0 - 23,0
Mortero de yeso	1200 – 2800	12,0 - 28,0
Mortero de cemento y cal	1800 – 2000	18,0 - 20,0
	1200 – 1800	12,0 - 18,0

Fuente: (Dirección general de Arquitectura, Vivienda y Suelo, 2009)

La normativa española hace una acotación muy importante para la consideración de carga permanente debido a mamposterías por unidad de superficie:

“En el caso de tabiques ordinarios cuyo peso por metro cuadrado no sea superior a 120 kg/m^2 ($1,2 \text{ kN/m}^2$) y cuya distribución en planta sea sensiblemente homogénea, su peso propio

podrá asimilarse a una carga equivalente uniformemente distribuida.” Esto facilita el cálculo y análisis estructural (Dirección general de Arquitectura, Vivienda y Suelo, 2009)

“Como valor de dicha carga equivalente se podrá adoptar el valor del peso por metro cuadrado de pared multiplicado por la razón entre la superficie de mampostería y la de la planta considerada.

En el caso de tabiquería más pesada, ésta podrá asimilarse al mismo valor de carga equivalente uniforme citado más un incremento local, de valor igual al exceso de peso del tabique respecto a 120 kg (1,2 kN) por m² de alzado.

En general en viviendas bastará considerar como peso propio de la tabiquería una carga de 100 kg (1,0 kN) por cada m² de superficie construida.” (Dirección General de Arquitectura Vivienda y Suelo, 2009, p. 3)

2.3.6 Norma estadounidense

La American Society of Civil Engineers (Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles) (2010) en el ASCE/SEI 7-16 de Cargas mínimas de diseño y criterios asociados para edificios y otras estructuras nos muestra en el capítulo C3 correspondiente a “CARGAS MUERTAS, CARGAS DE SUELO Y PRESIÓN HIDROSTÁTICA” en la tabla C3.1 las cargas y los pesos unitarios para diferentes materiales entre ellos para mamposterías de bloque y morteros.

Tabla 11 Pesos unitarios mínimos de materiales para cargas de diseño ASCE/SEI-7-16

Material	Peso unitario	
	kN/m ³	Kg/m ³
Morteros		
Mortero para mampostería	22	2200
Mortero de cemento o yeso	20,4	2040

Fuente: (American Society of Civil Engineers, 2010)

Tabla 12 Peso por m² de pared para bloque de peso ligero ASCE/SEI-7-16

Bloque de peso ligero	
Peso unitario del Bloque	1649 kg/m ³

Peso por m ² de pared (kg/m ²)					
Espaciamiento del relleno	Ancho del bloque (mm)				
	102	152	203	254	305
Sin relleno	105	129	168	201	235
1219 mm	-	148	192	235	278
1016 mm	-	158	206	254	302
813 mm	-	163	215	268	316
610 mm	-	177	235	292	345
406 mm	-	201	268	335	402
Relleno completo	-	273	369	469	570

Fuente: (American Society of Civil Engineers, 2010)

Tabla 13 Peso por m² de pared para bloque de peso mediano ASCE/SEI-7-16

Bloque de peso mediano					
Peso unitario del Bloque			1964 kg/m ³		
Peso por m ² de pared (kg/m ²)					
Espaciamiento del relleno	Ancho del bloque (mm)				
	102	152	203	254	305
Sin relleno	125	134	172	211	239
1219 mm	-	158	211	259	297
1016 mm	-	163	215	268	311
813 mm	-	172	225	278	326
610 mm	-	187	244	302	359
406 mm	-	211	278	350	417
Relleno completo	-	282	388	488	589

Fuente: (American Society of Civil Engineers, 2010)

Tabla 14 Peso por m² de pared para bloque de peso normal ASCE/SEI-7-16

Bloque de peso normal					
Peso unitario del Bloque			2121 kg/m ³		
Peso por m ² de pared (kg/m ²)					
Espaciamiento del relleno	Ancho del bloque (mm)				
	102	152	203	254	305
Sin relleno	139	168	215	259	302
1219 mm	-	158	239	292	345
1016 mm	-	172	254	311	369
813 mm	-	182	263	326	383
610 mm	-	196	282	350	412
406 mm	-	225	316	393	469
Relleno completo	-	306	417	527	637

Fuente: (American Society of Civil Engineers, 2010)

Como comentario el ASCE menciona que el peso de estas paredes de mampostería incluye el mortero de unión, pero no el de enlucido. Para considerar el peso del enlucido, el ASCE

recomienda añadir a estos valores 24 kg/m² por cada lado del muro a enlucir. Además, menciona que los valores dados representan promedios.

La norma estadounidense es muy completa, pues nos provee de la carga muerta de mamposterías por metro cuadrado para diferentes espesores de bloque y a diferentes espaciados de relleno, además nos indica la sobrecarga a considerar en caso de enlucidos, sin embargo, no evidencia el espesor del mortero de unión de los bloques, tampoco el espesor de la capa de enlucido y no toma en cuenta la dosificación cemento –arena utilizada.

2.3.7 Norma peruana

En el Reglamento Nacional de Edificaciones de Perú (2006), en la norma E.020, Capítulo 2, correspondiente a carga muerta nos indica que:

“Se considerará el peso real de los materiales que conforman y los que deberán soportar la edificación, calculados en base a los pesos unitarios que aparecen en el Anexo 1, pudiéndose emplear pesos unitarios menores cuando se justifiquen debidamente. El peso real se podrá determinar por medio de análisis o usando los datos indicados en los diseños y catálogos de los fabricantes.” (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2006).

En el anexo 1 encontramos la siguiente información.

Para morteros utilizados en enlucidos arroja los siguientes pesos unitarios.

Tabla 15 Peso unitario para enlucidos Norma E.020

Enlucido o Revoque de:	
Materiales	Peso Unitario
	kg/m ³ (kN/m ³)
Mortero de cemento	2000 (20,0)
Mortero de cal y cemento	1850 (18,5)
Mortero de cal	1700 (17,0)
Yeso	1000 (10,0)

Fuente: (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2006)

En este anexo de la Norma E.020 también encontramos pesos unitarios para diferentes tipos de mamposterías.

Tabla 16 Peso unitario de mamposterías Norma E.020

Mamposterías de:	
Materiales	Peso Unitario
	kg/m ³ (kN/m ³)
Bloques de vidrio	1000 (10,0)
Caliza	2400 (24,0)
Granito	2600 (26,0)
Mármol	2700 (27,0)
Pómez	1200 (12,0)

Fuente: (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2006)

Cabe recalcar que en esta norma peruana únicamente se presentan pesos unitarios de los materiales a utilizarse sin embargo no incluye cargas por m² correspondientes a mamposterías de bloque que es en lo que nos centramos en el presente trabajo.

2.3.8 Norma venezolana

La Dirección General Sectorial de Edificaciones (1988) presenta la norma “CRITERIOS Y ACCIONES MÍNIMAS PARA EL PROYECTO DE EDIFICACIONES” que en su Capítulo 4 Acciones permanentes, nos muestra la tabla 4.1 “Pesos unitarios probables de materiales de construcción” donde encontramos lo siguiente:

Tabla 17 Pesos unitarios probables para mamposterías MINDUR 2002 – 88

PIEDRAS ARTIFICIALES	
Materiales	Peso Unitario
	kg/m ³
Bloques huecos de concreto ordinario	1400-2000
Bloques huecos de concreto liviano	1400
Bloques multicelulares de arcilla	1250

Fuente: (Dirección General Sectorial de Edificaciones, 1988)

Esta tabla nos muestra los pesos unitarios en kg/m³ más probable para diferentes tipos de bloques para mampostería.

Tabla 18 Pesos unitarios probables para morteros MINDUR 2002 – 88

MORTEROS	
Materiales	Peso Unitario
	kg/m ³
Mortero de cal	1700
Mortero de cal y cemento	1900
Mortero de cemento	2150
Mortero de yeso	1200

Fuente: (Dirección General Sectorial de Edificaciones, 1988)

Además, este capítulo 4 también nos muestra la tabla 4.3 que corresponde a “Pesos unitarios probables de elementos constructivos” de donde extraemos la siguiente información:

Tabla 19 Pesos unitarios probables de elementos constructivos MINDUR 2002 – 88

TABIQUES Y PAREDES DE MAMPOSTERIA			
Bloques de concreto	Espesor (cm)	Peso por m ² (kg/m ²)	
		Sin enlucido	Enlucido en ambas caras
	10	150	210
	15	210	270
20	270	330	

Fuente: (Dirección General Sectorial de Edificaciones, 1988)

Esta tabla nos muestra el peso por m² de mampostería de bloque, adicionalmente toma en cuenta el enlucido de la pared, sin embargo, no se considera espesores de enlucido ni dosificación de morteros ni tampoco densidad de paredes.

Adicionalmente, esta norma en la sección 4.4 nos indica:

“Cuando el peso de los tabiques que actúa sobre las losas o placas no excede 900 kg/m, puede estimarse su influencia como una carga equivalente, uniformemente distribuida, igual al peso total de los tabiques dividido entre el área del panel de losa o placa sobre la cual actúa.

Si el peso de los tabiques es mayor de 900 kg/m, su efecto deberá determinarse de una manera más precisa. Los tabiques apoyados directamente sobre las vigas se considerarán como cargas lineales sobre las mismas.

Cuando en los edificios la posición y el tipo de los tabiques no están definidos, se deberá tener en cuenta un valor estimado para la carga de la tabiquería, calculado en base a una supuesta distribución y peso unitario de los tabiques.

La carga distribuida equivalente así estimada no debe ser menor de 150 kg/m² sobre la losa o placa. Cuando los tabiques a usar son del tipo liviano, con un peso unitario menor de 150 kg/m, la carga distribuida equivalente podrá reducirse a 100 kg/m².” (Dirección General Sectorial de Edificaciones, 1988).

2.3.9 Norma panameña

La norma panameña nos indica que, para determinar las cargas muertas, se debe considerar los pesos reales de los materiales de construcción. Además, menciona que los pesos no deberán ser menores que los valores dados en las Tablas 2.1 a 2.4 de la norma, en dichas tablas se indica los pesos específicos de los materiales, estos valores solo podrán ser menores a los especificados si se presenta evidencia debidamente documentada, y si los valores supuestos son menores estos estarán sujetos a la aprobación de la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura. (Sociedad Panameña de Ingenieros y Arquitectos, 2004).

La norma también explica que el peso de paredes y particiones que soportan losas, vigas y columnas se debe determinar tomando en cuenta la distribución de paredes y particiones en torno a los elementos estructurales, el sentido de acción del sistema de piso, la altura libre entre pisos y el peso unitario de proyección horizontal de las paredes, particiones y acabados dado por las Tablas 2.2 a 2.4. La carga uniformemente distribuida equivalente así calculada no será inferior a 1.50 KN/m². (Sociedad Panameña de Ingenieros y Arquitectos, 2004)

Tabla 20 Pesos unitarios de paredes (Reglamento de Diseño Estructural para la República de Panamá – 2004)

Pesos Unitarios de Paredes		
Bloques huecos de concreto de peso normal (No incluye repello)	KN/m²	kg/m²
Espesor de 75 mm	1.05	107.0685
Espesor de 100 mm	1.40	142.758
Espesor de 150	1.80	183.546
Espesor de 200 mm	2.55	260.0235
Enlucido	KN/m²	kg/m²
Enlucido de cemento y arena (Cada cara)	0.25	25.4925

Fuente: (Sociedad Panameña de Ingenieros y Arquitectos, 2004)

La norma antes mencionada es la aprobada en el 2004 y rige hasta la actualidad, sin embargo, existe una versión del 2014 donde especifica que las cargas muertas serán las que se detallan en el Capítulo 3 de Cargas de Diseño Mínimas para Edificios y otras Estructuras (Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures) ASCE/SEI7-05. Dicha norma a la que hace referencia esta detallada en la **sección 2.3.6** del presente trabajo.

2.3.10 Norma mexicana

En México, cada estado tiene su propio reglamento para la construcción, sin embargo, la mayoría de ellos como en Ciudad de México contemplan lo siguiente:

“Se considerarán como cargas muertas los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente y tienen un peso que no cambia sustancialmente con el tiempo.

Para la evaluación de las cargas muertas se emplearán las dimensiones especificadas de los elementos constructivos y los pesos unitarios de los materiales. Para estos últimos se utilizarán

valores mínimos probables cuando sea más desfavorable para la estabilidad de la estructura considerar una carga muerta menor, como en el caso de volteo, flotación, lastre y succión producida por viento. En otros casos se emplearán valores máximos probables.” (Administración Pública del Estado Federal, 2017).

Adicionalmente, municipios como el de Ameca, del estado de Jalisco, proporcionan tablas que contienen los pesos unitarios de los materiales empleados para la construcción:

Tabla 21 Pesos volumétricos de materiales constructivos

Pesos volumétricos de materiales constructivos		
Materiales	Máximos	Mínimos
Morteros	kg/m³	kg/m³
Morteros de Cal y Arena	1500	1400
Mortero de Cemento y Arena	2100	1900
Bloques Huecos	kg/m³	kg/m³
Bloques Hueco de concreto ligero	1300	900
Bloques Hueco de concreto intermedio	1700	1300
Bloques Hueco de concreto pesado	2200	2000

Fuente: (Honorable Ayuntamiento Constitucional de Ameca Jalisco, 2003)

2.3.11 Norma brasileña

Según la Associação Brasileira de Normas Técnicas (1980), en el apartado correspondiente a cargas para el cálculo de estructuras de edificaciones, se muestran los valores correspondientes a peso específico de los materiales de construcción en la Tabla 1:

Tabla 22 *Tabla 1- Peso específico de los materiales de construcción*

Material	Peso específico aparente (kg/m³)	Peso específico aparente (kN/m³)
Bloques de hormigón	2200	22
Mortero de cal, cemento y arena	1900	19
Mortero de cemento y arena	2100	21
Mortero de yeso	1250	12.5

Fuente: (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1980)

La norma brasileña menciona también que: “Cuando se prevén muros divisorios, cuya posición no está definida en el proyecto, el cálculo de pisos con capacidad suficiente para la distribución transversal de carga, cuando no se realiza mediante un proceso exacto, se puede hacerlo suponiendo, además de las demás cargas, una carga distribuida uniformemente por metro cuadrado de piso no menos de un tercio del peso por metro lineal de muro listo, observando el valor mínimo de 100 kg/m².” (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1980).

2.4 Marco conceptual:

Estructura:

La función de una estructura consiste en transmitir la fuerza de un punto a otro en el espacio, resistiendo su aplicación sin perder estabilidad, por ello son los cuerpos capaces de resistir cargas sin que exista una deformación excesiva de una de las partes con respecto a la otra (Miramontes, 2018).

Carga permanente:

Carga permanente es aquella que actúa permanentemente en una construcción considerando como tales el peso de las materiales instalaciones, reacciones del suelo, empujes de tierra hidrostáticos y sub-presión. (Miramontes, 2018)

Las cargas muertas que debe soportar una estructura particular incluyen todas las cargas que están unidas de manera permanente a ella. No sólo debe ser incluido el peso de los marcos estructurales, sino también el de muros, techos, plafones, escaleras, etcétera. (Miramontes, 2018)

Cargas vivas:

Se consideran cargas vivas a las fuerzas gravitacionales que obran en una construcción y que no tienen carácter permanente. Aquellas cargas que pueden cambiar su magnitud posición. Incluyen las cargas de ocupación, los materiales almacenados, las cargas de construcción, las grúas elevadas de servicio y las cargas para operar el equipo. (Miramontes, 2018)

Mampostería no estructural:

La mampostería es un sistema constructivo tradicional, el cual se realiza mediante la disposición ordenada de elementos que usan mampuestos tales como el bloque, ladrillo, adobe, etc., cuyas dimensiones son pequeñas, comparadas con las del elemento que se va construir. (Florián, 2009)

En la mampostería no estructural los muros deben soportar solamente su propio peso y sirven generalmente como muros divisorios. (Florián, 2009)

Según el tipo de junta, la mampostería puede ser: al tope, cuando no tiene ningún elemento de unión en las juntas entre unidades y pegada cuando existe una capa de mortero en las superficies o puntos de contacto entre las unidades. (Florián, 2009)

Bloque de hormigón:

Un bloque de hormigón es un mampuesto prefabricado, elaborado con hormigones finos o morteros de cemento, utilizado en la construcción de muros y paredes. Los bloques tienen forma prismática, con dimensiones normalizadas, y suelen ser productos huecos. Sus dimensiones habituales en centímetros son 10x20x40, 15x20x40, 20x20x40. (Construpedia, 2020)

Mortero:

Mezcla plástica de materiales cementantes y arena bien gradada. La dosificación de la mezcla deberá proveer las condiciones que permitan una buena trabajabilidad, capacidad para retención de agua, durabilidad y deberá contribuir a la resistencia a compresión del elemento estructural. Se debe tener especial cuidado en la cantidad de agua que se le proveerá a la mezcla, ya que esto afecta directamente a la capacidad de compresión del mortero. (Florián, 2009)

Muro:

Elemento vertical con una relación longitud horizontal-espesor mayor a tres, usado para cerrar espacios. (Florián, 2009)

Área bruta:

Es el área de la sección transversal correspondiente a una sección especificada. (Florián, 2009)

Densidad de paredes por m² de construcción:

Razón entre la superficie vertical de paredes y la superficie de construcción de una planta en una edificación. (Páez, 2014)

Desviación estándar de la muestra:

Medida de dispersión de los puntajes de la muestra alrededor de la media. Este indicador sirve principalmente para medir la uniformidad de los datos, es decir muestra la variabilidad de valores en una muestra. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}}. \text{ (Triola, 2000)}$$

Donde:

x = Valor de cada una de las n observaciones.

\bar{x} = Media de la muestra.

$n - 1$ = Número de observaciones de la muestra menos 1.

3. CAPITULO III: MATERIALES

3.1 Determinación de peso unitario de bloques empleados en mampostería

3.1.1 Parámetros de muestreo

En lo que refiere al muestreo y análisis de bloques de hormigón, se procedió a visitar varias ferreterías y fábricas de bloque en distintos sectores del Distrito Metropolitano de Quito.

Para la presente investigación, se tomaron cinco muestras por cada tipo de bloque que se utiliza comúnmente en mampostería en nuestro país ya sea bloque alivianado o prensado, así como también respecto a la variación del ancho comercial (10, 15 y 20 cm) por cada proveedor (12 en total) como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 23 Tipos de bloque analizados

Tipos de bloque analizados (Largo x Profundidad x Ancho)	
Prensados (cm)	Alivianados (cm)
(40x20x20)	(40x20x15)
(40x20x15)	(40x20x10)
(40x20x10)	

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que el bloque prensado es todo aquel que está constituido por cemento, agua, agregado fino y grueso, mientras que el bloque alivianado es aquel constituido por cemento, agua, cascajo de piedra pómez y agregado fino y grueso en proporciones tales que el bloque alivianado resulta ser más liviano que el prensado.

Para obtener los respectivos pesos unitarios (kg/m^3) se requirió de una balanza para determinar la masa (kg) y un flexómetro para determinar el dimensionamiento de los bloques (cm) para el cálculo del volumen (cm^3) de los mismos. En total se analizaron 300 bloques correspondientes a los 12 proveedores visitados.

Cada muestra de bloque se analizó con temperatura y humedad ambiental, tratando de simular el estado en el que se encuentran los bloques antes de ser colocados en obra. En cuanto a la precisión del equipo de medición empleado destacan:

- Balanza con precisión de 0.01 kg
- Flexómetro con precisión de 0.1 cm

Para empezar, se procedió a realizar la medición del peso de cada una de las muestras por cada tipo de bloque.



Ilustración 1 Medición masa de bloque

Fuente: Los autores.

A continuación, se tomaron las medidas correspondientes de largo, ancho y profundidad por cada muestra para obtener el volumen bruto en el cual se encuentran los bloques en obra.



Ilustración 2 Medición de largo de bloque

Fuente: Los autores



Ilustración 3 Medición de ancho de bloque

Fuente: Los autores



Ilustración 4 Medición de profundidad de bloque

Fuente: Los autores

En lo que respecta al análisis estadístico del muestreo realizado, se obtuvo un promedio general por cada tipo de bloque, ya sea alivianado y prensado y sus diferentes medidas comerciales planteadas anteriormente. Dichas tablas de datos empleadas para análisis estadístico se encuentran en el **ANEXO 1.- MEDICIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN.**

A continuación, se presenta a modo de resumen la tabla que contiene los promedios generales por cada tipo de bloque y dimensionamiento, donde destaca: el peso natural (kg), dimensiones (cm), volumen (cm³) y peso unitario (kg/m³), así como también sus correspondientes figuras comparativas.

Tabla 24 Promedios generales de medidas de bloques de hormigón

Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Peso del bloque (kg)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Profundidad (cm)	Volumen (cm ³)	Peso unitario (kg/m ³)
Prensado	10	8,81	40,0	10,0	20,0	7992,99	1102,46
	15	11,65	40,1	15,0	19,9	11967,51	973,34
	20	14,49	40,1	20,0	19,9	15983,19	906,47
Alivianado	10	6,22	39,2	9,8	19,6	7554,60	823,90
	15	8,24	39,3	14,7	19,7	11378,40	724,03

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Análisis ancho de bloque vs. peso del bloque

Tabla 25 *Peso natural de bloque prensado y alivianado*

Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Peso del bloque (kg)
Prensado	10	8,81
	15	11,65
	20	14,49
Alivianado	10	6,22
	15	8,24

Fuente: Elaboración propia



Figura 1 Ancho de bloque vs peso del bloque

Fuente: Elaboración propia

Al igual que en el caso del volumen, conforme aumenta el ancho del bloque, su peso también se eleva.

3.1.3 Análisis ancho de bloque vs. peso unitario

Tabla 26 *Peso unitario de bloque prensado y alivianado*

Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Peso unitario (kg/m ³)
Prensado	10	1102,46
	15	973,34
	20	906,47
Alivianado	10	823,90
	15	724,03

Fuente: Elaboración propia

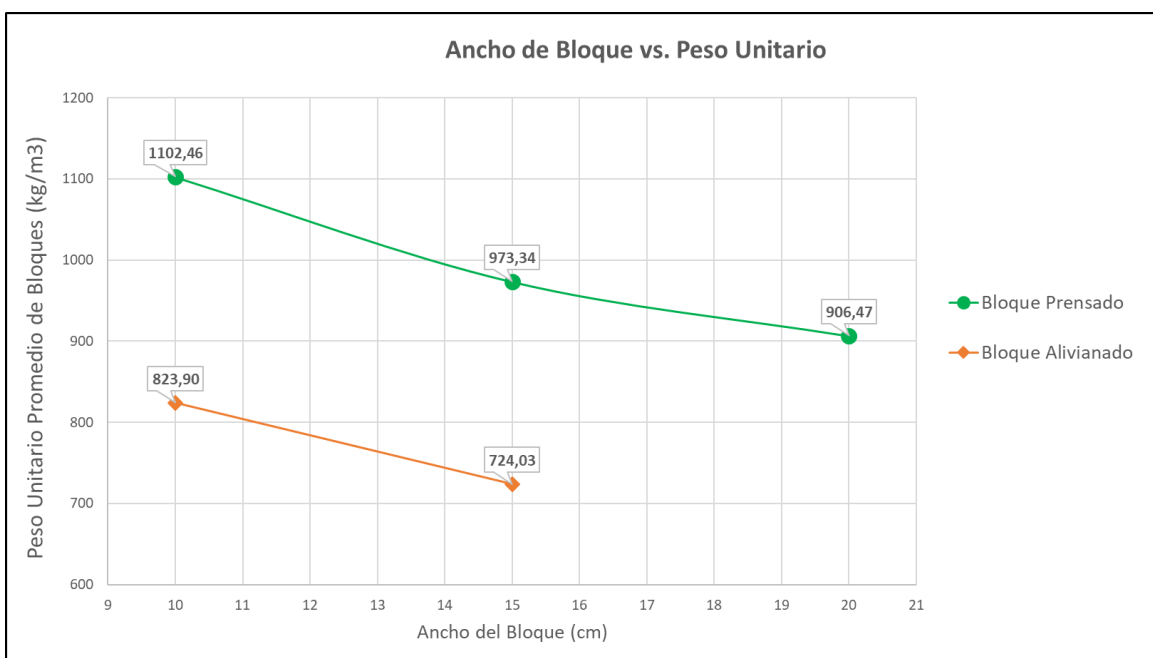


Figura 2 Ancho de bloque vs peso unitario

Fuente: Elaboración propia

En la figura Ancho de bloque vs Peso Unitario, se aprecia que su relación es inversamente proporcional, es decir, mientras aumenta el ancho del bloque, disminuye el peso unitario.

3.2 Comparativa de resultados de peso unitario de bloques con la NEC y normas extranjeras

Tabla 27 Recopilación de valores de peso unitario de bloque prensado y alivianado 1

Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Peso unitario Obtenido (kg/m ³)	Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) (kg/m ³)	Norma Argentina (kg/m ³)	Norma Chilena (kg/m ³)	Norma Colombiana (kg/m ³)	Norma Española (kg/m ³)
Prensado	10	1102,46	1200	1400	1600 - 2310	2150	1300 - 1600
	15	973,34					
	20	906,47					
Alivianado	10	846,18	850	1100			
	15	743,75					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28 Recopilación de valores de peso unitario de bloque prensado y alivianado 2

Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Peso unitario Obtenido (kg/m ³)	Norma E.E.U.U (kg/m ³)	Norma Peruana (kg/m ³)	Norma Venezolana (kg/m ³)	Norma Mexicana (kg/m ³)	Norma Brasileña (kg/m ³)
Prensado	10	1102,46	1964 - 2121	2400 - 2700	1400 -2000	1300 - 2200	2200
	15	973,34					
	20	906,47					
Alivianado	10	846,18	1649	1200	1400	900 - 1300	
	15	743,75					

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en las tablas presentadas anteriormente, tanto para la NEC-SE-CG (2015) como para las demás normas extranjeras, los valores de peso unitario de bloques analizados en el presente trabajo son inferiores. Sin embargo, los valores obtenidos son muy cercanos, pero con una pequeña diferencia hacia abajo a los propuestos en la NEC.

3.3 Uso de dosificaciones de morteros de cemento y arena

Los morteros de cemento y arena son empleados para el pegado de bloques de hormigón y ladrillo en mamposterías, así como también para el enlucido de las mismas.

En el sector de la construcción, lo más común es elaborar los morteros de cemento y arena mediante dosificación volumétrica ya sea con la ayuda de parihuelas, palas o carretillas, las cuales facilitan la obtención de las proporciones correspondientes de los materiales. Dichas proporciones indican el volumen de arena a ser colocado respecto a cada volumen de cemento.

Las dosificaciones de cemento y arena más empleadas son: 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 y 1:6, sin embargo, la NEC-SE-CG (2015) proporciona únicamente valor de peso unitario para los morteros de dosificación 1:3 a 1:5, cuyo valor se mostró anteriormente en la **Tabla 1**. Cabe señalar que las dosificaciones más bajas tienen mayor resistencia e impermeabilidad, por otro lado, las dosificaciones más altas se caracterizan por tener mayor elasticidad frente a sollicitaciones dinámicas.(Páez, 2014)

Generalmente se usan las dosificaciones 1:3 y 1:4 para pegado de bloque en paredes de mampostería debido a la mayor rigidez y resistencia que les caracteriza, por otro lado, las dosificaciones 1:4 y 1:5 se utilizan en morteros de enlucido para evitar grietas que puedan afectar la integridad de las paredes de mampostería de bloque.(Páez, 2014)

3.4 Materiales utilizados para la elaboración de morteros

Para la determinación de los pesos unitarios de cada dosificación a analizar (1:3, 1:4 y 1:5) se emplearon los siguientes materiales para la elaboración de las muestras.

3.4.1 Agregados finos

- Polvo Azul (agregado fino obtenido de la planta de agregados de Holcim en Pifo)
- Polvo Rosado (agregado fino obtenido de la planta de agregados de Holcim en Pifo)

3.4.2 Cemento

- Cemento Holcim Fuerte Tipo GU, se seleccionó este tipo de cemento debido a su versatilidad de empleo en obra, es decir este cemento sirve para usos estructurales como para no estructurales.

Se seleccionaron los materiales provenientes de la empresa Holcim Ecuador S.A. con planta de agregados en Pifo, debido a la gran demanda que tienen en la ciudad de Quito, además de sus altos estándares de calidad.

Como se mencionó anteriormente, se realizaron las muestras correspondientes a los tres tipos de dosificación al volumen.

3.5 Proceso de elaboración de probetas de ensayo

En lo que respecta a morteros el proceso realizado en laboratorio se detalla a continuación:

Las probetas de mortero fueron realizadas con 3 diferentes dosificaciones al volumen, 1:3, 1:4 y 1:5, por cada dosificación se tomaron 3 muestras para determinar el promedio del peso unitario tal y como lo indica la norma NTE INEN 488:2009.



Ilustración 5 Equipo utilizado en el laboratorio para morteros

Fuente: Los autores

En total obtuvimos 36 probetas con la siguiente distribución:

Tabla 29 Distribución de probetas

Material	Tamizado	Dosificación	# de Probetas
Polvo Rosado (Mina de Pifo)	No	1:3	3
		1:4	3
		1:5	3
	Si	1:3	3
		1:4	3
		1:5	3
Polvo Azul (Mina de Pifo)	No	1:3	3
		1:4	3
		1:5	3
	Si	1:3	3
		1:4	3
		1:5	3

Total de Muestras =	36
---------------------	-----------

Fuente: Elaboración propia

Para las probetas se utilizó el agregado fino tal y como vino el material de la mina, y también tamizamos el material por el tamiz de abertura 1.18 mm, igual a la abertura de malla o sarán que se utiliza en las obras de construcción, esto debido a que se suele tamizar para los enlucidos por el nivel de acabado que debe tener.



Ilustración 6 Tamiz # 16 y malla de abertura de 1.18mm

Fuente: Los autores



Ilustración 7 Tamizado en obra

Fuente: Los autores

La relación agua-cemento utilizada en las probetas responde a una trabajabilidad adecuada para mortero de unión y enlucido.

La norma NTE INEN 2 518 menciona que el contenido de agua puede ser regulada hasta alcanzar una trabajabilidad satisfactoria para alcanzar máxima adherencia con las unidades de mampostería además menciona que en campo un obrero puede evaluar de mejor manera la trabajabilidad al observar el comportamiento del mortero. (NTE INEN 2 518:2010, 2010)

Los moldes utilizados para las probetas son de 5 x 5 x 5 cm como indica la norma INEN 488 (NTE INEN 488:2009, 2009)



Ilustración 8 Moldes

Fuente: Los autores

Para mezclar uniformemente la muestra se utilizó la batidora de laboratorio por un periodo de 30 s inicialmente a una velocidad baja para que no se pierda material, y luego se lo vuelve a batir por 1 minuto y 30 segundos a una velocidad alta, con esto se alcanza uniformidad en la mezcla tal y como lo indica la norma NTE INEN 488:2009 (NTE INEN 488:2009, 2009).



Ilustración 9 Mezcladora de mortero

Fuente: Los autores

La toma de muestras en los moldes se la hizo en 2 capas, es decir colocar una capa de aproximadamente la mitad de la profundidad del molde, para cada capa se da 32 golpes con el apisonador en 4 rondas de 8 golpes en dirección perpendicular cada ronda como se indica en la figura 3, este apisonado se lo realiza con base en la norma NTE INEN 488:2009 (NTE INEN 488:2009, 2009)

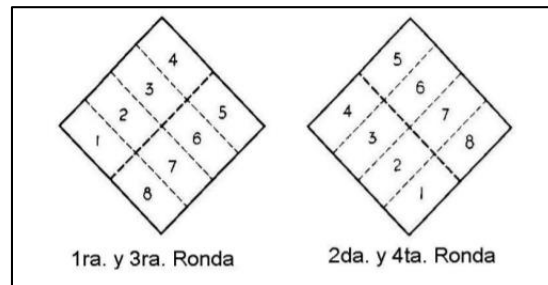


Figura 3 Orden de apisonado al moldear los especímenes de ensayo

Fuente: (NTE INEN 488:2009, 2009)



Ilustración 10 Apisonado de muestras

Fuente: Los autores

Se dejó las de 24 horas en la cámara húmeda y luego procedimos a desencofrar.



Ilustración 11 Desencofrado de muestras

Fuente: Los autores

Posteriormente se dejó secar las probetas al aire libre por 28 días, y se procedió a pesar y medir, con el fin de obtener el peso unitario de los morteros.

Como lo mencionamos estos especímenes no fueron curados, simulando la necesidad en obra de que el mortero se seque lo antes posible para continuar con los trabajos posteriores.

A los 28 días ya no se presenta variación de masa ni de longitud, por lo que el peso unitario obtenido a los 28 días es el adecuado para saber la carga permanente a la que va a estar sometida la estructura a lo largo de su vida útil.

3.6 Determinación del peso unitario de morteros utilizados comúnmente en mamposterías de bloque.

Para el registro de la masa (g) se utilizó una balanza con una precisión de 0.01 gramos y para el registro del ancho (mm), altura (mm) y profundidad (mm) se utilizó un calibrador con una precisión de 0.01mm.

A continuación, se muestra las gráficas que indican la variación del peso unitario conforme a su dosificación y material. Las tablas con los datos obtenidos se pueden apreciar en el

ANEXO 2.- PESO UNITARIO DE MORTEROS.

Tabla 30 *Peso unitario para cada dosificación de polvo azul sin tamizar*

Polvo Azul - Sin Tamizar	
Dosificación	Peso Unitario (kg/m ³)
1:3	2073,03
1:4	2060,15
1:5	2037,14

Fuente: Elaboración propia

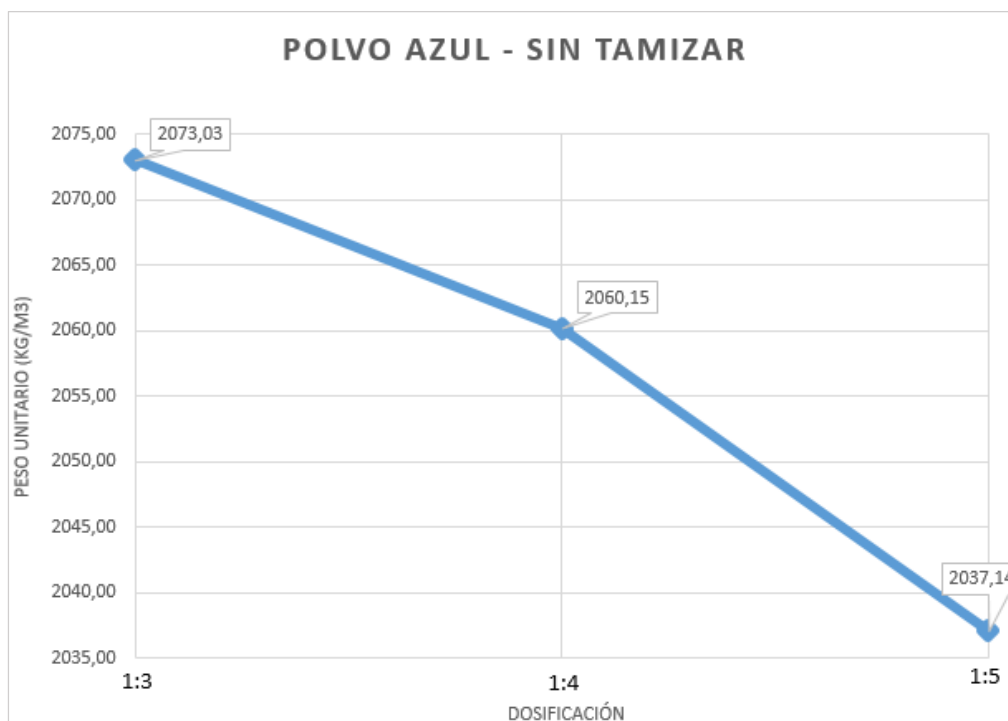


Figura 4 Dosificación vs Peso unitario para polvo azul sin tamizar

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31 *Peso unitario para cada dosificación de polvo azul tamizado*

Polvo Azul - Tamizado	
Dosificación	Peso Unitario (kg/m³)
1:3	1950,10
1:4	1933,50
1:5	1901,16

Fuente: Elaboración propia

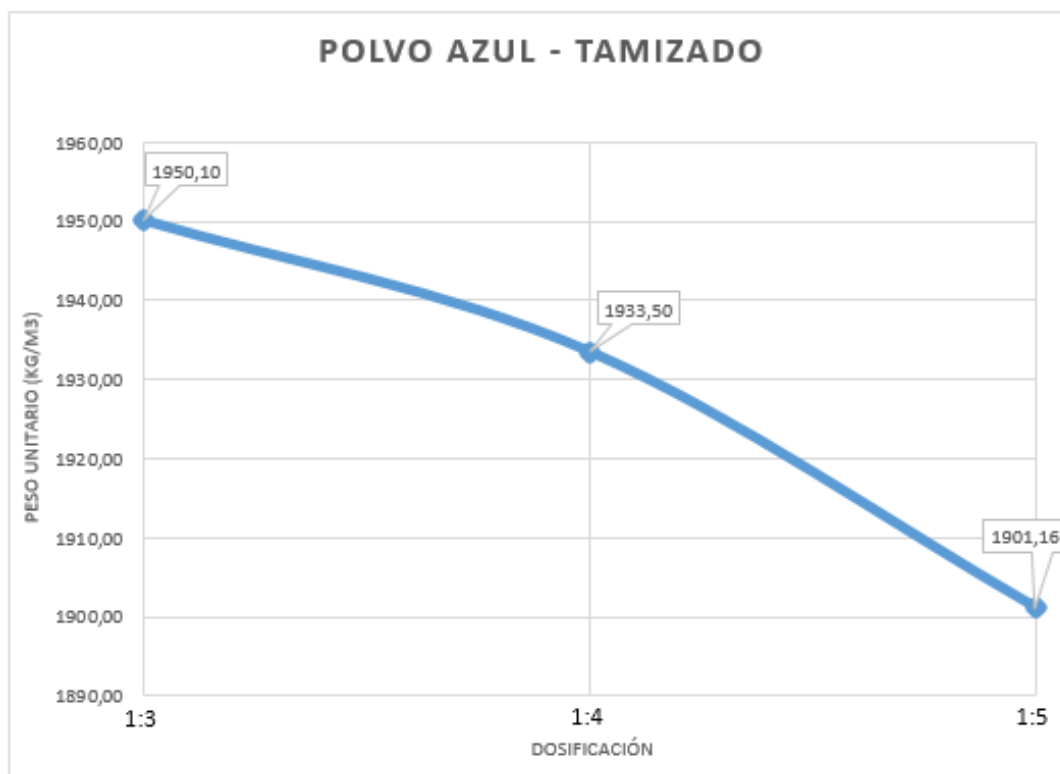


Figura 5 *Dosificación vs Peso unitario para polvo azul tamizado*

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32 *Peso unitario para cada dosificación de polvo rosado sin tamizar*

Polvo Rosado - Sin Tamizar	
Dosificación	Peso Unitario (kg/m³)
1:3	1925,67
1:4	1900,80
1:5	1849,40

Fuente: Elaboración propia

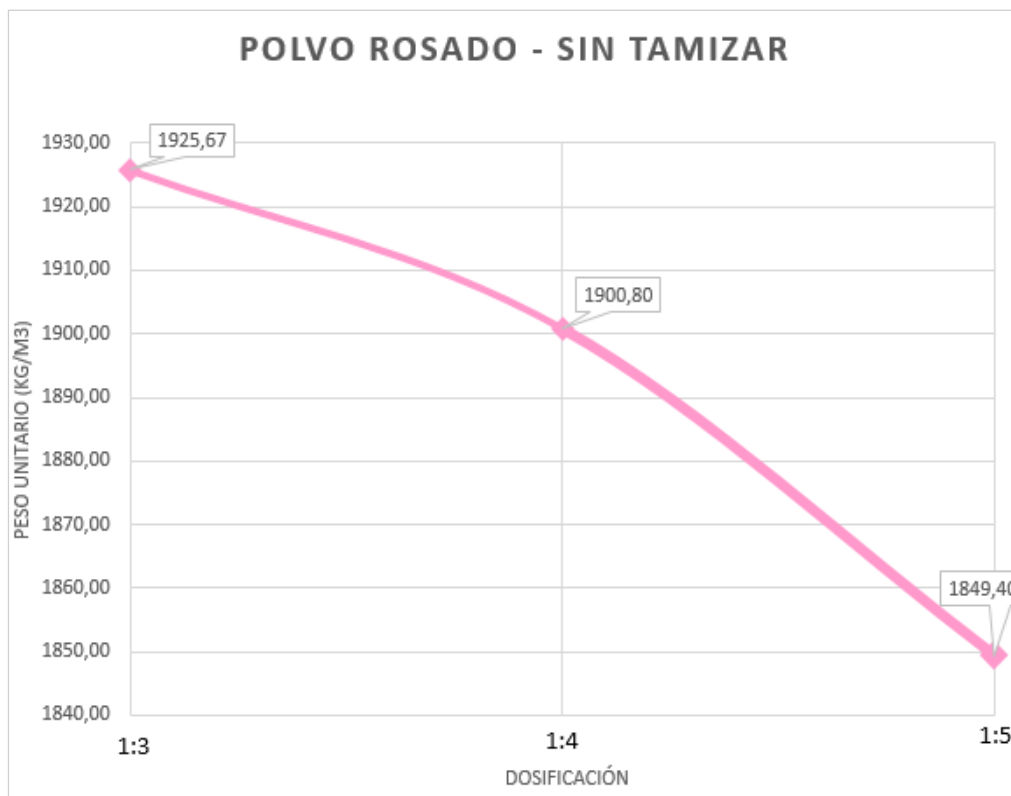


Figura 6 *Dosificación vs Peso unitario para polvo rosado sin tamizar*

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33 *Peso unitario para cada dosificación de polvo rosado tamizado*

Polvo Rosado - Tamizado	
Dosificación	Peso Unitario (kg/m³)
1:3	1821,48
1:4	1790,00
1:5	1728,63

Fuente: Elaboración propia

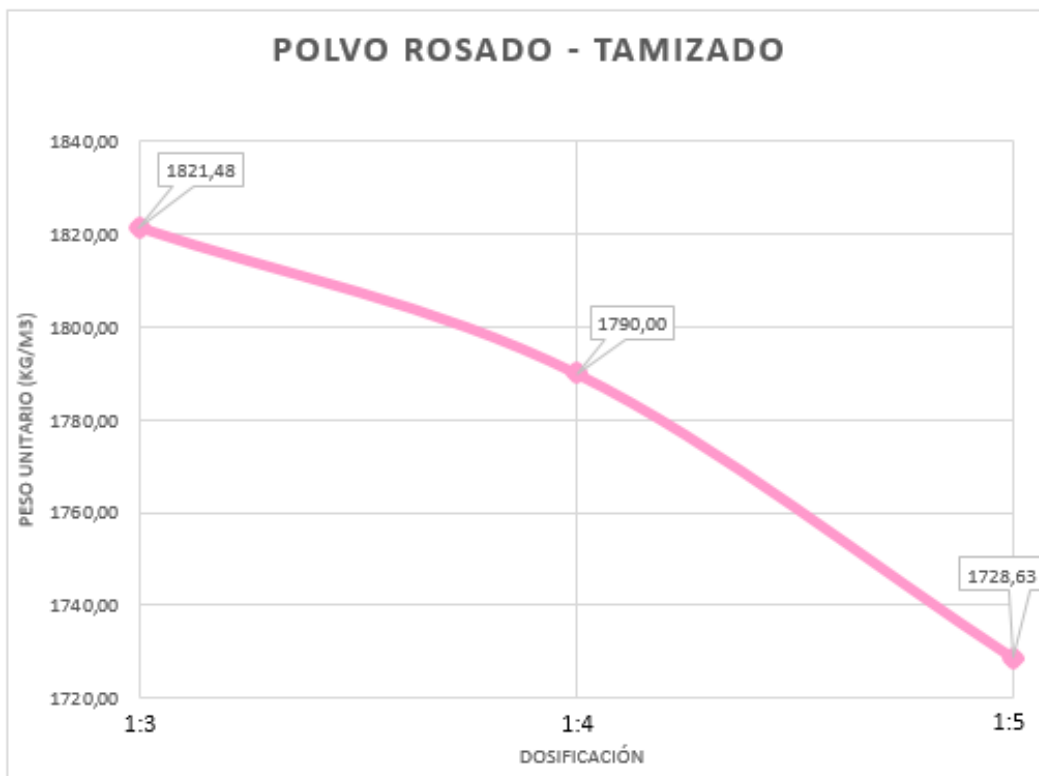


Figura 7 *Dosificación vs Peso unitario para polvo rosado tamizado*

Fuente: Elaboración propia

De las figuras mostradas anteriormente, como era de esperar, el peso unitario disminuye conforme la proporción del agregado fino aumenta, es decir la dosificación 1:3 tiene mayor peso unitario que la 1:4 y 1:5, debido a que el cemento posee mayor gravedad específica respecto a los agregados finos en cuestión. Como resultado se observa una tendencia parabólica decreciente.

Al comparar las figuras del material sin tamizar y tamizado (tamiz #16), se puede apreciar que la mezcla realizada con arena gruesa da como resultado un peso unitario mayor que aquella realizada con arena fina tanto para polvo azul como para rosado, esto debido principalmente a que al tamizar las partículas de mayor tamaño y por ende más pesadas se remueven ocasionando un menor peso unitario.

Como se puede apreciar, los valores obtenidos de peso unitario para el polvo azul son mayores a los obtenidos para el polvo rosado tanto para el material sin tamizar como para el tamizado, esto debido a las características propias del material (mineralogía).

3.7 Comparativa de resultados de peso unitario de morteros con la NEC y normas extranjeras

Para la siguiente comparativa se consideró el valor de 2073,03 kg/m³, valor máximo correspondiente a la dosificación 1:3 con polvo azul sin tamizar como agregado.

Tabla 34 Recopilación de valores de peso unitario de morteros

Peso unitario máximo obtenido (1:3)	2073,03 kg/m³
--	---------------------------------

Norma	Peso unitario (kg/m³)
Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC)	2000
Norma Argentina	2100
Norma Chilena	2000
Norma Colombiana	2100
Norma Española	1900-2300
Norma E.E.U.U	2040-2200
Norma Peruana	2000
Norma Venezolana	2150
Norma Mexicana	1900-2100
Norma Brasileña	2100

Fuente: Elaboración propia

Como se nota en la tabla anterior, el peso unitario de mortero obtenido es superior al propuesto por la NEC, sin embargo, la diferencia entre ambos valores es mínima (73,03 kg/m³). Lo mismo sucede con la norma chilena y peruana.

Por otro lado, el valor obtenido es inferior al propuesto en las normas: argentina, colombiana, venezolana y brasileña, mientras que para el resto de países se encuentra dentro del rango establecido.

3.8 Proceso y características constructivas de paredes de mampostería de bloque

Para el presente trabajo se analizaron los procesos y características constructivas de paredes de mampostería de bloque, así como también se realizaron las debidas mediciones y evidencias fotográficas correspondientes durante la construcción del Edificio Cao Li, ubicado en la Av. América y San Francisco, parroquia Rumipamba, Distrito Metropolitano de Quito, cuyos trabajos empezaron desde mayo de 2021 y continúa en construcción.

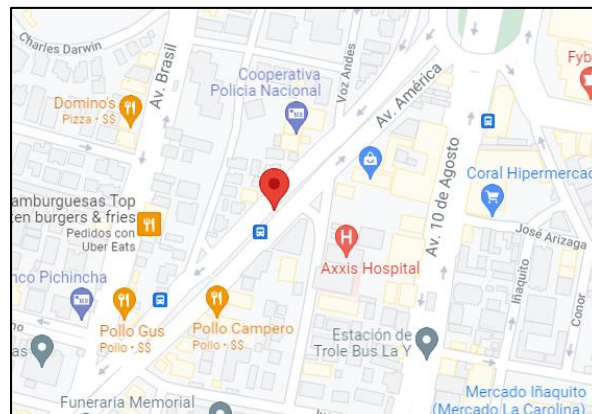


Figura 8 Ubicación del Proyecto Cao Li

Fuente: Los autores

Es importante realizar un adecuado replanteo del lugar donde irá la mampostería, de acuerdo a los planos arquitectónicos.

Se debe realizar la limpieza de la superficie donde se va a construir la mampostería con la ayuda de una escoba con el fin de evitar residuos de otros materiales de construcción que puedan afectar el trazado y adherencia de la primera capa de mortero.



Ilustración 12 Limpieza de la superficie

Fuente: Los autores

Se debe pasar niveles de un extremo a otro del tramo de mampostería con el fin de verificar la alineación horizontal empleando el nivel de mano o con manguera.



Ilustración 13 Nivelación con manguera

Fuente: Los autores



Ilustración 14 Nivelación con manguera

Fuente: Los autores

Posteriormente se procede a señalar en el piso donde se va a ubicar la mampostería de acuerdo a los planos arquitectónicos, utilizando un “timbrador”, comúnmente empleado en construcción, el cual consta de una piola a la que se le adhiere caoba.



Ilustración 15 Timbrado en el piso

Fuente: Los autores

A continuación, se humedece el piso y se coloca una capa de mortero de 2cm sobre el cual se van a asentar los bloques que van a servir como “maestras” en cada uno de los extremos del tramo donde se va a construir la mampostería utilizando plomada y/o nivel de mano para verificar la verticalidad de la pared. De igual manera se coloca una piola en la parte superior de las “maestras” a modo de guía para asegurar una correcta alineación horizontal.



Ilustración 16 Colocación de “maestras” y alineación horizontal

Fuente: Los autores



Ilustración 17 Nivelación con plomada

Fuente: Los autores



Ilustración 18 Nivelación con nivel de mano

Fuente: Los autores

Luego de ello se procede a completar la primera fila de mampostería controlando las alineaciones tanto vertical como horizontal empleando las herramientas mencionadas anteriormente.



Ilustración 19 Finalización de primera fila de bloque

Fuente: Los autores

Cabe mencionar que se debe dejar entre bloques un espacio de 1.5 a 2 cm para colocar la capa de herencia vertical utilizando mortero.



Ilustración 20 Medición de capa vertical de mortero para adherencia

Fuente: Los autores



Ilustración 21 Medición de capa horizontal de mortero para adherencia

Fuente: Los autores

Para las siguientes filas se debe seguir el mismo proceso descrito anteriormente controlando constantemente la verticalidad de la pared y la correcta alineación horizontal. Se debe colocar el centro de los bloques de las filas superiores sobre las uniones verticales de mortero de los bloques de las filas inferiores a modo de traba. Los cortes de los bloques que se requieran para la correcta construcción de pared se los realiza empleando la amoladora.



Ilustración 22 Humedecimiento de superficie previo a colocación de filas superiores

Fuente: Los autores



Ilustración 23 Colocación de “maestras” y mortero en capa horizontal para filas superiores

Fuente: Los autores



Ilustración 24 Verificación de verticalidad en filas superiores con nivel de mano

Fuente: Los autores



Ilustración 25 Verificación de verticalidad en filas superiores con plomada

Fuente: Los autores



Ilustración 26 T Corte de bloque con amoladora

Fuente: Los autores



Ilustración 27 Colocación de bloques en filas superiores

Fuente: Los autores



Ilustración 28 Colocación de capa de mortero vertical para pegado de bloques en filas superiores

Fuente: Los autores



Ilustración 29 Control de alineación horizontal con nivel de mano

Fuente: Los autores



Ilustración 30 Pared de mampostería de bloque finalizada

Fuente: Los autores

3.9 Proceso de enlucido de paredes de mamposterías de bloque

Una vez construida la pared de mampostería de bloque, se sugiere dejar secar al menos 24 horas antes de enlucir, permitiendo así que tanto las capas verticales como horizontales de mortero se endurezcan lo suficiente, evitando posibles desplomes debido a movimientos de la pared fresca.



Ilustración 31 Pared de mampostería de bloque luego de 24 horas

Fuente: Los autores

Se procede a limpiar con una escoba y humedecer la pared de mampostería de bloque con el fin de tener correcta adherencia con la capa de mortero, libre de polvos y demás residuos de materiales de construcción.



Ilustración 32 Humedecimiento de pared

Fuente: Los autores

Se debe aplicar una capa de mortero en forma de champeado sobre la pared a enlucir.



Ilustración 33 Champeado

Fuente: Los autores



Ilustración 34 Champeado2

Fuente: Los autores

Se procede a colocar dos fajas verticales de mortero de un espesor de entre 1.5 a 2 cm correctamente aplomadas en los extremos de la pared a enlucir, a este proceso se lo conoce como colocación de “maestras”. Cabe mencionar que la separación entre dichas “maestras”, está dada por la longitud del codal recto a emplear. Dicho codal puede ser de madera, aluminio o metálico.



Ilustración 35 Maestra

Fuente: Los autores



Ilustración 36 Aplomada de maestras

Fuente: Los autores

A continuación, se completa el champeado sobre la pared empleando el codal con movimientos tanto verticales como horizontales para igualar y uniformizar el material de revestimiento, aumentando o retirando el exceso de mortero de acuerdo al espesor requerido.



Ilustración 37 Uso de codal

Fuente: Los autores

Finalmente, para obtener un buen acabado, se procede a utilizar la paleta de madera.



Ilustración 38 Uso de paleta de madera

Fuente: Los autores



Ilustración 39 Uso de paleta de madera

Fuente: Los autores



Ilustración 40 Pared de mampostería de bloque enlucida

Fuente: Los autores



Ilustración 41 Evidencia de espesor de capa de enlucido terminado

Fuente: Los autores

3.10 Unidad de análisis de mampostería

La unidad de análisis que se toma en cuenta para la presente investigación ha sido determinada tomando en cuenta las dimensiones basadas en los espesores de mortero tanto para pegado de bloque como enlucido de paredes evidenciados en el proyecto “Cao Li” antes mencionado, así como también los promedios de las dimensiones de bloque presentados en la sección 3.1 (Determinación de peso unitario de bloques empleados en mampostería). Ver

Tabla 24

Para la determinación de la unidad de análisis para bloques prensados se utilizará un largo de 40.1 cm y para la profundidad 19.9 cm.

Por otro lado, para los bloques alivianados, en la unidad de análisis se utilizará un largo de 39.2 cm y una profundidad 19.6 cm

Con respecto a los morteros tenemos que para el pegado del bloque el espesor tanto horizontal como vertical será de 2 cm. Además, se considerará una capa de enlucido de 1.5cm de espesor por cara de pared.

Para los esquemas mostrados a continuación como unidad de análisis, comprenden 3 bloques de base y 4 hiladas.

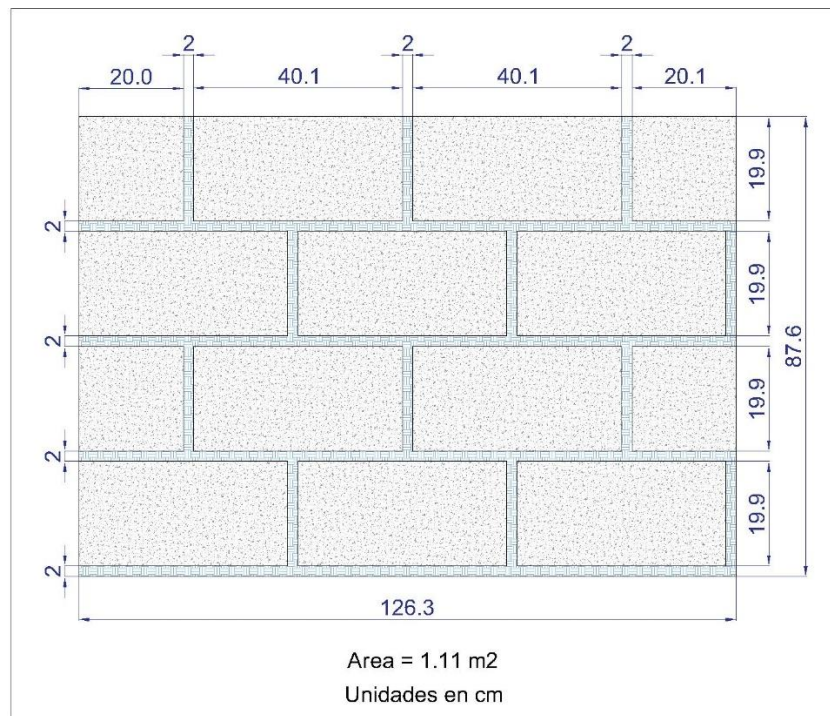


Figura 9 Unidad de análisis para mampostería de bloque de hormigón prensado

Fuente: Elaboración propia

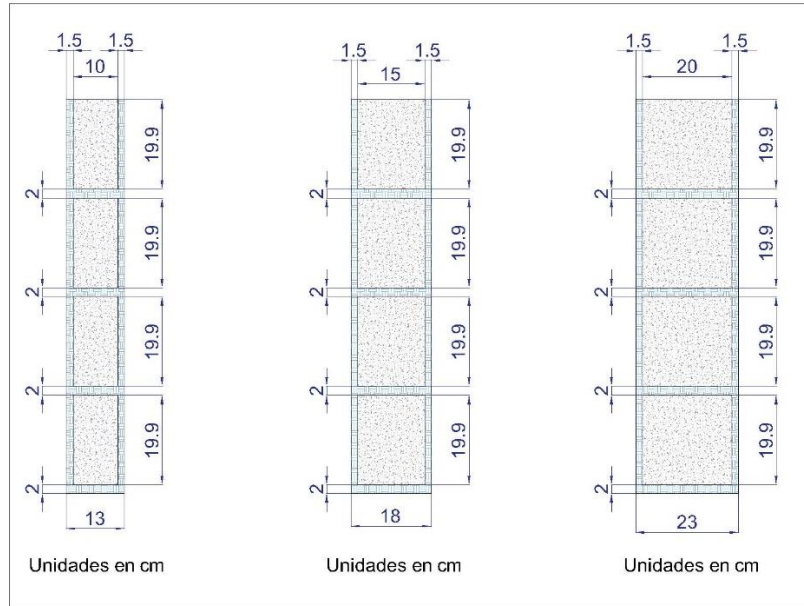


Figura 10 Unidad de análisis para mampostería de bloque de hormigón prensado de 10, 15 y 20 cm
- Vista Lateral

Fuente: Elaboración propia

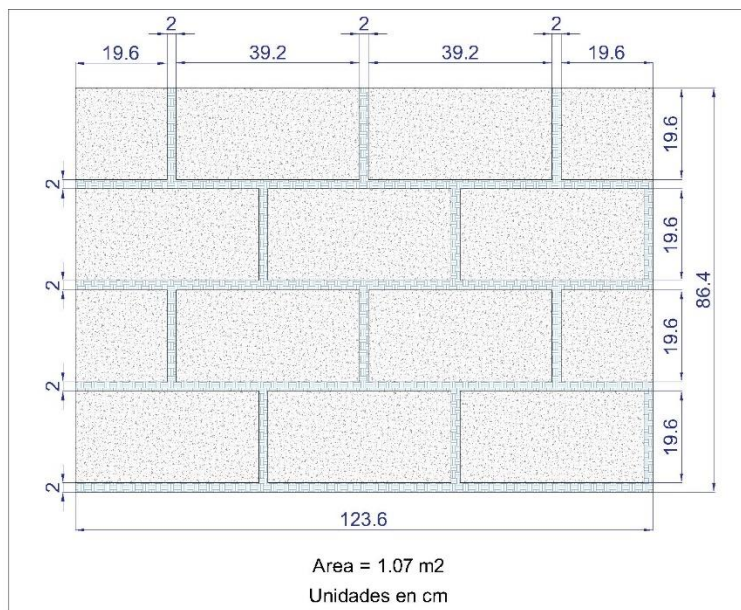


Figura 11 Unidad de análisis para mampostería de bloque de hormigón alivianado

Fuente: Elaboración propia

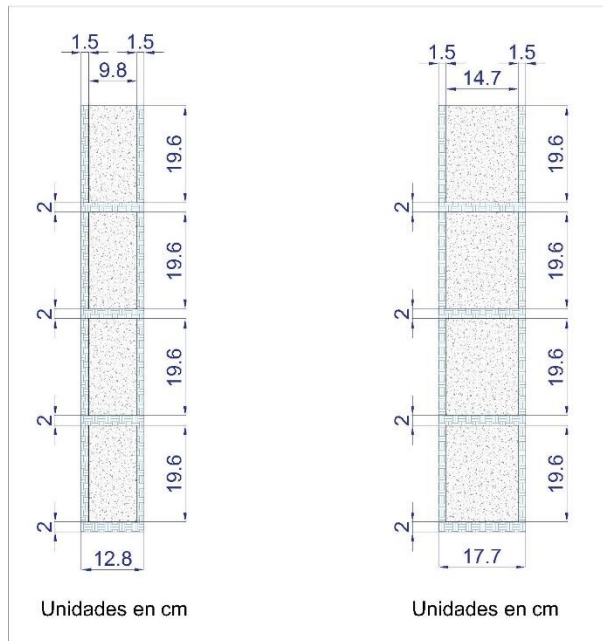


Figura 12 Unidad de análisis para mampostería de bloque de hormigón alivianado de 10 y 15 cm - Vista Lateral

Fuente: Elaboración propia

3.11 Determinación de cantidades y peso por m² de diferentes tipos de mamposterías de bloque.

3.11.1 Cantidades

Para el cálculo de los materiales a utilizarse para la construcción de 1 m² de pared utilizaremos como unidad de análisis un bloque más su respectivo mortero de pegado vertical y horizontal, además de su respectiva capa de enlucido tal y como se muestra en la siguiente figura.

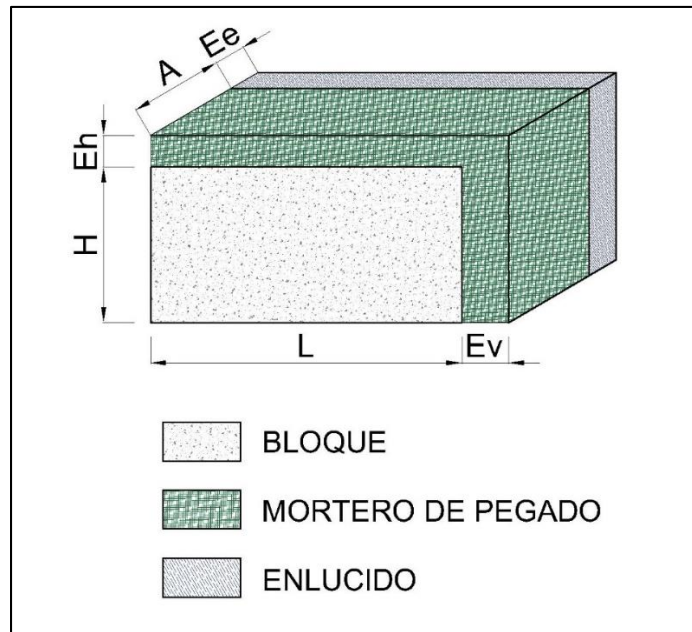


Figura 13 Unidad de análisis para un bloque de hormigón

Fuente: Elaboración propia

Donde:

L = Largo del Bloque

H = Altura del Bloque

A = Ancho del Bloque

E_h = Espesor del mortero de pegado horizontal

E_v = Espesor del mortero de pegado vertical

E_e = Espesor de la capa de Enlucido

En base a la unidad de análisis y nomenclatura detallada en la figura anterior se calcularán las cantidades de material a utilizarse para un metro cuadrado de construcción.

3.11.2 Cálculo del Número de bloques

Para obtener el número de bloques necesarios para 1 m^2 de pared de mampostería, se debe dividir 1 m^2 para la superficie de la unidad de análisis antes mencionada que considera 1 bloque de hormigón con la superficie del mortero de pegado de la cara superior y la lateral como se muestra en la figura a continuación:

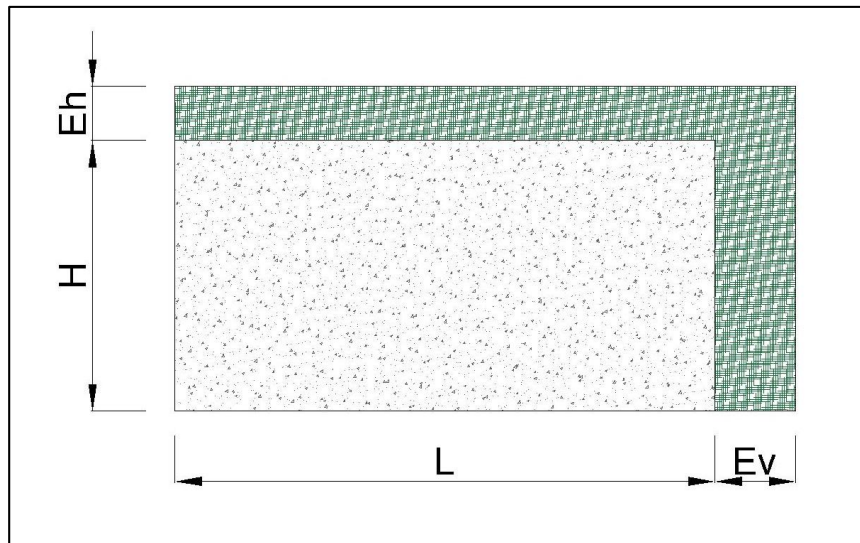


Figura 14 Unidad de análisis para un bloque de hormigón – Vista frontal

Fuente: Elaboración propia

Entonces:

$$N^{\circ} \text{ de Bloques}/m^2 = \frac{1 \text{ m}^2}{(L + Ev) * (H + Eh)}$$

3.11.3 Cantidad de mortero de pegado

Para obtener la cantidad de mortero de pegado necesario para 1 metro cuadrado de mampostería se debe multiplicar el número de boques en 1 m^2 igual que la sección anterior por el volumen de mortero necesario para cubrir la cara superior y una cara lateral del bloque.

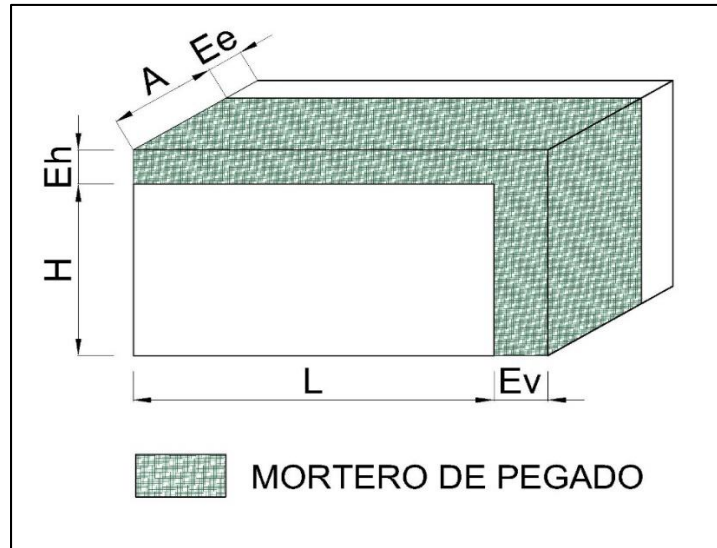


Figura 15 Detalle de cantidad de mortero para un bloque de hormigón

Fuente: Elaboración propia

Entonces:

$$\text{Cant. de mortero de pegado} = N^{\circ} \text{ de Bloques/m}^2 * \text{Volumen de mortero para un bloque}$$

$$\text{Volumen de mortero para un bloque} = ((L + Ev) * Eh + (H * Ev)) * A$$

$$\text{Cant. de mortero de pegado por m}^2 = \frac{A}{(H + Eh)} * \left[Eh + \frac{H * Ev}{L + Ev} \right]$$

3.11.4 Cantidad de mortero para enlucidos

Para obtener la cantidad de mortero a utilizarse en 1 m² de mampostería se debe multiplicar el espesor de la capa de enlucido por el número de capas a enlucirse y por 1 m² de superficie a cubrirse.

$$\text{Cant. de mortero para enlucido} = N^{\circ} \text{ de caras} * Ee * 1 \text{ m}^2$$

Normalmente se enlucen por ambas caras de la mampostería, por lo tanto:

$$\text{Cant. de mortero para enlucido} = 2 * Ee * 1 \text{ m}^2$$

Tomando las medidas promedio de ancho, alto y profundidad mostradas en los esquemas de construcción, se procede a calcular la cantidad de materiales necesarios para la construcción de 1m² de pared de mampostería de bloque.

Tabla 35 Cantidad de materiales requeridos para la construcción de 1m² de pared

Tipo de Bloque	Ancho nominal de bloque (cm)	Bloques de hormigón (Unidades)	Mortero de unión (m ³)	Mortero de enlucido (m ³)
Prensado	10	10.85	0.01345	0.030
	15	10.85	0.02017	0.030
	20	10.85	0.02690	0.030
Alivianado	10	11.24	0.01339	0.030
	15	11.24	0.02009	0.030

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta que la dosificación 1:4 se puede emplear tanto para pegado de bloque como para enlucido, en el cálculo se considerará dicha dosificación para ambos propósitos con la diferencia de que para pegado de bloque se analizarán los materiales sin tamizar, mientras que para enlucido se considerarán los materiales tamizados tal y como se suele realizar en obra. Dichos valores a emplear se encuentran en la tabla a continuación:

Tabla 36 Pesos Unitarios con dosificación 1:4

Material	Dosificación	Condición	Peso unitario (kg/m ³)
Polvo Rosado	1:4	Sin Tamizar	1900.80
	1:4	Tamizado	1790.00
Polvo Azul	1:4	Sin Tamizar	2060.15
	1:4	Tamizado	1933.50

Fuente: Elaboración propia

3.11.5 Determinación del peso por m² de diferentes tipos de mamposterías de bloque considerando mortero de unión y enlucidos por ambas caras.

Para obtener el peso por m² de pared de mampostería de bloque considerando mortero de unión y enlucido por ambas caras se utilizarán los resultados obtenidos anteriormente: Cantidad de materiales (bloques y mortero) requerido para la construcción de 1 m² de pared, peso promedio por unidad de bloque de hormigón y pesos unitarios de morteros. Cabe recalcar que se empleó la dosificación 1:4 tanto para pegado de bloques (material sin tamizar) como para enlucido (material tamizado) como ya lo mencionamos en la sección **3.11.4** Cantidad de mortero para enlucidos.

En la siguiente tabla, a modo de ejemplo, se calcula el peso de 1m² de pared construida con bloques prensados de 20 cm de ancho y la dosificación antes mencionada para el mortero. Además, se obtiene el peso tanto para polvo azul como para polvo rosado.

Tabla 37 Ejemplo de cálculo de peso total por m² para bloque prensado de 20cm

Material	Cantidad	Unidad	Peso (kg) por unidad	Peso Total (kg/m ²)
Boque de hormigón prensado de 20 cm	10,85	Bloques/m ²	14,49	157,16

Mortero	Material	Dosificación	Cantidad (m ³ /m ²)	Peso Unitario (kg/m ³)	Peso Total (kg/m ²)
Pegado de bloque	Polvo Azul - Sin Tamizar	1:4	0,02690	2060,15	55,41
	Polvo Rosado - Sin Tamizar	1:4	0,02690	1900,80	51,13
Enlucido	Polvo Azul - Tamizado	1:4	0,030	1933,50	58,01
	Polvo Rosado - Tamizado	1:4	0,030	1790,00	53,70

Peso Total con Polvo Azul (kg/m²) =	270,58
Peso Total con Polvo Rosado (kg/m²) =	261,99

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan los resultados de pesos totales de mamposterías de bloque incluyendo mortero de unión y enlucidos para diferentes espesores de bloque prensado y alivianado. Las tablas correspondientes a los cálculos del peso por m² de pared para diferentes tipos de bloque y anchos se encuentran en el **ANEXO 3.- CÁLCULOS DE PESO POR M2 DE PARED.**

Tabla 38 Pesos totales de 1m² de pared según los diferentes materiales utilizados

Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Material	Dosificación	Peso total (kg/m ²)
Prensado	10	Polvo Azul	1:4	181,27
		Polvo Rosado	1:4	174,82
	15	Polvo Azul	1:4	225,92
		Polvo Rosado	1:4	218,40
	20	Polvo Azul	1:4	270,58
		Polvo Rosado	1:4	261,99
Alivianado	10	Polvo Azul	1:4	155,49
		Polvo Rosado	1:4	149,05
	15	Polvo Azul	1:4	191,98
		Polvo Rosado	1:4	184,47

Fuente: Elaboración propia

3.11.6 Comparativa de resultados de peso por m² de pared de mampostería de bloque prensado con normas extranjeras

Tabla 39 Recopilación de valores de peso por m² de pared

Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Material	Peso Obtenido (kg/m ²)	Norma Nicaraguense (kg/m ²)	Norma Chilena (kg/m ²)	Norma Venezolana (kg/m ²)	Norma Panameña (kg/m ²)
Prensado	10	Polvo Azul	181,27	180	-	210	190
		Polvo Rosado	174,82				
	15	Polvo Azul	225,92	240	230-310	270	230
		Polvo Rosado	218,40				
	20	Polvo Azul	270,58	268	-	330	310
		Polvo Rosado	261,99				

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla antes mostrada, los valores de peso por m² de pared obtenidos tanto para polvo azul como rosado, son inferiores a los propuestos por las normas extranjeras que se menciona, a excepción de los pesos calculados con polvo azul para bloques de 10 cm y 20 cm, donde los resultados son ligeramente superiores a los propuestos en la norma nicaragüense. Cabe mencionar que los pesos obtenidos en la **Tabla 39** son el resultado del análisis con bloques prensados ya que dichos valores son mayores que los resultados del bloque alivianado, por tanto, más críticos. Además, las normas mencionadas no especifican el uso de bloques alivianados.

4. CAPITULO IV: DETERMINACIÓN DE SUPERFICIES TOTALES Y DENSIDADES DE MAMPOSTERÍA POR M² DE CONSTRUCCIÓN

Para el presente estudio se entiende por densidad de mamposterías a la razón entre la superficie vertical de paredes y la superficie de construcción de una planta en una edificación.

4.1 Determinación de la superficie total de paredes para diferentes anchos de bloque, planos y tipos de edificación.

Para el cálculo de la superficie total de paredes para diferentes anchos de bloque y tipos de edificación, se analizaron distintas plantas arquitectónicas de proyectos en el Distrito Metropolitano de Quito: 23 de edificaciones escolares, 18 de oficinas y 11 de edificaciones del sector salud. Dichos planos fueron proporcionados por el GAD de Pichincha y la Entidad Colaboradora de Proyectos (CAE-P). Cabe señalar que estos planos corresponden a proyectos reales, ejecutados en la ciudad de estudio, sin embargo, por políticas de confidencialidad de las entidades prestantes no se revelará el nombre ni la ubicación de los proyectos. En el **ANEXO 4.- DETALLE DE EDIFICACIONES Y PLANTAS CORRESPONDIENTES**, se encuentra el cuadro que contiene los tipos de edificación con sus respectivas plantas analizadas.

De los planos analizados se obtuvo la siguiente información: ancho de bloque utilizado en la mampostería, longitud de paredes, altura de entrepiso, longitud y altura de puertas y ventanas. Con estos datos, se procedió a calcular la superficie de paredes excluyendo puertas y ventanas.

4.1.1 Superficie de paredes para edificaciones escolares

Tabla 40 Superficie total de paredes en edificaciones escolares por ancho de bloque

Planta N° (Anexo 4)	Ancho bloque (cm)	Long. Paredes (m)	Altura Entrepiso (m)	Long. Ventanas (m)	Altura Ventanas (m)	Long. Puertas (m)	Altura Puertas (m)	Sup. Paredes (m2)
1	15	60,25	2,68	27,40	1,50	2,00	2,50	115,37
2	15	85,00	2,68	55,10	1,50	2,00	2,50	140,15
3	15	83,15	2,68	12,40	1,50	8,10	2,50	183,99
4	15	103,50	2,68	32,00	1,50	4,30	2,50	218,63
5	20	35,48	3,00	9,02	1,60	0,00	2,10	92,01
	15	79,07	3,00	25,62	1,60	7,68	2,10	180,09
	10	8,12	3,00	0,00	1,60	2,81	2,10	18,459
6	15	66,16	2,68	40,95	1,50	3,00	2,53	108,29
7	15	312,59	3,4	95,85	1,80	19,20	2,40	844,20
8	20	155,72	3,32	35,18	2,00	5,44	2,20	434,66
9	15	45,65	2,68	27,30	1,50	2,00	2,50	76,39
10	15	54,80	2,68	31,00	1,50	2,00	2,50	95,36
11	15	77,35	2,68	53,55	1,50	2,00	2,50	121,97
12	20	48,40	3,04	30,20	1,24	2,00	2,74	104,21
13	20	69,10	3,04	50,16	1,36	2,00	2,74	136,37
14	10	50,45	3,00	0,00	1,50	7,20	2,50	133,35
	20	300,78	3,00	161,16	1,50	15,08	2,50	622,90
15	10	2,70	3,00	0,00	1,50	0,00	2,50	8,10
	20	331,48	3,00	167,54	1,50	14,60	2,50	706,63
16	10	50,45	3,00	0,00	1,50	7,2	2,50	133,35
	20	307,48	3,00	164,06	1,50	15,98	2,50	636,40
17	10	43,25	3,00	0,00	1,50	0,00	2,50	129,75
	20	334,06	3,00	174,44	1,50	17,78	2,50	696,07
18	10	53,60	3,00	0,00	1,50	10,4	2,50	134,8
	20	166,40	3,00	47,14	1,50	12,36	2,50	397,59
19	20	59,15	3,00	15,12	1,50	4,38	2,50	143,82
20	10	114,19	3,00	0,00	1,50	10,65	2,50	315,945
	20	333,01	3,00	110,52	1,50	17,84	2,50	788,65
21	10	59,08	3,00	0,00	1,50	3,00	2,50	169,74
	20	303,80	3,00	106,07	1,50	16,14	2,50	711,95
22	15	6,22	3,32	0,00	2,60	0,00	3,00	20,6504
	20	203,61	3,32	53,02	2,60	36,53	3,00	428,54
23	15	16,22	3,32	0,00	2,60	0,00	3,00	53,85
	20	200,79	3,32	58,30	2,60	25,80	3,00	437,64

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41 Porcentaje total de uso por ancho de bloque para edificaciones escolares

Ancho (cm)	Area Total (m ²)	Porcentaje de uso
10	1043,49	10,94%
15	2158,95	22,63%
20	6337,44	66,43%

Fuente: Elaboración propia

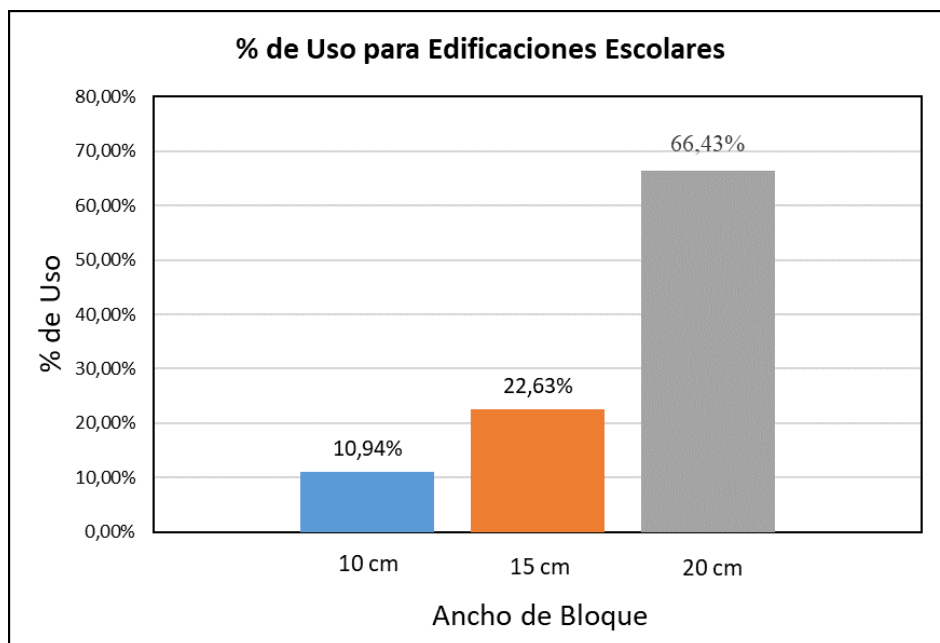


Figura 16 Ancho de bloque vs % de uso para edificaciones escolares

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados obtenidos anteriormente se calcula el porcentaje de uso total para cada ancho de bloque en edificaciones escolares, siendo el bloque de 20 cm el más utilizado en este tipo de edificaciones.

4.1.2 Superficie de paredes para edificaciones de oficinas

Tabla 42 Superficie total de paredes en edificaciones de oficinas por ancho de bloque

Planta N° (Anexo 4)	Ancho bloque (cm)	Long. Paredes (m)	Altura Entrepiso (m)	Long. Ventanas (m)	Altura Ventanas (m)	Long. Puertas (m)	Altura Puertas (m)	Sup. Paredes (m2)
1	10	18,17	3,16	0,00	2,41	3,70	2,10	49,65
	15	51,32	3,16	4,06	2,41	6,20	2,10	139,37
2	15	66,79	2,50	10,16	1,80	6,00	2,10	136,09
3	15	95,42	3,16	10,44	2,41	8,30	2,10	258,94
4	10	6,49	2,50	0,00	1,80	0,00	2,10	16,23
	15	99,97	2,50	20,83	1,80	9,26	2,10	192,99
5	20	34,58	3,03	5,85	1,56	0,00	2,20	95,65
	15	18,95	3,03	0,00	1,56	2,58	2,20	51,74
	10	18,4	3,03	0,00	1,56	2,82	2,20	49,55
6	20	36,88	2,93	6,83	1,56	0,00	2,10	97,40
	15	14,53	2,93	0,00	1,56	2,48	2,10	37,36
	10	40,80	2,93	0,00	1,56	4,30	2,10	110,51
7	20	17,62	3,03	0,00	1,35	0,00	2,10	53,39
	15	18,2	3,03	9,65	1,35	0,96	2,10	40,10
	10	47,65	3,03	17,41	1,35	7,46	2,10	105,21
8	20	17,62	2,93	0,00	1,62	0,00	2,10	51,63
	15	18,68	2,93	10,98	1,62	0,00	2,10	36,94
	10	89,08	2,93	19,71	1,62	12,08	2,10	203,71
9	15	129,77	3,00	24,59	1,90	9,28	2,20	322,17
	20	43,44	3,00	0,00	1,90	0,00	2,20	130,32
10	15	69,08	3,00	38,66	1,90	7,66	2,20	116,93
	20	27,93	3,00	0,00	1,90	0,00	2,20	83,79
11	10	46,29	3,11	0,00	1,38	5,82	2,10	131,74
	20	80,8	3,11	19,20	1,38	0,90	2,10	222,90
12	10	44,55	3,11	0,00	1,38	5,20	2,10	127,63
	20	78,82	3,11	16,20	1,38	0,90	2,10	220,88
13	10	27,25	3,10	0,00	1,70	5,10	2,15	73,51
	20	165,47	3,10	23,80	1,70	6,20	2,15	459,17
14	10	37,19	3,10	0,00	1,70	6,50	2,15	101,31
	20	119,55	3,10	47,45	1,70	4,20	2,15	280,91
15	15	61,71	2,80	25,83	1,60	4,42	2,10	122,18
16	10	2,10	2,80	0,00	1,60	0,00	2,10	5,88
	15	59,32	2,80	26,05	1,60	2,40	2,10	119,38
17	10	19,52	3,10	0,00	2,20	0,00	2,10	60,512
	15	21,16	3,10	0,00	2,20	11,10	2,10	42,286
	20	65,36	3,10	13,45	2,20	0,00	2,10	173,026
18	10	29,24	2,68	0,00	1,57	4,40	2,32	68,16
	15	89,79	2,68	23,14	1,57	6,60	2,32	189,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43 Porcentaje total de uso por ancho de bloque para edificaciones de oficinas

Ancho (cm)	Area Total (m ²)	Porcentaje de uso
10	1103,59	23,10%
15	1805,47	37,79%
20	1869,07	39,12%

Fuente: Elaboración propia

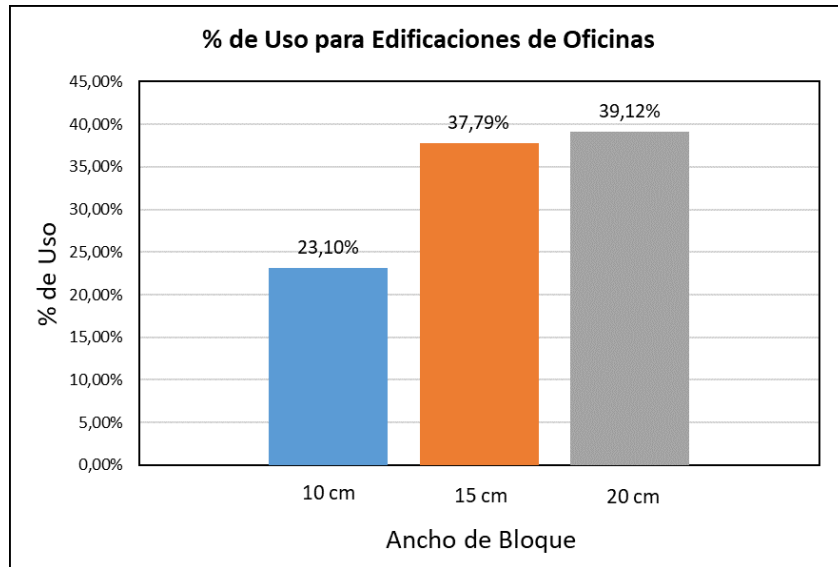


Figura 17 Ancho de bloque vs % de uso para edificaciones de oficinas

Fuente: Elaboración propia

En edificaciones de oficinas se evidencia un porcentaje de uso bajo de bloque de 10 cm, mientras que los bloques de 15 y 20 cm comprenden un porcentaje de uso muy cercano entre sí como se muestra en la gráfica.

4.1.3 Superficie de paredes para edificaciones de salud

Tabla 44 Superficie total de paredes en edificaciones de salud por ancho de bloque

Planta N° (Anexo 4)	Ancho bloque (cm)	Long. Paredes (m)	Altura Entrepiso (m)	Long. Ventanas (m)	Altura Ventanas (m)	Long. Puertas (m)	Altura Puertas (m)	Sup. Paredes (m ²)
1	15	226,94	2,94	49,18	2,20	24,95	2,10	506,61
2	15	197,91	2,99	40,16	2,20	12,19	2,10	477,80
3	10	87,52	2,46	0,40	1,20	22,73	2,10	167,09
	20	84,29	2,46	9,87	1,20	5,97	2,10	182,97
4	20	65,89	3,20	7,00	1,67	4,89	2,10	188,89
	15	62,74	3,20	0,00	1,67	8,69	2,10	182,52
	10	48,70	3,20	0,59	1,67	7,86	2,10	138,35
5	20	49,66	2,77	10,53	1,62	3,59	2,10	112,96
	15	65,56	2,77	0,00	1,62	12,96	2,10	154,39
	10	42,61	2,77	0,00	1,62	10,40	2,10	96,19
6	15	40,48	3,10	0,00	2,20	3,60	2,10	117,93
	20	52,00	3,10	13,15	2,20	0,00	2,10	132,27
7	15	55,59	3,10	0,00	2,20	3,60	2,10	164,77
	20	42,64	3,10	13,65	2,20	0,00	2,10	102,15
8	15	55,64	3,10	0,00	2,20	9,30	2,10	152,95
	20	45,81	3,10	10,90	2,20	0,00	2,10	118,03
9	10	29,61	2,68	0,00	1,48	2,28	2,10	74,57
	15	211,00	2,68	59,06	1,48	12,86	2,10	451,07
10	10	20,83	2,68	0,00	1,48	3,04	2,10	49,44
	15	201,69	2,68	41,31	1,48	13,72	2,10	450,58
11	10	17,53	2,68	0,00	1,57	3,00	2,32	40,02
	15	91,23	2,68	28,32	1,57	5,20	2,32	187,97

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45 Porcentaje total de uso por ancho de bloque para edificaciones de salud

Ancho (cm)	Area Total (m ²)	Porcentaje de uso
10	565,65	13,31%
15	2846,58	66,99%
20	837,28	19,70%

Fuente: Elaboración propia

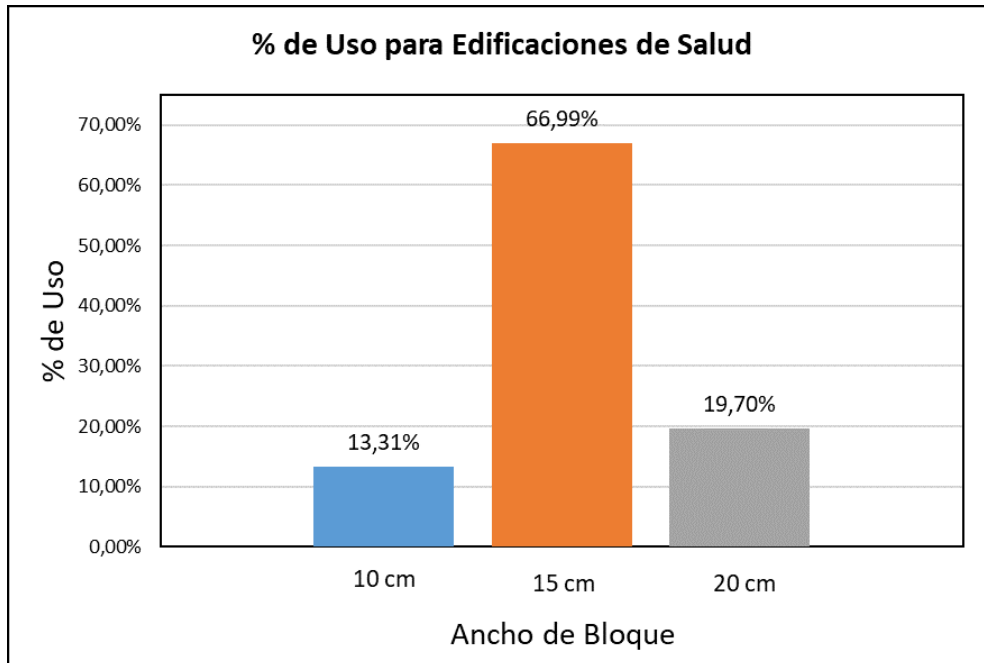


Figura 18 Ancho de bloque vs % de uso para edificaciones de salud

Fuente: Elaboración propia

En edificaciones de salud se aprecia que predomina el uso de bloque de 15 cm, mientras que los bloques de 10 y 20 cm compren valores bajos y cercanos entre sí.

En edificaciones de salud no se suele emplear bloques de 20 cm porque las paredes ocupan mucho espacio útil y además el peso de las mamposterías influye en el peso de la estructura.

4.1.4 Determinación de densidades de mampostería para diferentes planos y tipos de edificaciones.

A continuación, se presentan las tablas con los respectivos valores de densidad de paredes por cada tipo de edificación cuyo cálculo se determina mediante la relación de superficie total de paredes para la superficie total en planta:

$$\text{Densidad de paredes} \left(\frac{m^2}{m^2} \right) = \frac{\text{Superficie de paredes} (m^2)}{\text{Superficie total en planta} (m^2)}$$

4.1.5 Densidad de paredes en edificaciones escolares

Tabla 46 Densidad de paredes en edificaciones escolares

Planta N°	Ancho bloque (cm)	Sup. Total (m2)	Sup. Paredes (m2)	Densidad de paredes (m2/m2)
1	15	131,13	115,37	0,880
2	15	169,13	140,15	0,829
3	15	155,32	183,99	1,185
4	15	192,12	218,63	1,138
5	10,15 y 20	187,98	290,56	1,546
6	15	155,52	108,29	0,696
7	15	859,3	844,20	0,982
8	20	714,00	434,66	0,609
9	15	102,69	76,39	0,744
10	15	129,92	95,36	0,734
11	15	161,39	121,97	0,756
12	20	119,00	104,21	0,876
13	20	153,69	136,37	0,887
14	20 y 10	903,98	756,25	0,837
15	20 y 10	1249,38	714,73	0,572
16	20 y 10	919,98	769,75	0,837
17	20 y 10	1265,38	825,82	0,653
18	20 y 10	486,30	532,39	1,095
19	20	179,08	143,82	0,803
20	20 y 10	1099,31	1104,60	1,005
21	20 y 10	1311,55	881,69	0,672
22	20 y 15	563,5	449,19	0,797
23	20 y 15	714,92	491,49	0,687

Máximo	1311,55	1104,60	1,546
Promedio	518,46	414,78	0,862
Mínimo	102,69	76,39	0,572

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla, el promedio total de densidad de paredes para edificaciones escolares es de 0,862 con una desviación estándar de 0,221.

4.1.6 Densidad de paredes en edificaciones de oficinas

Tabla 47 Densidad de paredes en edificaciones de oficinas

Planta N°	Ancho bloque (cm)	Sup. Total (m ²)	Sup. Paredes (m ²)	Densidad de paredes (m ² /m ²)
1	10 y 15	152,55	189,01	1,239
2	15	152,55	136,09	0,892
3	15	159,48	258,94	1,624
4	10 y 15	159,48	209,21	1,312
5	10,15 y 20	167,72	196,94	1,174
6	10,15 y 20	185,62	245,28	1,321
7	10, 15 y 20	194,38	198,70	1,022
8	10, 15 y 20	194,16	292,28	1,505
9	15 y 20	477,46	452,49	0,948
10	15 y 20	383,87	200,72	0,523
11	20 y 10	245,69	354,64	1,443
12	20 y 10	223,32	348,51	1,561
13	20 y 10	538,272	532,68	0,990
14	20 y 10	243,54	382,22	1,569
15	15	117,32	122,18	1,041
16	15 y 10	121,08	125,26	1,034
17	10,15 y 20	158,64	275,82	1,739
18	15 y 10	192,38	257,15	1,337

Máximo	538,27	532,68	1,739
Promedio	225,97	265,45	1,237
Mínimo	117,32	122,18	0,523

Fuente: Elaboración propia

Para edificaciones de oficinas se obtuvo un valor promedio de 1,237 de densidad de paredes y una desviación estándar de 0,312.

4.1.7 Densidad de paredes en edificaciones de salud

Tabla 48 *Densidad de paredes en edificaciones de salud*

Planta N°	Ancho bloque (cm)	Sup. Total (m2)	Sup. Paredes (m2)	Densidad de paredes (m2/m2)
1	15	526,39	506,61	0,962
2	15	526,39	477,80	0,908
3	10 y 20	251,76	350,06	1,390
4	10, 15 y 20	417,14	509,76	1,222
5	10, 15 y 20	357,82	363,54	1,016
6	20 y 15	187,68	250,20	1,333
7	20 y 15	158,53	266,92	1,684
8	20 y 15	158,84	270,99	1,706
9	15 y 10	483,15	525,63	1,088
10	15 y 10	483,15	500,02	1,035
11	15 y 10	202,6	227,99	1,125

Máximo	526,39	525,63	1,706
Promedio	341,22	386,32	1,225
Mínimo	158,53	227,99	0,908

Fuente: Elaboración propia

En edificaciones de salud se obtuvo un valor promedio de densidad de paredes de 1,225 y una desviación estándar de 0,276.

4.1.8 Análisis de densidad de paredes promedio por tipo de edificación

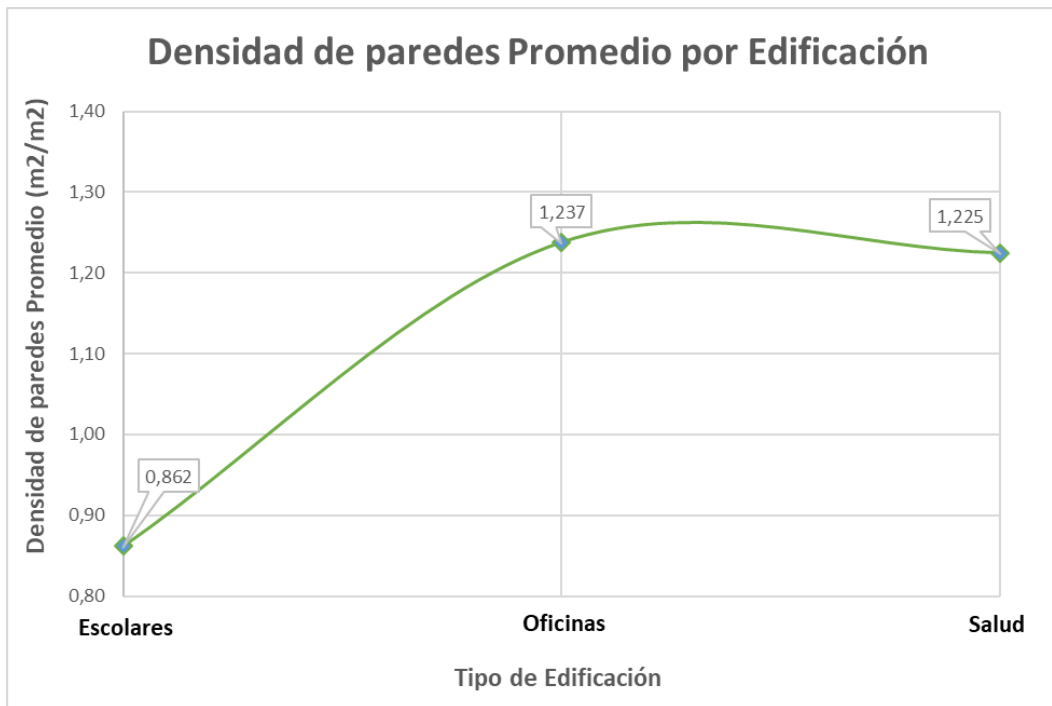


Figura 19 Tipo de edificación vs densidad de paredes promedio

Fuente: Elaboración propia

Al hacer una comparativa de los promedios de densidad de paredes como se aprecia en la gráfica anterior, se evidencia que, para edificaciones escolares el valor es menor a 1 e inferior a los otros tipos de edificaciones propuestas, lo cual era de esperar considerando que generalmente este tipo de edificaciones tienen ambientes amplios por lo que se reducen las mamposterías. A diferencia de las edificaciones de oficinas y salud que tienen valores más altos ya que requieren mayor número de paredes para dividir los ambientes.

5. CAPITULO V: DETERMINACIÓN DE LA CARGA PERMANENTE POR M² DE CONSTRUCCIÓN DEBIDA A MAMPOSTERÍAS DE BLOQUE PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE EDIFICACIONES.

5.1 Análisis de resultados de carga promedio de paredes por unidad de superficie construida

Para determinar la carga permanente debida a mamposterías de bloque por m² de construcción se requieren los valores de: superficie total en planta (m²), superficie de paredes por cada ancho de bloque (m²) y los valores de peso total por m² de mamposterías resumidos en la **Tabla 38 Pesos totales de 1m2 de pared según los diferentes materiales .**

En esta sección se presenta la tabla de resumen que contiene las cargas permanentes debidas a mampostería de bloque por unidad de superficie para cada tipo de edificación, tipo de agregado y tipo de bloque:

Tabla 49 Resumen de cargas promedio por tipo de edificación, tipo de agregado y tipo de bloque.

Tipo Edificación	Tipo de Agregado	Tipo de bloque	Carga Promedio (kg/m ²)	Desviación estándar (kg/m ²)
Escolares	Polvo Azul	Prensado	211.02	49.99
		Alivianado	196.37	47.86
	Polvo Rosado	Prensado	204.14	48.35
		Alivianado	189.51	46.34
Oficinas	Polvo Azul	Prensado	285.17	74.38
		Alivianado	262.11	75.23
	Polvo Rosado	Prensado	275.74	71.96
		Alivianado	252.68	72.88
Salud	Polvo Azul	Prensado	284.23	75.61
		Alivianado	255.01	76.39
	Polvo Rosado	Prensado	274.84	73.22
		Alivianado	245.64	74.02

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan las figuras de carga permanente promedio por tipo de edificación:

5.1.1 Utilizando polvo azul como ligante y enlucidos

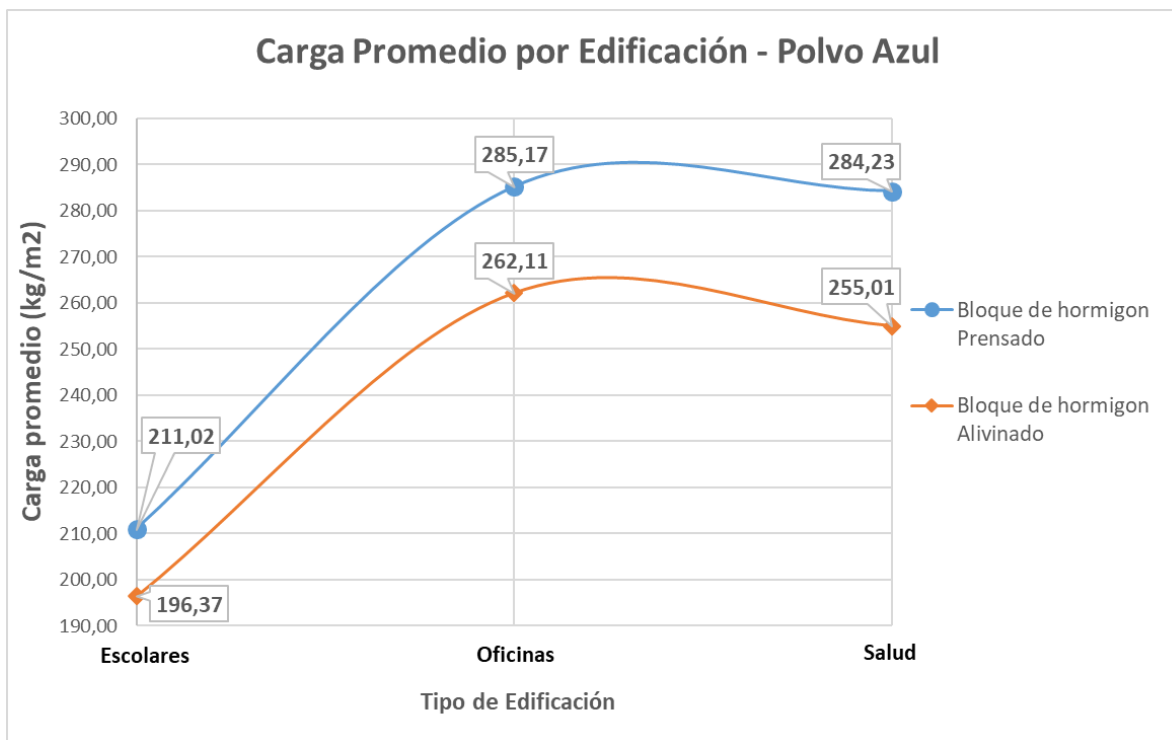


Figura 20 Tipo de edificación vs. Carga permanente utilizando polvo azul.

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica antes mostrada se aprecia que para edificaciones escolares empleando bloque prensado se obtuvo una carga permanente de 211,02 kg/m² con una desviación estándar de 49.99 kg/m² mientras que al usar bloque aliviado la carga permanente corresponde a 196,37 kg/m² con una desviación estándar de 47.86 kg/m².

En edificaciones de oficinas se obtuvo el valor de carga permanente de 285,17 kg/m² con una desviación estándar de 74.38 kg/m² para bloque prensado y 262,11 kg/m² con una desviación estándar de 75.23 kg/m² para bloque alivianado.

Por otro lado, para edificaciones de salud con bloque prensado, el valor de carga permanente corresponde a 284,23 kg/m² con una desviación estándar de 75.61 kg/m² y para bloque alivianado 255,01 kg/m² con una desviación estándar de 76.39 kg/m².

5.1.2 Utilizando polvo rosado como ligante y material de enlucido

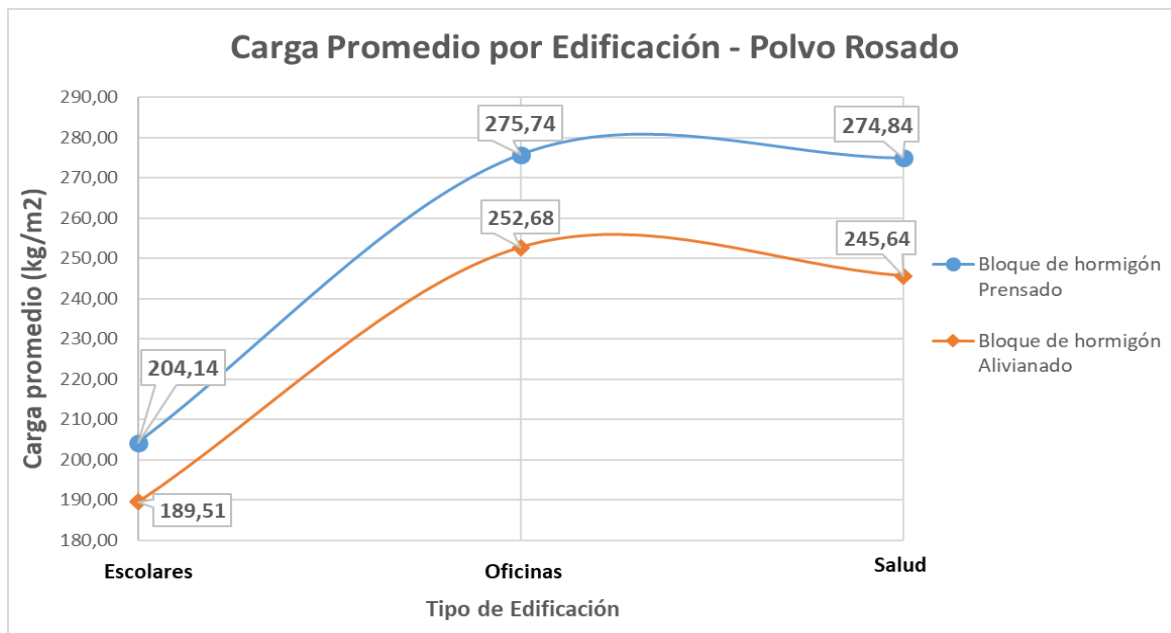


Figura 21 Tipo de edificación vs. Carga promedio para polvo rosado.

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica antes mostrada se aprecia que para edificaciones escolares empleando bloque prensado se obtuvo una carga permanente de $204,14 \text{ kg/m}^2$ con una desviación estándar de 48.35 kg/m^2 , mientras que al usar bloque alivianado la carga permanente corresponde a $189,51 \text{ kg/m}^2$ con una desviación estándar de 46.34 kg/m^2 .

En edificaciones de oficinas se obtuvo el valor de carga permanente de $275,74 \text{ kg/m}^2$ para bloque prensado con una desviación estándar de 71.96 kg/m^2 y $252,68 \text{ kg/m}^2$ con una desviación estándar de 72.88 kg/m^2 para bloque alivianado.

Por otro lado, para edificaciones de salud con bloque prensado, el valor de carga permanente corresponde a $274,84 \text{ kg/m}^2$ con una desviación estándar de 73.22 kg/m^2 y para bloque alivianado $245,64 \text{ kg/m}^2$ con una desviación estándar de 74.02 kg/m^2 .

6. CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Los pesos unitarios de los bloques alivianados y prensados establecidos en este estudio se ajustan a los valores propuestos por la NEC-SE-CG, 2015 , ya que en la normativa, para bloque prensado, aparece el valor de 1200 kg/m³, mientras que para bloque alivianado se contempla el valor de 850 kg/m³. Tanto para bloque prensado como alivianado, los valores de peso unitario obtenidos en el estudio son menores a los propuestos por la NEC-SE-CG, 2015.

Tabla 50 Pesos unitarios de bloques obtenidos vs NEC

Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Peso unitario Obtenido (kg/m ³)	Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC)
Prensado	10	1102.46	1200
	15	973.34	
	20	906.47	
Alivianado	10	846.18	850
	15	743.75	

Fuente: Elaboración propia

- Los resultados de peso unitario de mortero para pegado de bloque indican que las muestras realizadas con agregado sin tamizar poseen mayor peso unitario que las mezclas realizadas con agregado tamizado tanto para polvo azul como para polvo rosado debido a que al tamizar se remueven las partículas grandes y más pesadas.

Tabla 51 Resultados de peso unitario para mortero de pegado de bloque y enlucido

Dosificación	Polvo azul		Polvo rosado	
	Sin tamizar (kg/m ³)	Tamizado (kg/m ³)	Sin tamizar (kg/m ³)	Tamizado (kg/m ³)
1:3	2073.03	1950.10	1925.67	1821.48
1:4	2060.15	1933.50	1900.80	1790.00
1:5	2037.14	1901.16	1849.40	1728.63

Fuente: Elaboración propia

Además, se determina que el agregado de polvo azul resulta tener mayor peso unitario que el agregado de polvo rosado en todos los casos (sin tamizar y tamizado) debido a las características mineralógicas propias del material.

- Los pesos unitarios de los morteros que se han obtenido en la presente disertación realizados con polvo azul sin tamizar para las dosificaciones 1:3, 1:4 y 1:5, son mayores al valor propuesto por la NEC-SE-CG (2000 kg/m³). **Ver Tabla 51.** Sin embargo, los valores obtenidos con polvo azul tamizado, polvo rosado tamizado y sin tamizar en todas las dosificaciones son menores al valor propuesto en la normativa ecuatoriana.
- La menor densidad de área de paredes con respecto al área cooperante promedio corresponde a las edificaciones escolares con un valor de 0,862 m²/M² mientras que, para edificaciones de oficinas y salud, los valores son muy cercanos entre sí, 1,237 y 1,225 m²/M² respectivamente. Esto debido a que, a diferencia de las edificaciones de oficinas y salud, las escolares tienen ambientes más amplios.

- La NEC-SE-CG (2015) no presenta valores de peso de mampostería por m², sin embargo, al realizar una comparativa con las normas extranjeras se destaca que los valores obtenidos en esta disertación tanto para polvo sado como para polvo azul son inferiores a los presentados por las normas chilena, venezolana y panameña, a diferencia de la norma nicaragüense donde los pesos obtenidos con polvo azul y bloques prensados de 10 y 20 cm son mayores a los propuestos en dicha norma. **Ver**

Tabla 39.

- Se obtuvo los valores de carga permanente debido a mamposterías para edificaciones escolares, de oficinas y de salud utilizando diferentes anchos de bloque además de diferentes morteros de unión y enlucidos, basados en los resultados de laboratorio y planos arquitectónicos de edificaciones del Distrito Metropolitano de Quito.
- Para edificaciones escolares, los resultados de carga promedio por unidad de superficie son los siguientes:

Tabla 52 Resultados de carga promedio para edificaciones escolares.

Tipo Edificación	Tipo de Agregado	Tipo de bloque	Carga Promedio (kg/m ²)
Escolares	Polvo Azul	Prensado	211,02
		Alivianado	196,37
	Polvo Rosado	Prensado	204,14
		Alivianado	189,51

Fuente: Elaboración propia

- Para edificaciones de oficinas, los resultados de carga promedio por unidad de superficie son los siguientes:

Tabla 53 Resultados de carga promedio para edificaciones de oficinas.

Tipo Edificación	Tipo de Agregado	Tipo de bloque	Carga Promedio (kg/m ²)
Oficinas	Polvo Azul	Prensado	285,17
		Alivianado	262,11
	Polvo Rosado	Prensado	275,74
		Alivianado	252,68

Fuente: Elaboración propia

- Para edificaciones de salud, los resultados de carga promedio por unidad de superficie son los siguientes:

Tabla 54 Resultados de carga promedio para edificaciones de salud.

Tipo Edificación	Tipo de Agregado	Tipo de bloque	Carga Promedio (kg/m ²)
Salud	Polvo Azul	Prensado	284,23
		Alivianado	255,01
	Polvo Rosado	Prensado	274,84
		Alivianado	245,64

Fuente: Elaboración propia

- Se concluye que los valores de carga permanente por mamposterías a utilizar por los diseñadores no deben ser menores al valor promedio máximo sumado una desviación estándar, debido a que se maneja un factor de seguridad que nos asegura, en función de las plantas analizadas, que la carga recomendada abarca alrededor del 80% de las estructuras a diseñarse.

Tabla 55 Carga recomendada

Tipo Edificación	Carga Promedio máxima (kg/m²)	Desviación estándar (kg/m²)	Carga Recomendada (kg/m²)
Escolares	211.02	49.99	261
Oficina	285.17	74.34	360
Salud	284.23	75.61	360

Fuente: Elaboración propia

Se sugiere que para edificaciones escolares la carga muerta adoptada por mampostería de bloque no debe ser menor a 261 kg/m². En edificaciones de oficinas e instalaciones de salud, la carga adoptada no será menor a 360 kg/m².

6.2 Recomendaciones

- El diseñador debe realizar un adecuado análisis para obtener la carga permanente debida a mamposterías de bloque para cada edificación de acuerdo con el uso, materiales, características constructivas y densidad de paredes propias de su proyecto.

- Se debe impulsar la investigación de este tema en el DMQ y alrededor de todo el país para obtener los valores de carga permanente debida a mamposterías de bloque para otros tipos de edificaciones que de alguna manera puedan servir de referencia al diseñador cuando analice las cargas para su proyecto. Tomando en cuenta la influencia de factores como: localización, geología en la zona, mineralogía de los agregados, además de las características físicas y químicas de los materiales.

- Se recomienda promover la estandarización de los procesos y materiales utilizados en la construcción alrededor del Ecuador, especialmente de los bloques, con el fin de tener datos de pesos unitarios para cada tipo y ancho de bloque, que nos ayuden a tener estimaciones más cercanas a la realidad de las cargas a las que van a estar sometidas las estructuras.

7. BIBLIOGRAFÍA

Administración Pública del Estado Federal. (2017). *Reglamento Para la Construcción*. Ciudad de México.

American Society of Civil Engineers. (2010). *Minimum design Loads of Building and Others Structures*. New York: ACE.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1980). *Cargas para o cálculo de estruturas de edificações*. Rio de Janeiro: ABNT-Associação Brasileira de Normas.

Clayford, G. (1996). CLAY BRICK MASONRY WEIGHT VARIATION. *JOURNAL OF ARCHITECTURAL ENGINEERING*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0030414202&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=&st2=&sid=867b802eed24db21f07bee58aab082d0&sot=b&sdt=b&>

Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 Título B – Cargas*. Bogotá: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

Construpedia. (27 de Noviembre de 2020). *Bloque de Hormigón*. Obtenido de Construpedia, [enciclopedia construcción: https://www.construmatica.com/construpedia/Bloque_de_Hormig%C3%B3n](https://www.construmatica.com/construpedia/Bloque_de_Hormig%C3%B3n)

Dirección general de Arquitectura, Vivienda y Suelo. (2009). *Seguridad Estructural, acciones en la edificación*. Madrid.

Dirección General de Normas de Construcción y Desarrollo Urbano. (2007). Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/rnc-2007.pdf>

Dirección General Sectorial de Edificaciones. (1988). *Criterios y Acciones Mínimas para el proyecto de edificaciones*. Caracas: Comisión Venezolana de Normas Industriales.

Florián, E. (Abril de 2009). *Recomendaciones para el diseño en mampostería de viviendas mínimas, menores a 50 m²*. Obtenido de USAC.edu: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2991_C.pdf

Honorable Ayuntamiento Constitucional de Ameca Jalisco. (2003). *Pesos de materiales constructivos*. Jalisco: Editorial del Ayuntamiento.

Instituto de la Construcción y Gerencia. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones de Perú*. Lima.

Instituto Nacional de Normalización. (2009). *Diseño estructural – Cargas permanentes y cargas de uso*. Santiago de Chile: Editorial del Instituto Nacional de Normalización.

Instituto Nacional de Tecnología Industrial. (2005). *Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios y otras Estructuras*. Buenos Aires: Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles. .

Llanos, A. (2021). Certificados de cumplimiento de Normas administrativas y Reglas Técnicas. (J. Toapanta, Entrevistador)

MIDUVI. (2015). *NEC-SE-CG*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/NEC-SE-CG.pdf>

- Miramontes, A. (9 de Febrero de 2018). *Tipos de cargas estructurales*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de Academia.edu: https://www.academia.edu/37288926/TIPOS_DE_CARGAS_ESTRUCTURALES
- NTE INEN 2 518:2010. (2010). Morteros para unidades de mampostería. Requisitos. Quito, Ecuador.
- NTE INEN 488:2009. (2009). Cemento Hidráulico. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros en cuos de 50 mm de arista. Quito, Ecuador.
- Páez, C. (2014). *DETERMINACIÓN DE LA CARGA PERMANENTE DEBIDA AL PESO DE MAMPOSTERÍA DE BLOQUE EN EDIFICACIONES DE VIVIENDA*. Obtenido de Repositorio.puce: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/6390>
- Páez, E., & Páez, C. (2018). DETERMINACIÓN DE LA CARGA PERMANENTE CORRESPONDIENTE A DISTINTOS TIPOS DE MAMPOSTERÍAS EN EDIFICACIONES DE VIVIENDA. *Revista PUCE*. Obtenido de <https://www.revistapuce.edu.ec/index.php/revpuce/article/view/133/235>
- Sociedad Panameña de Ingenieros y Arquitectos. (2004). *Reglamento de Diseño Estructural para la República de Panamá*. Panamá.
- Triola, M. (2000). *Estadística Elemental* (Séptima ed.). (R. Escalona, Trad.) México: Adisson Wesley Longman.

ANEXO 1.- MEDICIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN

Tabla 56 Proveedor N°1

Proveedor: Bloquera La Ponderosa del Carmen							
Dirección: El Carmen y Velasco Ibarra					Sector: El Carmen		
Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm³)	Peso unitario (kg/m³)
Prensado	10	8,51	40,00	19,60	9,90	7761,60	1096,42
		8,56	39,90	20,00	10,00	7980,00	1072,68
		9,06	40,00	19,90	10,00	7960,00	1138,19
		9,09	40,00	19,90	9,90	7880,40	1153,49
		8,57	40,00	19,90	10,10	8039,60	1065,97
	15	11,03	40,00	19,90	15,00	11940,00	923,79
		10,84	40,10	19,90	15,00	11969,85	905,61
		11,31	40,00	20,00	15,00	12000,00	942,50
		11,35	40,10	19,80	15,00	11909,70	953,00
		11,37	40,10	20,00	15,00	12030,00	945,14
	20	14,71	40,20	19,90	20,00	15999,60	919,40
		14,75	40,30	20,00	20,30	16361,80	901,49
		14,73	40,30	19,90	20,30	16279,99	904,79
		14,71	40,10	20,00	20,00	16040,00	917,08
		14,77	40,20	19,90	20,10	16079,60	918,56
Alivianado	10	6,68	40,00	19,80	9,90	7840,80	851,95
		6,70	39,90	19,90	10,00	7940,10	843,82
		6,66	39,80	19,90	10,00	7920,20	840,89
		6,69	39,90	19,70	9,90	7781,70	859,71
		6,75	39,80	19,80	10,00	7880,40	856,56
	15	9,53	40,00	19,50	15,00	11700,00	814,53
		9,52	39,90	19,60	14,90	11652,40	817,00
		9,74	39,90	19,60	15,00	11730,60	830,31
		9,78	40,00	19,50	14,80	11544,00	847,19
		10,05	39,90	19,50	14,90	11592,95	866,91

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57 Proveedor N°2

Proveedor: Ferretería Palacios							
Dirección: Av. Pedro Vicente Maldonado y El Porvenir					Sector: Guamaní		
Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm³)	Peso unitario (kg/m³)
Prensado	10	10,71	40,10	20,00	10,00	8020,00	1335,91
		10,58	40,20	20,00	10,00	8040,00	1316,17
		10,93	40,00	20,10	10,00	8040,00	1359,08
		10,71	40,10	19,90	10,10	8059,70	1328,21
		10,48	40,20	19,70	10,00	7919,40	1323,33
	15	12,51	40,10	19,50	14,90	11651,06	1074,07
		12,39	40,00	19,60	14,90	11681,60	1060,90
		12,43	40,10	19,80	15,00	11909,70	1043,52
		12,30	40,00	19,60	15,00	11760,00	1045,49
		12,34	40,00	19,50	15,00	11700,00	1054,87
	20	16,36	40,10	20,00	20,30	16280,60	1004,94
		16,57	40,00	20,00	20,00	16000,00	1035,50
		16,84	40,10	19,80	20,30	16117,79	1044,56
		16,59	40,10	19,90	20,10	16039,60	1034,50
		16,92	40,10	20,20	19,70	15957,39	1060,45
Alivianado	10	5,38	37,10	18,70	10,00	6937,70	775,33
		5,23	37,20	18,60	9,90	6850,01	764,09
		5,29	37,10	19,10	10,00	7086,10	745,83
		5,35	37,00	18,80	9,80	6816,88	784,67
		5,35	37,00	18,70	9,90	6849,81	780,31
	15	6,84	37,00	18,80	13,00	9042,80	756,62
		6,56	37,00	18,80	13,20	9181,92	713,90
		6,45	36,90	18,90	13,30	9275,55	695,38
		6,61	37,00	18,70	13,20	9133,08	724,07
		6,64	37,00	18,60	13,10	9015,42	736,74

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58 Proveedor N°3

Proveedor: Bloquera San Isidro							
Dirección: De los Nogales y De las Uvas					Sector: San Isidro		
Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm³)	Peso unitario (kg/m³)
Prensado	10	8,52	40,00	20,00	10,00	8000,00	1065,00
		7,51	39,90	19,80	9,90	7821,20	960,21
		6,93	40,00	19,70	9,90	7801,20	888,32
		6,96	40,00	19,90	10,10	8039,60	865,71
		8,84	40,00	19,80	9,90	7840,80	1127,44
	15	10,11	40,10	19,80	14,90	11830,30	854,59
		9,99	40,10	19,80	15,00	11909,70	838,81
		9,97	40,00	19,90	15,00	11940,00	835,01
		10,16	40,00	19,80	15,00	11880,00	855,22
		9,94	39,90	19,80	15,00	11850,30	838,80
	20	13,15	40,10	20,00	19,90	15959,80	823,95
		12,79	40,10	20,20	20,00	16200,40	789,49
		13,10	39,90	19,70	20,00	15720,60	833,30
		13,09	39,80	19,90	19,90	15761,20	830,52
		12,59	39,90	19,60	19,90	15562,60	808,99
Alivianado	10	5,15	37,10	18,70	9,70	6729,57	765,18
		4,85	36,90	18,80	10,00	6937,20	699,05
		5,04	37,20	19,00	9,90	6997,32	720,72
		5,04	37,10	18,50	9,90	6794,87	741,36
		5,03	37,30	18,80	10,00	7012,40	716,89
	15	7,07	37,80	19,80	14,70	11002,07	642,50
		7,11	38,00	19,70	14,60	10929,56	650,20
		7,05	38,20	19,60	14,60	10931,31	644,94
		7,10	38,20	19,50	14,70	10950,03	648,13
		7,25	38,10	19,70	14,70	11033,38	656,86

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59 Proveedor N°4

Proveedor: Bloquera Quitumbe							
Dirección: Av. Mariscal Sucre y Huayanay Ñan					Sector: Quitumbe		
Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm³)	Peso unitario (kg/m³)
Prensado	10	9,33	40,50	20,60	10,20	8509,86	1096,02
		9,58	40,20	20,50	10,10	8323,41	1150,61
		8,77	39,90	20,40	10,20	8302,39	1056,80
		8,35	40,10	20,50	10,00	8220,50	1015,63
		9,09	40,20	20,40	10,20	8364,82	1086,34
	15	12,93	39,80	20,50	14,90	12156,91	1063,43
		12,92	40,00	20,10	15,00	12060,00	1071,39
		11,97	40,00	19,70	14,80	11662,40	1026,72
		12,86	39,90	20,00	15,00	11970,00	1074,02
		12,40	40,00	20,10	15,20	12220,80	1014,66
	20	14,77	40,40	19,90	19,90	15998,80	923,44
		14,96	40,50	19,50	20,10	15873,98	942,42
		15,02	40,30	19,80	20,10	16038,59	936,24
		14,97	40,20	20,00	20,10	16160,40	926,09
		15,88	40,30	19,90	19,90	15959,20	995,23
Alivianado	10	7,92	39,90	19,80	9,90	7821,20	1012,89
		7,81	40,20	19,50	10,00	7839,00	996,56
		8,19	40,00	19,80	9,90	7840,80	1044,03
		7,68	39,90	19,60	9,90	7742,20	991,45
		8,41	40,00	19,90	10,00	7960,00	1056,41
	15	9,86	40,00	19,20	15,00	11520,00	855,90
		9,51	39,90	19,30	14,90	11474,04	828,57
		9,85	39,90	19,00	14,90	11295,69	872,37
		9,68	40,00	19,20	14,80	11366,40	851,19
		9,41	39,80	19,20	15,00	11462,40	820,95

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60 Proveedor N°5

Proveedor: Bloquera Bella Aurora							
Dirección: De los Nogales y Tungurahua					Sector: Bella Aurora		
Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm³)	Peso unitario (kg/m³)
Prensado	10	8,00	40,00	19,80	9,90	7840,80	1020,30
		8,52	40,00	19,90	10,00	7960,00	1070,35
		8,26	40,00	19,90	10,00	7960,00	1037,69
		7,81	39,90	20,10	9,90	7939,70	983,66
		8,30	39,80	20,20	10,00	8039,60	1032,39
	15	10,11	39,90	19,90	14,90	11830,75	854,55
		10,49	40,00	20,30	14,90	12098,80	867,03
		10,47	39,90	20,20	15,00	12089,70	866,03
		10,43	40,00	19,80	14,90	11800,80	883,84
		10,41	39,90	19,70	14,90	11711,85	888,84
	20	14,64	40,00	19,70	19,90	15681,20	933,47
		14,32	40,00	19,70	19,80	15602,40	917,74
		15,55	40,00	20,00	19,60	15680,00	991,65
		14,64	40,00	20,00	20,00	16000,00	914,69
		15,69	40,10	20,10	19,90	16039,60	978,39
Alivianado	10	6,92	39,90	19,50	9,90	7702,70	898,39
		6,99	39,70	19,40	10,00	7701,80	907,58
		6,96	39,80	19,40	9,90	7643,99	910,52
		6,92	39,90	19,50	9,90	7702,70	898,39
		7,30	39,90	19,40	9,90	7663,19	952,61
	15	8,43	40,10	20,00	14,90	11949,80	705,45
		8,19	39,90	19,90	14,90	11830,75	692,26
		8,18	39,90	19,80	14,90	11771,30	694,91
		8,49	40,10	20,00	15,00	12030,00	705,74
		8,47	40,00	19,90	15,10	12019,60	704,68

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61 Proveedor N°6

Proveedor: Bloquera Nueva Aurora							
Dirección: Av. Mariscal Sucre y Gral. Julio Andrade					Sector: Nueva Aurora		
Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm³)	Peso unitario (kg/m³)
Prensado	10	9,21	40,30	20,50	10,00	8261,50	1114,69
		9,42	40,10	20,10	9,90	7979,50	1181,03
		8,91	40,20	20,70	9,90	8238,19	1081,55
		9,59	40,10	20,20	10,00	8100,20	1184,29
		9,11	40,20	20,50	10,00	8241,00	1104,96
	15	12,42	40,00	20,10	15,00	12060,00	1029,44
		12,36	39,90	19,60	15,00	11730,60	1054,00
		12,27	40,00	19,60	15,20	11916,80	1029,81
		12,24	40,00	19,80	15,20	12038,40	1016,75
		13,28	40,10	20,20	15,10	12231,30	1085,33
	20	15,86	40,20	19,50	20,00	15678,00	1011,54
		15,74	39,90	19,50	20,20	15716,61	1001,74
		15,99	40,00	19,80	20,10	15919,20	1004,32
		16,01	40,00	20,00	20,10	16080,00	995,77
		15,93	39,90	19,90	20,20	16039,00	993,27
Alivianado	10	5,60	38,70	19,30	9,80	7320,46	765,12
		5,43	38,70	19,30	9,90	7395,56	734,01
		5,68	38,70	19,50	9,80	7396,33	767,43
		5,43	38,90	19,90	9,60	7433,40	730,05
		5,39	38,80	19,50	9,50	7187,70	750,12
	15	6,68	38,50	19,90	14,70	11262,70	593,19
		7,32	38,60	19,50	14,60	10990,93	666,31
		7,36	38,10	19,60	14,70	10977,95	670,78
		7,12	38,80	19,60	14,70	11179,06	637,23
		6,90	38,90	19,50	14,40	10923,12	632,10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62 Proveedor N°7

Proveedor: Ferretería "Comercial Mi Casa"							
Dirección: Toledo N24-160 y Galvis					Sector: La Floresta		
Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm³)	Peso unitario (kg/m³)
Prensado	10	8,92	40,00	19,90	9,80	7800,80	1143,47
		8,92	40,20	19,90	9,80	7839,80	1137,78
		8,99	40,00	20,10	9,80	7879,20	1140,98
		8,96	40,20	20,20	9,80	7957,99	1125,91
		8,99	40,20	20,20	9,80	7957,99	1129,68
	15	11,56	40,40	20,10	15,10	12261,80	942,77
		11,51	40,10	19,90	15,00	11969,85	961,58
		11,93	40,20	20,00	14,90	11979,60	995,86
		11,97	40,20	19,90	15,00	11999,70	997,52
		11,59	40,00	19,90	15,10	12019,60	964,26
	20	11,97	40,00	20,20	19,90	16079,20	744,44
		11,95	40,10	19,90	19,90	15880,00	752,52
		11,80	40,10	20,10	19,90	16039,60	735,68
		12,15	40,10	20,10	20,00	16120,20	753,71
		12,12	39,90	19,70	19,90	15642,00	774,84
Alivianado	10	6,32	38,90	19,90	9,60	7431,46	851,02
		6,37	39,20	19,90	9,80	7644,78	833,17
		6,24	38,90	19,90	9,60	7431,46	839,89
		6,32	38,90	19,80	9,70	7471,13	846,25
		6,44	39,00	19,90	9,70	7528,17	855,32
	15	9,15	39,40	19,70	14,90	11565,08	791,01
		8,89	39,30	19,80	14,70	11438,66	777,07
		8,99	39,40	19,80	14,60	11389,75	789,24
		9,43	39,30	19,70	14,90	11535,73	817,87
		9,65	39,20	19,70	14,70	11351,93	849,91

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63 Proveedor N°8

Proveedor: Bloquera La Mariscal							
Dirección: Av. Mariscal Sucre y Coronel Pedro Concha					Sector: Guamaní		
Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm³)	Peso unitario (kg/m³)
Prensado	10	7,60	40,00	20,20	10,00	8080,00	940,97
		7,88	39,90	20,00	9,80	7820,40	1008,00
		7,85	40,40	20,00	10,10	8160,80	962,16
		7,52	39,90	19,90	10,20	8098,90	929,01
		7,27	40,10	20,10	10,10	8140,70	893,53
	15	10,20	40,30	20,00	15,20	12251,20	832,57
		10,42	40,40	19,90	15,20	12220,19	853,01
		10,52	40,50	19,90	15,10	12169,85	864,02
		10,79	40,30	20,10	15,00	12150,45	888,20
		10,51	40,00	19,90	15,00	11940,00	880,23
	20	14,99	40,20	20,00	20,20	16240,80	922,86
		14,85	40,20	20,10	20,10	16241,20	914,46
		14,80	40,10	20,10	20,10	16200,80	913,41
		15,01	40,20	20,00	20,30	16321,20	919,36
		14,74	40,00	20,00	19,90	15920,00	926,01
Alivianado	10	6,63	39,50	19,10	9,60	7242,72	916,08
		6,44	39,60	19,50	9,50	7335,90	877,76
		6,54	39,60	19,50	9,40	7258,68	901,32
		6,44	39,70	19,60	9,60	7472,29	861,82
		6,66	39,60	19,50	9,50	7335,90	907,34
	15	7,53	39,70	19,90	14,50	11455,15	657,17
		7,93	39,50	19,90	14,60	11476,62	690,93
		7,69	39,10	20,00	14,80	11574,19	664,34
		8,14	39,80	19,90	14,80	11721,90	694,44
		7,88	39,80	19,90	14,60	11563,49	681,64

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64 Proveedor N°9

Proveedor: Pre fabricados Guamán							
Dirección: Carapungo y Miramelinda					Sector: Llano Grande		
Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm³)	Peso unitario (kg/m³)
Prensado	10	8,16	39,90	20,00	10,10	8059,80	1012,43
		8,09	39,90	20,00	10,00	7980,00	1013,78
		8,18	40,00	19,90	10,00	7960,00	1027,64
		8,06	40,00	19,90	9,90	7880,40	1022,79
		8,21	40,00	19,90	10,10	8039,60	1021,20
	15	10,50	39,90	19,90	14,90	11830,75	887,52
		10,56	40,00	20,30	14,90	12098,80	872,81
		10,58	39,90	20,20	15,00	12089,70	875,13
		10,53	40,00	19,80	14,90	11800,80	892,31
		10,50	39,90	19,70	14,90	11711,85	896,53
	20	13,56	40,10	20,00	19,90	15959,80	849,63
		13,58	40,10	20,20	20,00	16200,40	838,25
		13,50	39,90	19,70	20,00	15720,60	858,75
		13,55	39,80	19,90	19,90	15761,20	859,71
		13,49	39,90	19,60	19,90	15562,60	866,82
Alivianado	10	5,72	40,00	19,80	9,90	7840,80	729,52
		5,77	39,90	19,90	9,80	7781,30	741,52
		5,76	40,00	19,90	9,90	7880,40	730,93
		5,71	39,90	20,10	9,90	7939,70	719,17
		5,79	39,80	20,20	9,90	7959,20	727,46
	15	7,25	39,90	19,90	14,90	11830,75	612,81
		7,33	40,00	20,30	14,90	12098,80	605,85
		7,23	39,90	20,20	14,80	11928,50	606,11
		7,20	40,00	19,80	14,90	11800,80	610,13
		7,19	39,90	19,70	14,90	11711,85	613,91

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65 Proveedor N°10

Proveedor: Prefabricados Panama							
Dirección: Av. Pedro Vicente Maldonado - San Lorenzo					Sector: Conocoto		
Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm³)	Peso unitario (kg/m³)
Prensado	10	7,73	39,90	19,50	10,00	7780,50	993,64
		7,54	39,90	19,40	9,90	7663,19	983,79
		7,48	39,90	19,30	10,00	7700,70	970,95
		7,58	40,00	19,20	10,00	7680,00	987,11
		7,46	39,90	19,40	10,00	7740,60	963,75
	15	11,40	40,20	20,20	15,20	12343,01	923,28
		10,96	40,10	20,40	15,10	12352,40	887,11
		10,73	40,20	20,20	15,10	12261,80	874,99
		11,00	40,10	19,60	15,30	12025,19	915,08
		10,86	40,20	19,90	15,10	12079,70	898,62
	20	16,01	40,30	19,60	20,10	15876,59	1008,40
		15,96	40,00	20,10	20,00	16080,00	992,41
		15,63	40,00	20,20	19,90	16079,20	972,06
		15,59	39,90	19,50	20,10	15638,81	996,69
		15,21	39,90	19,50	20,10	15638,81	972,58
Alivianado	10	6,44	39,40	19,80	9,80	7645,18	842,49
		6,41	39,30	19,80	9,90	7703,59	832,16
		6,30	39,70	20,00	9,90	7860,60	801,76
		6,46	39,50	19,90	9,60	7546,08	856,45
		6,32	39,50	20,00	9,80	7742,00	816,37
	15	9,19	40,00	19,80	14,80	11721,60	784,06
		9,05	39,90	19,80	14,80	11692,30	773,80
		9,06	39,70	19,90	15,30	12087,46	749,90
		9,24	39,70	19,90	15,20	12008,46	769,08
		9,52	39,80	19,80	15,30	12057,01	789,76

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66 Proveedor N°11

Proveedor: Bloquera San Isidro							
Dirección: De los Nogales y De las Uvas					Sector: San Isidro		
Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm³)	Peso unitario (kg/m³)
Prensado	10	10,48	40,10	20,00	10,20	8180,40	1281,11
		10,32	40,00	19,90	10,10	8039,60	1283,65
		10,16	40,00	19,90	10,00	7960,00	1275,75
		10,07	40,00	20,00	10,00	8000,00	1258,75
		10,12	39,90	19,90	10,00	7940,10	1273,91
	15	13,29	40,00	19,60	15,00	11760,00	1129,68
		13,32	40,00	19,80	15,00	11880,00	1121,21
		12,66	40,00	19,50	15,00	11700,00	1082,05
		12,41	40,00	19,50	15,00	11700,00	1060,26
		12,72	40,00	19,60	15,10	11838,40	1074,05
	20	13,48	40,00	20,10	20,00	16080,00	838,31
		15,47	40,00	20,00	20,10	16080,00	962,06
		13,38	40,20	20,00	20,00	16080,00	831,78
		12,68	40,00	19,90	19,90	15840,40	800,17
		13,75	40,10	19,90	20,00	15959,80	861,54
Alivianado	10	5,99	40,00	20,10	9,80	7879,20	759,59
		6,13	40,10	20,00	9,80	7859,60	779,94
		6,74	40,00	20,00	10,00	8000,00	842,50
		6,27	39,90	20,40	9,90	8058,20	777,47
		5,83	40,00	20,00	10,00	8000,00	728,13
	15	8,60	39,90	19,90	15,00	11910,15	721,65
		9,03	40,00	20,30	14,90	12098,80	746,36
		7,52	40,00	19,50	15,00	11700,00	642,74
		8,88	40,00	20,20	15,00	12120,00	732,67
		8,84	40,10	19,90	14,90	11890,05	743,06

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67 Proveedor N°12

Proveedor: Produ Block							
Dirección: Av. Manuel Córdova Galarza y San Francisco de la Pita					Sector: Mitad del Mundo		
Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm³)	Peso unitario (kg/m³)
Prensado	10	9,57	40,00	20,00	10,00	8000,00	1196,25
		9,30	40,00	20,20	10,00	8080,00	1150,37
		9,97	40,20	19,80	9,90	7880,00	1265,23
		9,46	40,00	20,00	9,90	7920,00	1193,81
		9,68	39,90	19,80	10,00	7900,20	1225,29
	15	14,04	40,30	19,90	15,10	12109,75	1159,40
		14,11	40,10	20,00	15,10	12110,20	1165,13
		14,36	40,10	20,00	15,00	12030,00	1193,27
		13,65	40,10	20,00	15,00	12030,00	1134,66
		14,16	40,10	19,50	15,10	11807,45	1199,24
	20	13,49	40,00	20,20	20,20	16321,60	826,21
		13,63	40,00	20,10	20,00	16080,00	847,64
		13,84	40,00	20,20	20,10	16240,80	851,87
		13,82	40,10	20,10	20,00	16120,20	857,00
		13,69	40,00	20,10	20,10	16160,40	847,21
Alivianado	10	5,59	39,40	20,00	9,90	7801,20	716,65
		5,79	39,50	19,90	10,00	7860,50	736,87
		6,58	39,70	19,70	9,80	7664,48	859,09
		5,97	39,50	19,80	9,90	7742,79	771,63
		5,67	39,40	19,90	10,00	7840,60	723,35
	15	8,25	39,80	20,00	14,90	11860,40	695,69
		8,67	39,70	20,00	14,80	11751,20	737,69
		7,22	39,80	19,80	14,90	11741,80	614,83
		8,52	39,90	19,90	15,00	11910,15	715,76
		8,48	39,90	20,00	14,90	11890,20	713,33

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2.- PESO UNITARIO DE MORTEROS

Tabla 68 Polvo azul sin tamizar - Dosificación 1:3

Tipo de Material	Polvo Azul
Dosificación	1:3
Tamiz #	Sin Tamizar

Muestra	Masa (g)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Peso Unitario (kg/m ³)
M1	261.70	49.54	50.84	50.62	127.49	2052.67
M2	267.69	50.29	50.70	50.42	128.56	2082.28
M3	274.44	50.45	51.31	50.87	131.68	2084.12
Promedio =	267.94	50.09	50.95	50.64	129.24	2073.03

Peso Unitario (kg/m³)
2073.03

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69 Polvo azul sin tamizar - Dosificación 1:4

Tipo de Material	Polvo Azul
Dosificación	1:4
Tamiz #	Sin Tamizar

Muestra	Masa (g)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Peso Unitario (kg/m ³)
M1	267.18	50.93	49.60	51.36	129.74	2059.32
M2	266.32	50.53	50.13	51.32	130.00	2048.66
M3	265.65	50.33	49.83	51.11	128.18	2072.46
Promedio =	266.38	50.60	49.85	51.26	129.31	2060.15

Peso Unitario (kg/m³)
2060.15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70 Polvo azul sin tamizar - Dosificación 1:5

Tipo de Material	Polvo Azul
Dosificación	1:5
Tamiz #	Sin Tamizar

Muestra	Masa (g)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Peso Unitario (kg/m ³)
M1	268.85	50.69	50.65	51.25	131.58	2043.22
M2	270.99	51.01	50.87	51.32	133.17	2034.93
M3	270.33	51.02	51.48	50.62	132.95	2033.26
Promedio =	270.06	50.91	51.00	51.06	132.57	2037.14

Peso Unitario (kg/m³)
2037.14

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71 Polvo azul tamizado - Dosificación 1:3

Tipo de Material	Polvo Azul
Dosificación	1:3
Tamiz #	16

Muestra	Masa (g)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Peso Unitario (kg/m ³)
M1	256.46	50.72	51.83	49.86	131.07	1956.62
M2	249.81	49.84	50.87	50.51	128.06	1950.71
M3	248.94	50.00	51.60	49.66	128.12	1942.98
Promedio =	251.74	50.19	51.43	50.01	129.09	1950.10

Peso Unitario (kg/m³)
1950.10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72 Polvo azul tamizado - Dosificación 1:4

Tipo de Material	Polvo Azul
Dosificación	1:4
Tamiz #	16

Muestra	Masa (g)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Peso Unitario (kg/m ³)
M1	245.17	50.44	51.02	49.32	126.92	1931.65
M2	246.13	49.72	50.54	50.65	127.28	1933.83
M3	249.70	50.46	50.59	50.55	129.04	1935.02
Promedio =	247.00	50.21	50.72	50.17	127.75	1933.50

Peso Unitario (kg/m³)
1933.50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73 Polvo azul tamizado - Dosificación 1:5

Tipo de Material	Polvo Azul
Dosificación	1:5
Tamiz #	16

Muestra	Masa (g)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Peso Unitario (kg/m ³)
M1	246.75	50.63	50.05	51.02	129.29	1908.56
M2	250.07	51.05	50.98	50.40	131.17	1906.49
M3	246.52	51.28	50.59	50.32	130.54	1888.42
Promedio =	247.78	50.99	50.54	50.58	130.33	1901.16

Peso Unitario (kg/m³)
1901.16

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74 Polvo rosado sin tamizar - Dosificación 1:3

Tipo de Material	Polvo Rosado
Dosificación	1:3
Tamiz #	Sin Tamizar

Muestra	Masa (g)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Peso Unitario (kg/m ³)
M1	234.77	49.74	49.13	49.87	121.87	1926.42
M2	235.60	49.73	49.58	49.66	122.44	1924.17
M3	233.46	49.61	49.33	49.52	121.19	1926.42
Promedio =	234.61	49.69	49.35	49.68	121.83	1925.67

Peso Unitario (kg/m³)
1925.67

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75 Polvo rosado sin tamizar - Dosificación 1:4

Tipo de Material	Polvo Rosado
Dosificación	1:4
Tamiz #	Sin Tamizar

Muestra	Masa (g)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Peso Unitario (kg/m ³)
M1	238.68	50.05	50.02	50.03	125.25	1905.63
M2	235.78	50.13	49.63	49.70	123.65	1906.82
M3	236.24	49.98	49.83	50.19	125.00	1889.94
Promedio =	236.90	50.05	49.83	49.97	124.63	1900.80

Peso Unitario (kg/m³)
1900.80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 76 Polvo rosado sin tamizar - Dosificación 1:5

Tipo de Material	Polvo Rosado
Dosificación	1:5
Tamiz #	Sin Tamizar

Muestra	Masa (g)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Peso Unitario (kg/m ³)
M1	225.12	49.55	49.20	49.96	121.80	1848.34
M2	226.14	49.92	49.29	49.92	122.83	1841.07
M3	226.34	49.75	49.02	49.93	121.77	1858.80
Promedio =	225.87	49.74	49.17	49.94	122.13	1849.40

Peso Unitario (kg/m³)
1849.40

Fuente: Elaboración propia

Tabla 77 Polvo rosado tamizado - Dosificación 1:3

Tipo de Material	Polvo Rosado
Dosificación	1:3
Tamiz #	16

Muestra	Masa (g)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Peso Unitario (kg/m ³)
M1	242.16	49.98	50.52	52.25	131.93	1835.51
M2	239.23	52.29	50.10	50.27	131.69	1816.56
M3	238.85	50.45	52.11	50.13	131.79	1812.36
Promedio =	240.08	50.91	50.91	50.88	131.80	1821.48

Peso Unitario (kg/m³)
1821.48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78 Polvo rosado tamizado - Dosificación 1:4

Tipo de Material	Polvo Rosado
Dosificación	1:4
Tamiz #	16

Muestra	Masa (g)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Peso Unitario (kg/m ³)
M1	242.07	51.30	51.88	50.97	135.65	1784.47
M2	236.61	51.81	50.70	51.45	135.15	1750.76
M3	234.25	51.01	50.34	49.72	127.67	1834.76
Promedio =	237.64	51.37	50.97	50.71	132.82	1790.00

Peso Unitario (kg/m³)
1790.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 79 Polvo rosado tamizado - Dosificación 1:4

Tipo de Material	Polvo Rosado
Dosificación	1:5
Tamiz #	16

Muestra	Masa (g)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Peso Unitario (kg/m ³)
M1	224.64	50.84	51.28	49.75	129.70	1731.97
M2	225.40	50.74	51.13	49.96	129.61	1739.02
Me	223.41	51.32	50.77	50.00	130.28	1714.90
Promedio =	224.48	50.97	51.06	49.90	129.86	1728.63

Peso Unitario (kg/m³)
1728.63

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3.- CÁLCULOS DE PESO POR M² DE PARED

Tabla 80 Bloque de 20 cm prensado

Material	Cantidad	Unidades	Peso (kg) por unidad	Peso Total (kg/m ²)
Boque de hormigón prensado de 20 cm	10,85	Bloque / m ²	14,49	157,16

Mortero	Material	Dosificación	Cantidad (m ³ / m ²)	Peso Unitario (kg/m ³)	Peso Total (kg/m ²)
Pegado de bloque	Polvo Azul - Sin Tamizar	1:4	0,02690	2060,15	55,414522
	Polvo Rosado - Sin Tamizar	1:4	0,02690	1900,80	51,12824
Enlucido	Polvo Azul - Tamizado	1:4	0,030	1933,50	58,005033
	Polvo Rosado - Tamizado	1:4	0,030	1790,00	53,6999

Peso Total con Polvo Azul (kg/m ²) =	270,58
Peso Total con Polvo Rosado (kg/m ²) =	261,99

Fuente: Elaboración propia

Tabla 81 Bloque de 15 cm prensado

Material	Cantidad	Unidades	Peso (kg) por unidad	Peso Total (kg/m ²)
Boque de hormigón prensado de 15 cm	10,85	Bloque / m ²	11,65	126,36

Mortero	Material	Dosificación	Cantidad (m ³ / m ²)	Peso Unitario (kg/m ³)	Peso Total (kg/m ²)
Pegado de bloque	Polvo Azul - Sin Tamizar	1:4	0,02017	2060,15	41,560892
	Polvo Rosado - Sin Tamizar	1:4	0,02017	1900,80	38,34618
Enlucido	Polvo Azul - Tamizado	1:4	0,030	1933,50	58,005033
	Polvo Rosado - Tamizado	1:4	0,030	1790,00	53,6999

Peso Total con Polvo Azul (kg/m ²) =	225,92
Peso Total con Polvo Rosado (kg/m ²) =	218,40

Fuente: Elaboración propia

Tabla 82 Bloque de 10 cm prensado

Material	Cantidad	Unidades	Peso (kg) por unidad	Peso Total (kg/m ²)
Boque de hormigón prensado de 10 cm	10,85	Bloque / m ²	8,81	95,55

Mortero	Material	Dosificación	Cantidad (m ³ / m ²)	Peso Unitario (kg/m ³)	Peso Total (kg/m ²)
Pegado de bloque	Polvo Azul - Sin Tamizar	1:4	0,01345	2060,15	27,707261
	Polvo Rosado - Sin Tamizar	1:4	0,01345	1900,80	25,56412
Enlucido	Polvo Azul - Tamizado	1:4	0,030	1933,50	58,005033
	Polvo Rosado - Tamizado	1:4	0,030	1790,00	53,6999

Peso Total con Polvo Azul (kg/m ²) =	181,27
Peso Total con Polvo Rosado (kg/m ²) =	174,82

Fuente: Elaboración propia

Tabla 83 Bloque de 10 cm alivianado

Material	Cantidad	Unidades	Peso (kg) por unidad	Peso Total (kg/m ²)
Boque de hormigón alivianado de 10 cm	11,24	Bloque / m ²	6,22	69,89

Mortero	Material	Dosificación	Cantidad (m ³ / m ²)	Peso Unitario (kg/m ³)	Peso Total (kg/m ²)
Pegado de bloque	Polvo Azul - Sin Tamizar	1:4	0,01339	2060,15	27,587148
	Polvo Rosado - Sin Tamizar	1:4	0,01339	1900,80	25,453298
Enlucido	Polvo Azul - Tamizado	1:4	0,030	1933,50	58,005033
	Polvo Rosado - Tamizado	1:4	0,030	1790,00	53,6999

Peso Total con Polvo Azul (kg/m ²) =	155,49
Peso Total con Polvo Rosado (kg/m ²) =	149,05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 84 Bloque de 15 cm alivianado

Material	Cantidad	Unidades	Peso (kg) por unidad	Peso Total (kg/m ²)
Boque de hormigón alivianado de 15 cm	11,24	Bloque / m ²	8,24	92,59

Mortero	Material	Dosificación	Cantidad (m ³ / m ²)	Peso Unitario (kg/m ³)	Peso Total (kg/m ²)
Pegado de bloque	Polvo Azul - Sin Tamizar	1:4	0,02009	2060,15	41,380722
	Polvo Rosado - Sin Tamizar	1:4	0,02009	1900,80	38,179947
Enlucido	Polvo Azul - Tamizado	1:4	0,030	1933,50	58,005033
	Polvo Rosado - Tamizado	1:4	0,030	1790,00	53,6999

Peso Total con Polvo Azul (kg/m ²) =	191,98
Peso Total con Polvo Rosado (kg/m ²) =	184,47

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4.- DETALLE DE EDIFICACIONES Y PLANTAS CORRESPONDIENTES

Tabla 85 Edificaciones Escolares

Edificación N°	Planta N°	Planta Tipo
1	1	PB
	2	Nivel 1 y 2
2	3	PB
	4	Nivel 1
3	5	PB
4	6	PB
5	7	Nivel 1
6	8	Nivel 1
7	9	PB
8	10	PB
	11	Nivel 1
9	12	PB
	13	Nivel 1
10	14	PB
	15	Nivel 1
11	16	PB
	17	Nivel 1
12	18	PB
13	19	PB
14	20	PB
	21	Nivel 1
15	22	PB
	23	Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 86 Edificaciones de Oficinas

Edificación N°	Planta N°	Planta Tipo
1	1	PB
	2	Nivel 1
2	3	PB
	4	Nivel 2
3	5	PB
	6	Nivel 1
4	7	PB
	8	Nivel 1
5	9	Nivel 2
	10	Nivel 3
6	11	Nivel 2
	12	Nivel 3
7	13	PB
	14	Nivel 1
8	15	PB
	16	Nivel 1
9	17	Nivel 3
10	18	PB

Fuente: Elaboración propia

Tabla 87 Edificaciones de Salud

Edificación N°	Planta N°	Planta Tipo
1	1	Nivel 1
	2	Nivel 2
2	3	PB
3	4	PB
	5	Nivel 2
4	6	Nivel 1
	7	Nivel 2
	8	Nivel 4
5	9	Nivel 1
	10	Nivel 2
6	11	Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5.- CÁLCULOS DE CARGA POR UNIDAD DE SUPERFICIE PARA EDIFICACIONES ESCOLARES

Tabla 88 Cargas en edificaciones escolares con polvo azul y bloque de hormigón prensado.

Planta N°	Sup. Total (m ²)	Ancho bloque (cm)	Sup. Paredes (m ²)	Peso por ancho de bloque (kg/m ²)	Peso parcial por ancho de bloque (kg)	Peso total (kg)	Carga por unidad de superficie (kg/m ²)
1	131.13	15	115.37	225.92	26064.74	26064.74	198.77
2	169.13	15	140.15	225.92	31663.11	31663.11	187.21
3	155.32	15	183.992	225.92	41568.03	41568.03	267.63
4	192.12	15	218.63	225.92	49393.55	49393.55	257.10
5	187.98	20	92.008	270.58	24895.49	68927.97	366.68
		15	180.09	225.92	40686.48		
		10	18.459	181.27	3346.00		
6	155.52	15	108.294	225.92	24466.06	24466.06	157.32
7	859.3	15	844.196	225.92	190723.33	190723.33	221.95
8	714	20	434.662	270.58	117610.78	117610.78	164.72
9	102.69	15	76.392	225.92	17258.71	17258.71	168.07
10	129.92	15	95.364	225.92	21544.93	21544.93	165.83
11	161.39	15	121.973	225.92	27556.51	27556.51	170.74
12	119	20	104.208	270.58	28196.56	28196.56	236.95
13	153.69	20	136.366	270.58	36897.97	36897.97	240.08
14	903.98	10	133.35	181.27	24171.88	192715.92	213.19
		20	622.9	270.58	168544.04		
15	1249.38	10	8.1	181.27	1468.26	192667.93	154.21
		20	706.63	270.58	191199.67		
16	919.98	10	133.35	181.27	24171.88	196368.75	213.45
		20	636.4	270.58	172196.86		
17	1265.38	10	129.75	181.27	23519.33	211861.68	167.43
		20	696.07	270.58	188342.35		
18	486.3	10	134.8	181.27	24434.72	132014.47	271.47
		20	397.59	270.58	107579.75		
19	179.08	20	143.82	270.58	38914.76	38914.76	217.30
20	1099.31	10	315.945	181.27	57270.24	270662.85	246.21
		20	788.65	270.58	213392.61		
21	1311.55	10	169.74	181.27	30768.17	223405.97	170.34
		20	711.945	270.58	192637.80		
22	563.5	15	20.6504	225.92	4665.40	120620.45	214.06
		20	428.543	270.58	115955.05		
23	714.92	15	53.8504	225.92	12166.05	130583.26	182.65
		20	437.643	270.58	118417.22		

Máximo	270662.85	366.68
Promedio	103986.45	211.02
Mínimo	17258.71	154.21

Fuente: Elaboración propia

Tabla 89 Cargas en edificaciones escolares con polvo azul y bloque de hormigón alivianado.

Planta N°	Sup. Total (m ²)	Ancho bloque (cm)	Sup. Paredes (m ²)	Peso por ancho de bloque (kg/m ²)	Peso parcial por ancho de bloque (kg)	Peso total (kg)	Carga por unidad de superficie (kg/m ²)
1	131.13	15	115.37	191.98	22148.54	22148.54	168.91
2	169.13	15	140.15	191.98	26905.77	26905.77	159.08
3	155.32	15	183.992	191.98	35322.48	35322.48	227.42
4	192.12	15	218.63	191.98	41972.23	41972.23	218.47
5	187.98	20	92.008	270.58	24895.49	62338.99	331.63
		15	180.09	191.98	34573.38		
		10	18.459	155.49	2870.12		
6	155.52	15	108.294	191.98	20790.06	20790.06	133.68
7	859.3	15	844.196	191.98	162067.35	162067.35	188.60
8	714	20	434.662	270.58	117610.78	117610.78	164.72
9	102.69	15	76.392	191.98	14665.61	14665.61	142.81
10	129.92	15	95.364	191.98	18307.82	18307.82	140.92
11	161.39	15	121.973	191.98	23416.17	23416.17	145.09
12	119	20	104.208	270.58	28196.56	28196.56	236.95
13	153.69	20	136.366	270.58	36897.97	36897.97	240.08
14	903.98	10	133.35	155.49	20734.07	189278.11	209.38
		20	622.9	270.58	168544.04		
15	1249.38	10	8.1	155.49	1259.44	192459.11	154.04
		20	706.63	270.58	191199.67		
16	919.98	10	133.35	155.49	20734.07	192930.94	209.71
		20	636.4	270.58	172196.86		
17	1265.38	10	129.75	155.49	20174.32	208516.67	164.79
		20	696.07	270.58	188342.35		
18	486.3	10	134.8	155.49	20959.53	128539.27	264.32
		20	397.59	270.58	107579.75		
19	179.08	20	143.82	270.58	38914.76	38914.76	217.30
20	1099.31	10	315.945	155.49	49125.06	262517.67	238.80
		20	788.65	270.58	213392.61		
21	1311.55	10	169.74	155.49	26392.21	219030.01	167.00
		20	711.945	270.58	192637.80		
22	563.5	15	20.6504	191.98	3964.43	119919.48	212.81
		20	428.543	270.58	115955.05		
23	714.92	15	53.8504	191.98	10338.11	128755.33	180.10
		20	437.643	270.58	118417.22		

Máximo	262517.67	331.63
Promedio	99630.51	196.37
Mínimo	14665.61	133.68

Fuente: Elaboración propia

Tabla 90 Cargas en edificaciones escolares con polvo rosado y bloque de hormigón prensado.

Planta N°	Sup. Total (m ²)	Ancho bloque (cm)	Sup. Paredes (m ²)	Peso por ancho de bloque (kg/m ²)	Peso parcial por ancho de bloque (kg)	Peso total (kg)	Carga por unidad de superficie (kg/m ²)
1	131.13	15	115.37	218.40	25197.18	25197.18	192.15
2	169.13	15	140.15	218.40	30609.21	30609.21	180.98
3	155.32	15	183.992	218.40	40184.44	40184.44	258.72
4	192.12	15	218.63	218.40	47749.49	47749.49	248.54
5	187.98	20	92.008	261.99	24105.01	66664.21	354.63
		15	180.09	218.40	39332.23		
		10	18.459	174.82	3226.97		
6	155.52	15	108.294	218.40	23651.71	23651.71	152.08
7	859.3	15	844.196	218.40	184375.11	184375.11	214.56
8	714	20	434.662	261.99	113876.42	113876.42	159.49
9	102.69	15	76.392	218.40	16684.26	16684.26	162.47
10	129.92	15	95.364	218.40	20827.80	20827.80	160.31
11	161.39	15	121.973	218.40	26639.29	26639.29	165.06
12	119	20	104.208	261.99	27301.27	27301.27	229.42
13	153.69	20	136.366	261.99	35726.39	35726.39	232.46
14	903.98	10	133.35	174.82	23312.01	186504.46	206.31
		20	622.9	261.99	163192.45		
15	1249.38	10	8.1	174.82	1416.03	186544.75	149.31
		20	706.63	261.99	185128.72		
16	919.98	10	133.35	174.82	23312.01	190041.30	206.57
		20	636.4	261.99	166729.29		
17	1265.38	10	129.75	174.82	22682.66	205044.79	162.04
		20	696.07	261.99	182362.12		
18	486.3	10	134.8	174.82	23565.49	127729.38	262.66
		20	397.59	261.99	104163.89		
19	179.08	20	143.82	261.99	37679.14	37679.14	210.40
20	1099.31	10	315.945	174.82	55232.94	261849.93	238.19
		20	788.65	261.99	206616.99		
21	1311.55	10	169.74	174.82	29673.64	216194.83	164.84
		20	711.945	261.99	186521.19		
22	563.5	15	20.6504	218.40	4510.11	116783.37	207.25
		20	428.543	261.99	112273.26		
23	714.92	15	53.8504	218.40	11761.10	126418.35	176.83
		20	437.643	261.99	114657.25		

Máximo	261849.93	354.63
Promedio	100620.74	204.14
Mínimo	16684.26	149.31

Fuente: Elaboración propia

Tabla 91 Cargas en edificaciones escolares con polvo rosado y bloque de hormigón alivianado.

Planta N°	Sup. Total (m ²)	Ancho bloque (cm)	Sup. Paredes (m ²)	Peso por ancho de bloque (kg/m ²)	Peso parcial por ancho de bloque (kg)	Peso total (kg)	Carga por unidad de superficie (kg/m ²)
1	131.13	15	115.37	184.47	21282.59	21282.59	162.30
2	169.13	15	140.15	184.47	25853.81	25853.81	152.86
3	155.32	15	183.992	184.47	33941.45	33941.45	218.53
4	192.12	15	218.63	184.47	40331.21	40331.21	209.93
5	187.98	20	92.008	261.99	24105.01	60077.91	319.60
		15	180.09	184.47	33221.64		
		10	18.459	149.05	2751.26		
6	155.52	15	108.2938	184.47	19977.22	19977.22	128.45
7	859.3	15	844.196	184.47	155730.90	155730.90	181.23
8	714	20	434.6624	261.99	113876.42	113876.42	159.49
9	102.69	15	76.392	184.47	14092.22	14092.22	137.23
10	129.92	15	95.364	184.47	17592.03	17592.03	135.41
11	161.39	15	121.973	184.47	22500.66	22500.66	139.42
12	119	20	104.208	261.99	27301.27	27301.27	229.42
13	153.69	20	136.3664	261.99	35726.39	35726.39	232.46
14	903.98	10	133.35	149.05	19875.43	183067.88	202.51
		20	622.9	261.99	163192.45		
15	1249.38	10	8.1	149.05	1207.28	186336.00	149.14
		20	706.63	261.99	185128.72		
16	919.98	10	133.35	149.05	19875.43	186604.72	202.84
		20	636.4	261.99	166729.29		
17	1265.38	10	129.75	149.05	19338.86	201700.99	159.40
		20	696.07	261.99	182362.12		
18	486.3	10	134.8	149.05	20091.55	124255.44	255.51
		20	397.59	261.99	104163.89		
19	179.08	20	143.82	261.99	37679.14	37679.14	210.40
20	1099.31	10	315.945	149.05	47090.69	253707.68	230.79
		20	788.65	261.99	206616.99		
21	1311.55	10	169.74	149.05	25299.26	211820.45	161.50
		20	711.945	261.99	186521.19		
22	563.5	15	20.6504	184.47	3809.43	116082.69	206.00
		20	428.5432	261.99	112273.26		
23	714.92	15	53.8504	184.47	9933.91	124591.16	174.27
		20	437.6428	261.99	114657.25		

Máximo	253707.68	319.60
Promedio	96266.53	189.51
Mínimo	14092.22	128.45

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 6.- CÁLCULOS DE CARGA POR UNIDAD DE SUPERFICIE PARA EDIFICACIONES DE OFICINAS

Tabla 92 Cargas en edificaciones de oficinas con polvo azul y bloque de hormigón prensado.

Planta N°	Sup. Total (m ²)	Ancho bloque (cm)	Sup. Paredes (m ²)	Peso por ancho de bloque (kg/m ²)	Peso parcial por ancho de bloque (kg)	Peso total (kg)	Carga por unidad de superficie (kg/m ²)
1	152.55	10	49.65	181.27	8999.37	40485.50	265.39
		15	139.37	225.92	31486.13		
2	152.55	15	136.09	225.92	30745.19	30745.19	201.54
3	159.48	15	258.94	225.92	58499.79	58499.79	366.82
4	159.48	10	16.23	181.27	2941.05	46540.81	291.83
		15	192.99	225.92	43599.76		
5	167.72	20	95.65	270.58	25881.32	46552.53	277.56
		15	51.74	225.92	11689.82		
		10	49.55	181.27	8981.39		
6	185.62	20	97.40	270.58	26355.43	54829.50	295.39
		15	37.36	225.92	8441.59		
		10	110.51	181.27	20032.48		
7	194.38	20	53.39	270.58	14445.87	42576.99	219.04
		15	40.10	225.92	9060.08		
		10	105.21	181.27	19071.05		
8	194.16	20	51.63	270.58	13969.11	59240.89	305.11
		15	36.94	225.92	8346.68		
		10	203.71	181.27	36925.10		
9	477.46	15	322.17	225.92	72786.30	108048.24	226.30
		20	130.32	270.58	35261.93		
10	383.87	15	116.93	225.92	26418.09	49089.95	127.88
		20	83.79	270.58	22671.87		
11	245.69	10	131.74	181.27	23880.03	84192.76	342.68
		20	222.90	270.58	60312.74		
12	223.32	10	127.63	181.27	23135.13	82901.89	371.22
		20	220.88	270.58	59766.76		
13	538.27	10	73.51	181.27	13324.90	137566.13	255.57
		20	459.17	270.58	124241.23		
14	243.54	10	101.31	181.27	18364.83	94373.35	387.51
		20	280.91	270.58	76008.52		
15	117.32	15	122.18	225.92	27602.83	27602.83	235.28
16	121.08	10	5.88	181.27	1065.85	28035.64	231.55
		15	119.38	225.92	26969.79		
17	158.64	10	60.51	181.27	10968.80	67339.49	424.48
		15	42.29	225.92	9553.38		
		20	173.03	270.58	46817.31		
18	192.38	10	68.16	181.27	12354.25	55052.67	286.17
		15	189.00	225.92	42698.42		

Máximo	137566.13	424.48
Promedio	65596.24	285.17
Mínimo	27602.83	127.88

Fuente: Elaboración propia

Tabla 93 Cargas en edificaciones de oficinas con polvo azul y bloque de hormigón alivianado.

Planta N°	Sup. Total (m ²)	Ancho bloque (cm)	Sup. Paredes (m ²)	Peso por ancho de bloque (kg/m ²)	Peso parcial por ancho de bloque (kg)	Peso total (kg)	Carga por unidad de superficie (kg/m ²)
1	152.55	10	49.65	155.49	7719.45	34474.82	225.99
		15	139.37	191.98	26755.37		
2	152.55	15	136.09	191.98	26125.76	26125.76	171.26
3	159.48	15	258.94	191.98	49710.26	49710.26	311.70
4	159.48	10	16.23	155.49	2522.76	39571.70	248.13
		15	192.99	191.98	37048.94		
5	167.72	20	95.65	270.58	25881.32	43518.78	259.47
		15	51.74	191.98	9933.44		
		10	49.55	155.49	7704.03		
6	185.62	20	97.40	270.58	26355.43	50712.07	273.20
		15	37.36	191.98	7173.25		
		10	110.51	155.49	17183.39		
7	194.38	20	53.39	270.58	14445.87	38503.37	198.08
		15	40.10	191.98	7698.81		
		10	105.21	155.49	16358.69		
8	194.16	20	51.63	270.58	13969.11	52735.19	271.61
		15	36.94	191.98	7092.60		
		10	203.71	155.49	31673.48		
9	477.46	15	322.17	191.98	61850.24	97112.18	203.39
		20	130.32	270.58	35261.93		
10	383.87	15	116.93	191.98	22448.80	45120.66	117.54
		20	83.79	270.58	22671.87		
11	245.69	10	131.74	155.49	20483.72	80796.46	328.86
		20	222.90	270.58	60312.74		
12	223.32	10	127.63	155.49	19844.77	79611.53	356.49
		20	220.88	270.58	59766.76		
13	538.27	10	73.51	155.49	11429.78	135671.01	252.05
		20	459.17	270.58	124241.23		
14	243.54	10	101.31	155.49	15752.92	91761.44	376.78
		20	280.91	270.58	76008.52		
15	117.32	15	122.18	191.98	23455.53	23455.53	199.93
16	121.08	10	5.88	155.49	914.26	23831.87	196.83
		15	119.38	191.98	22917.61		
17	158.64	10	60.51	155.49	9408.78	64344.08	405.60
		15	42.29	191.98	8118.00		
		20	173.03	270.58	46817.31		
18	192.38	10	68.16	155.49	10597.19	46880.21	243.69
		15	189.00	191.98	36283.02		

Máximo	135671.01	405.60
Promedio	60908.41	262.11
Mínimo	23455.53	117.54

Fuente: Elaboración propia

Tabla 94 Cargas en edificaciones de oficinas con polvo rosado y bloque de hormigón prensado.

Planta N°	Sup. Total (m ²)	Ancho bloque (cm)	Sup. Paredes (m ²)	Peso por ancho de bloque (kg/m ²)	Peso parcial por ancho de bloque (kg)	Peso total (kg)	Carga por unidad de superficie (kg/m ²)
1	152.55	10	49.65	174.82	8679.23	39117.35	256.42
		15	139.37	218.40	30438.11		
2	152.55	15	136.09	218.40	29721.84	29721.84	194.83
3	159.48	15	258.94	218.40	56552.63	56552.63	354.61
4	159.48	10	16.23	174.82	2836.43	44984.97	282.07
		15	192.99	218.40	42148.54		
5	167.72	20	95.65	261.99	25059.54	45022.16	268.44
		15	51.74	218.40	11300.73		
		10	49.55	174.82	8661.89		
6	185.62	20	97.40	261.99	25518.59	52999.07	285.52
		15	37.36	218.40	8160.61		
		10	110.51	174.82	19319.86		
7	194.38	20	53.39	261.99	13987.18	41138.32	211.64
		15	40.10	218.40	8758.51		
		10	105.21	174.82	18392.62		
8	194.16	20	51.63	261.99	13525.56	57205.97	294.63
		15	36.94	218.40	8068.86		
		10	203.71	174.82	35611.55		
9	477.46	15	322.17	218.40	70363.61	104505.92	218.88
		20	130.32	261.99	34142.30		
10	383.87	15	116.93	218.40	25538.76	47490.75	123.72
		20	83.79	261.99	21951.99		
11	245.69	10	131.74	174.82	23030.53	81428.23	331.43
		20	222.90	261.99	58397.69		
12	223.32	10	127.63	174.82	22312.13	80181.19	359.04
		20	220.88	261.99	57869.05		
13	538.27	10	73.51	174.82	12850.89	133147.22	247.36
		20	459.17	261.99	120296.33		
14	243.54	10	101.31	174.82	17711.53	91306.64	374.91
		20	280.91	261.99	73595.10		
15	117.32	15	122.18	218.40	26684.07	26684.07	227.45
16	121.08	10	5.88	174.82	1027.93	27100.03	223.82
		15	119.38	218.40	26072.10		
17	158.64	10	60.51	174.82	10578.60	65144.77	410.65
		15	42.29	218.40	9235.40		
		20	173.03	261.99	45330.77		
18	192.38	10	68.16	174.82	11914.77	53191.97	276.49
		15	189.00	218.40	41277.20		

Máximo	133147.22	410.65
Promedio	63435.42	275.74
Mínimo	26684.07	123.72

Fuente: Elaboración propia

Tabla 95 Cargas en edificaciones de oficinas con polvo rosado y bloque de hormigón alivianado.

Planta N°	Sup. Total (m ²)	Ancho bloque (cm)	Sup. Paredes (m ²)	Peso por ancho de bloque (kg/m ²)	Peso parcial por ancho de bloque (kg)	Peso total (kg)	Carga por unidad de superficie (kg/m ²)
1	152.55	10	49.65	149.05	7399.77	33109.07	217.04
		15	139.37	184.47	25709.30		
2	152.55	15	136.09	184.47	25104.30	25104.30	164.56
3	159.48	15	258.94	184.47	47766.70	47766.70	299.52
4	159.48	10	16.23	149.05	2418.29	38018.70	238.39
		15	192.99	184.47	35600.41		
5	167.72	20	95.65	261.99	25059.54	41989.59	250.36
		15	51.74	184.47	9545.07		
		10	49.55	149.05	7384.99		
6	185.62	20	97.40	261.99	25518.59	48883.18	263.35
		15	37.36	184.47	6892.79		
		10	110.51	149.05	16471.79		
7	194.38	20	53.39	261.99	13987.18	37066.24	190.69
		15	40.10	184.47	7397.81		
		10	105.21	149.05	15681.25		
8	194.16	20	51.63	261.99	13525.56	50702.68	261.14
		15	36.94	184.47	6815.30		
		10	203.71	149.05	30361.82		
9	477.46	15	322.17	184.47	59432.04	93574.34	195.98
		20	130.32	261.99	34142.30		
10	383.87	15	116.93	184.47	21571.10	43523.09	113.38
		20	83.79	261.99	21951.99		
11	245.69	10	131.74	149.05	19635.45	78033.15	317.61
		20	222.90	261.99	58397.69		
12	223.32	10	127.63	149.05	19022.96	76892.01	344.31
		20	220.88	261.99	57869.05		
13	538.27	10	73.51	149.05	10956.45	131252.79	243.84
		20	459.17	261.99	120296.33		
14	243.54	10	101.31	149.05	15100.56	88695.66	364.19
		20	280.91	261.99	73595.10		
15	117.32	15	122.18	184.47	22538.47	22538.47	192.11
16	121.08	10	5.88	149.05	876.40	22897.98	189.11
		15	119.38	184.47	22021.58		
17	158.64	10	60.51	149.05	9019.14	62150.51	391.77
		15	42.29	184.47	7800.60		
		20	173.03	261.99	45330.77		
18	192.38	10	68.16	149.05	10158.34	45022.78	234.03
		15	189.00	184.47	34864.44		

Máximo	131252.79	391.77
Promedio	58749.41	252.68
Mínimo	22538.47	113.38

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 7.- CÁLCULOS DE CARGA POR UNIDAD DE SUPERFICIE PARA EDIFICACIONES DE SALUD

Tabla 96 Cargas en edificaciones de salud con polvo azul y bloque de hormigón prensado.

Planta N°	Sup. Total (m ²)	Ancho bloque (cm)	Sup. Paredes (m ²)	Peso por ancho de bloque (kg/m ²)	Peso parcial por ancho de bloque (kg)	Peso total (kg)	Carga por unidad de superficie (kg/m ²)
1	526.39	15	506.61	225.92	114455.46	114455.46	217.43
2	526.39	15	477.80	225.92	107946.01	107946.01	205.07
3	251.76	10	167.09	181.27	30287.13	79795.73	316.95
		20	182.97	270.58	49508.60		
4	417.14	20	188.89	270.58	51109.51	117422.74	281.49
		15	182.52	225.92	41235.25		
		10	138.35	181.27	25077.98		
5	357.82	20	112.96	270.58	30564.84	82879.98	231.62
		15	154.39	225.92	34879.17		
		10	96.19	181.27	17435.97		
6	187.68	15	117.93	225.92	26642.65	62432.22	332.65
		20	132.27	270.58	35789.57		
7	158.53	15	164.77	225.92	37225.11	64865.90	409.17
		20	102.15	270.58	27640.79		
8	158.84	15	152.95	225.92	34555.83	66492.62	418.61
		20	118.03	270.58	31936.78		
9	483.15	10	74.57	181.27	13516.46	115422.48	238.90
		15	451.07	225.92	101906.02		
10	483.15	10	49.44	181.27	8961.89	110757.93	229.24
		15	450.58	225.92	101796.04		
11	202.60	10	40.02	181.27	7254.36	49721.11	245.42
		15	187.97	225.92	42466.75		

Máximo	117422.74	418.61
Promedio	88381.11	284.23
Mínimo	49721.11	205.07

Fuente: Elaboración propia

Tabla 97 Cargas en edificaciones de salud con polvo azul y bloque de hormigón alivianado.

Planta N°	Sup. Total (m ²)	Ancho bloque (cm)	Sup. Paredes (m ²)	Peso por ancho de bloque (kg/m ²)	Peso parcial por ancho de bloque (kg)	Peso total (kg)	Carga por unidad de superficie (kg/m ²)
1	526.39	15	506.61	191.98	97258.65	97258.65	184.77
2	526.39	15	477.80	191.98	91727.24	91727.24	174.26
3	251.76	10	167.09	155.49	25979.58	75488.18	299.84
		20	182.97	270.58	49508.60		
4	417.14	20	188.89	270.58	51109.51	107660.51	258.09
		15	182.52	191.98	35039.70		
		10	138.35	155.49	21511.30		
5	357.82	20	112.96	270.58	30564.84	75159.61	210.05
		15	154.39	191.98	29638.62		
		10	96.19	155.49	14956.16		
6	187.68	15	117.93	191.98	22639.62	58429.19	311.32
		20	132.27	270.58	35789.57		
7	158.53	15	164.77	191.98	31632.08	59272.87	373.89
		20	102.15	270.58	27640.79		
8	158.84	15	152.95	191.98	29363.86	61300.64	385.93
		20	118.03	270.58	31936.78		
9	483.15	10	74.57	155.49	11594.10	98188.85	203.23
		15	451.07	191.98	86594.75		
10	483.15	10	49.44	155.49	7687.30	94188.59	194.95
		15	450.58	191.98	86501.30		
11	202.60	10	40.02	155.49	6222.62	42308.79	208.83
		15	187.97	191.98	36086.17		

Máximo	107660.51	385.93
Promedio	78271.19	255.01
Mínimo	42308.79	174.26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 98 Cargas en edificaciones de salud con polvo rosado y bloque de hormigón prensado.

Planta N°	Sup. Total (m ²)	Ancho bloque (cm)	Sup. Paredes (m ²)	Peso por ancho de bloque (kg/m ²)	Peso parcial por ancho de bloque (kg)	Peso total (kg)	Carga por unidad de superficie (kg/m ²)
1	526.39	15	506.61	218.40	110645.81	110645.81	210.20
2	526.39	15	477.80	218.40	104353.03	104353.03	198.24
3	251.76	10	167.09	174.82	29209.71	77146.32	306.43
		20	182.97	261.99	47936.61		
4	417.14	20	188.89	261.99	49486.69	113535.29	272.18
		15	182.52	218.40	39862.73		
		10	138.35	174.82	24185.87		
5	357.82	20	112.96	261.99	29594.34	80128.28	223.93
		15	154.39	218.40	33718.22		
		10	96.19	174.82	16815.71		
6	187.68	15	117.93	218.40	25755.85	60409.03	321.87
		20	132.27	261.99	34653.18		
7	158.53	15	164.77	218.40	35986.08	62749.22	395.82
		20	102.15	261.99	26763.14		
8	158.84	15	152.95	218.40	33405.64	64328.37	404.99
		20	118.03	261.99	30922.73		
9	483.15	10	74.57	174.82	13035.63	111549.72	230.88
		15	451.07	218.40	98514.08		
10	483.15	10	49.44	174.82	8643.08	107050.85	221.57
		15	450.58	218.40	98407.76		
11	202.60	10	40.02	174.82	6996.29	48049.54	237.16
		15	187.97	218.40	41053.25		

Máximo	113535.29	404.99
Promedio	85449.59	274.84
Mínimo	48049.54	198.24

Fuente: Elaboración propia

Tabla 99 Cargas en edificaciones de salud con polvo rosado y bloque de hormigón alivianado.

Planta N°	Sup. Total (m ²)	Ancho bloque (cm)	Sup. Paredes (m ²)	Peso por ancho de bloque (kg/m ²)	Peso parcial por ancho de bloque (kg)	Peso total (kg)	Carga por unidad de superficie (kg/m ²)
1	526.39	15	506.61	184.47	93456.06	93456.06	177.54
2	526.39	15	477.80	184.47	88140.91	88140.91	167.44
3	251.76	10	167.09	149.05	24903.72	72840.33	289.32
		20	182.97	261.99	47936.61		
4	417.14	20	188.89	261.99	49486.69	103776.89	248.78
		15	182.52	184.47	33669.73		
		10	138.35	149.05	20620.48		
5	357.82	20	112.96	261.99	29594.34	72410.96	202.37
		15	154.39	184.47	28479.81		
		10	96.19	149.05	14336.80		
6	187.68	15	117.93	184.47	21754.47	56407.64	300.55
		20	132.27	261.99	34653.18		
7	158.53	15	164.77	184.47	30395.34	57158.48	360.55
		20	102.15	261.99	26763.14		
8	158.84	15	152.95	184.47	28215.80	59138.53	372.32
		20	118.03	261.99	30922.73		
9	483.15	10	74.57	149.05	11113.97	94323.06	195.23
		15	451.07	184.47	83209.10		
10	483.15	10	49.44	149.05	7368.95	90488.25	187.29
		15	450.58	184.47	83119.30		
11	202.60	10	40.02	149.05	5964.93	40640.21	200.59
		15	187.97	184.47	34675.28		

Máximo	103776.89	372.32
Promedio	75343.76	245.64
Mínimo	40640.21	167.44

Fuente: Elaboración propia