PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

"DETERMINACIÓN DE LA CARGA PERMANENTE DEBIDA AL PESO DE MAMPOSTERÍA DE BLOQUE EN EDIFICACIONES DE VIVIENDA"

AUTOR: CARLOS ANDRÉS PÁEZ VARGAS

DIRECTOR: ING. ESTUARDO PÁEZ

QUITO, 2014

DEDICATORIA

A mis padres, a mi hermana y a mis abuelitas por darme el apoyo y los consejos necesarios para ser cada día mejor, vencer las dificultades y alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTO

A Dios y mi Madre Dolorosa por guiarme a lo largo de mi vida estudiantil y por su ayuda en los momentos más difíciles.

A mi Colegio San Gabriel y mi Universidad Católica por todos los conocimientos y destrezas que aprendí en sus aulas y que serán la base de mi futuro profesional.

Al Ing. Estuardo Páez, Ing. Patricio Torres e Ing. Lauro Lara por su conducción y los consejos brindados para el desarrollo de este estudio.

Índice

Introducción vi

Resumen ix

1. Marco Teórico 1

1.1. Definiciones Generales 1

1.2. Definiciones de cargas de diseño presentadas en normas de construcción 3

1.3. Materiales para construcción de paredes en Ecuador 10

2. Referencias a pesos de materiales utilizados en mampostería de bloque 15

2.1. Norma argentina 15

2.2. Norma brasileña 16

2.3. Norma chilena 17

2.4. Norma colombiana 19

2.5. Norma ecuatoriana 21

2.6. Norma española 22

2.7. Norma de Estados Unidos 24

2.8. Norma mexicana 27

2.9. Norma peruana 28

2.10. Norma venezolana 29

3. Pesos y dimensiones de diferentes bloques de hormigón 32

3.1. Parámetros de muestreo 32

3.2. Resumen de medidas de bloques de hormigón y gráficos 33

4. Peso unitario de diferentes morteros 38

4.1. Uso de dosificaciones de morteros de cemento y arena 38

4.2. Materiales utilizados 38

4.3. Procedimiento de elaboración de muestras de ensayo 39

4.4. Peso unitario de dosificaciones de morteros 41

5. Composición de paredes de mampostería de bloque 44

5.1. Proceso constructivo de paredes de mampostería 44

5.2. Características constructivas de paredes de mampostería 46

6. Peso y cargas por unidad de superficie de paredes de mampostería 49

6.1. Esquemas de construcción de paredes de mampostería 49

6.2. Cantidades de materiales 55

6.3. Cálculo del peso de paredes de mampostería 58

6.4. Peso por m^2 de paredes de mampostería de bloque 59

6.5. Cálculo de densidad de paredes por m^2 de construcción 61

6.6. Cálculo de carga por unidad de superficie de paredes de mampostería 63

7. Conclusiones y recomendaciones 64

Bibliografía 68

ANEXO 1 - Peso y dimensiones de diferentes bloques de hormigón 69

ANEXO 2 – Peso unitario de diferentes morteros 85

ANEXO 3 - Peso y cargas por unidad de superficie de paredes de mampostería 88

ANEXO 4 - Comparación de distintas normas de construcción 120

A.4.1. Bloques de hormigón 120

A.4.2. Mortero de arena y cemento 121

A.4.3. Peso por m^2 y peso unitario de paredes de mampostería de bloque 121

A.4.4. Carga por unidad de superficie debida al peso de mampostería de bloque 125

ANEXO 5 – Peso por m^2 de una losa de hormigón de 25 cm de espesor 132

ANEXO 6 – Cálculo de carga de paredes por unidad de superficie 134

Introducción

Razones que motivan el estudio

El cálculo estructural tiene como objetivo diseñar los elementos así como los sistemas que componen una estructura para asegurar que ésta pueda resistir las solicitaciones presentes durante su vida útil de forma que cumpla los requerimientos de seguridad, funcionalidad y serviciabilidad establecidos durante su etapa de conceptualización.

El diseño de los elementos y sistemas estructurales se basa en la determinación adecuada de cargas para realizar su dimensionamiento y la selección de los materiales de construcción más apropiados.

Las solicitaciones que actúan sobre una estructura se traducen en cargas y éstas pueden ser de carácter permanente como el peso propio de los elementos estructurales, acabados de construcción, así como de equipos fijos; o de carácter variable como las cargas de uso y ocupación.

Entre las cargas permanentes que tiene que soportar una estructura, se encuentran las ocasionadas por el peso de las paredes de mampostería destinadas a formar las divisiones entre los espacios y ambientes previstos en el diseño arquitectónico.

La magnitud de la carga correspondiente a las paredes de mampostería representa una parte importante de las cargas permanentes y tiene relación directa con el material del que están compuestas así como de la distribución y densidad de paredes presentes en la planta.

Dentro de los materiales más utilizados para elaborar paredes de mampostería se encuentra el bloque hueco de hormigón debido a que se fabrica con materiales que se pueden obtener fácilmente en el medio y no requieren procedimientos complejos, como la cocción en el caso de ladrillos cerámicos, que demoran su proceso de elaboración.

Otro aspecto por el cual se prefiere construir paredes de mampostería con bloques huecos de hormigón es su facilidad constructiva ya que estos mampuestos poseen dimensiones relativamente estandarizadas que facilitan su colocación y solo requieren de un elemento de unión como el mortero de arena y cemento.

Planteamiento del problema

La carga permanente debida al peso de mampostería de bloque, a diferencia de otras cargas permanentes, no posee un valor definido que se pueda encontrar en la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

En este código se puede encontrar valores del peso unitario de diferentes tipos de bloques de hormigón así como de morteros, sin embargo no se encuentra información sobre la composición de las paredes de mampostería (correspondiente a detalles de construcción como el espesor de la capa del mortero de unión de los mampuestos o de la capa de enlucido), así como datos de densidad de paredes por metro cuadrado (m^2) de construcción que permitan determinar la carga por unidad de superficie debida a las paredes de mampostería de bloque.

Objetivos

Objetivo principal

Ante la ausencia de información normativa en el medio se buscará determinar la magnitud de la carga permanente debida al peso de mampostería de bloque por m^2 de construcción en edificaciones de vivienda en Quito.

Objetivos Secundarios

Esta determinación requiere la recopilación de información referente a los siguientes aspectos:

- Peso unitario de diversos bloques de hormigón de 10, 15 y 20 cm de ancho (Estos bloques poseen un largo y una profundidad estándar de 40 y 20 cm respectivamente)

- Peso unitario de morteros de arena y cemento de varias dosificaciones.

- Composición por m^2 de paredes de mampostería de bloque.

- Densidad promedio de paredes por m^2 de construcción de diversos diseños arquitectónicos de edificaciones de vivienda.

Hipótesis

Para analizar la información recopilada y los datos obtenidos a partir de la determinación de la carga permanente debida al peso de mampostería de bloque se va a realizar una comparación con referencias presentadas en los códigos de construcción de los siguientes países:

- Argentina
- Brasil
- Chile
- Colombia
- Ecuador
- España
- Estados Unidos
- México
- Perú
- Venezuela

Esta comparación servirá para verificar si los datos obtenidos presentan valores similares a los determinados en los códigos de construcción mencionados y en base a ello obtener conclusiones sobre los valores más recomendados para este tipo de carga.

Resumen

Capítulo 1: Marco teórico

Se definirán los conceptos necesarios, y se expondrán los datos relacionados con el uso de mampostería de bloque en Ecuador. Se analizarán las definiciones de carga permanente y carga viva expuestas en códigos de construcción de Ecuador y de otros países.

Capítulo 2: Referencias a pesos de materiales utilizados en mampostería de bloque

Se presentarán datos relacionados a los pesos de los materiales que componen la mampostería de bloque, tales como el peso de los bloques huecos de hormigón y el peso de los morteros definidos en los códigos de construcción de Ecuador y de otros países.

Se verificará si existe información referente a la carga por unidad de superficie debida al peso de mampostería de bloque así como datos relacionados con detalles constructivos (en los que se indica el tipo y la cantidad de materiales utilizados) y densidad de paredes por m^2 de construcción.

Capítulo 3: Peso y dimensiones de diferentes bloques de hormigón

Se determinará el peso y dimensiones de diferentes bloques huecos de hormigón para lo cual se van a recolectar muestras en centros de distribución de materiales de construcción de diversos sectores de la ciudad.

Se registrará el lugar de compra de los grupos de muestras y se realizará un análisis estadístico de los datos obtenidos.

Capítulo 4: Peso unitario de diferentes morteros

Se determinará el peso unitario de diferentes dosificaciones de morteros de arena y cemento que se usan para la unión de bloques huecos de hormigón y enlucidos. Se elaborarán probetas y se realizará un análisis estadístico de los datos obtenidos.

Capítulo 5: Composición de paredes de mampostería de bloque

Se realizará una descripción del proceso constructivo de las paredes de mampostería de bloque y se determinará su composición recolectando información referente a la forma en la que se colocan los bloques huecos de hormigón, la dimensión de los espacios que se dejan para su unión y el espesor de la capa de enlucido.

Capítulo 6: Peso y cargas por unidad de superficie de paredes de mampostería

Teniendo en cuenta la composición de las paredes de mampostería se calculará la cantidad de bloques y el volumen de mortero de arena y cemento que se utilizan para la construcción de 1 m^2 de mampostería de bloque de 10, 15 y 20 cm de ancho.

En base a estas cantidades y a la información recopilada en los capítulos anteriores referente al peso de diferentes bloques huecos de hormigón y el peso unitario de morteros de arena y cemento se determinará el peso por m^2 de paredes de mampostería con las diferentes combinaciones de estos materiales.

Se determinará un valor promedio, máximo y mínimo de densidad de paredes de mampostería por m^2 de construcción en función de algunos diseños arquitectónicos para edificaciones de vivienda. Con estos parámetros y considerando los pesos por m^2 de paredes de mampostería se determinarán valores de carga por unidad de superficie.

Capítulo 7: Conclusiones y Recomendaciones

A partir de la información recopilada y las comparaciones realizadas con la Norma Ecuatoriana de la Construcción y otros códigos, se plantearán conclusiones y recomendaciones sobre los valores que se deberían considerar para la carga debida al peso de mampostería de bloque por unidad de superficie en edificaciones de vivienda.

1. Marco Teórico

1.1. Definiciones Generales

- **Carga.-** Una carga corresponde a las acciones o fuerzas sostenidas por una estructura.[1] Estas acciones no corresponden solo al peso propio de los elementos estructurales sino también al de los elementos permanentes o temporales que se van a introducir en la estructura así como de acciones externas tales como presión de viento, sismos y otras.

- **Carga permanente.-** Aquella que se mantiene sin mutación en un mismo lugar, estado o calidad.[2]

- **Mampostería.-** Se llama mampostería al sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y paramentos mediante la colocación manual de los elementos o los materiales que los componen (denominados mampuestos) que pueden ser por ejemplo:

    - Ladrillos
    - Bloques de hormigón
    - Piedras talladas en formas regulares o no[3]

- **Bloque de hormigón.-** Un bloque de hormigón o tabique de concreto es un mampuesto prefabricado, elaborado con hormigones finos o morteros de cemento, utilizado en la construcción de muros y paredes.[4]

---

[1] Real Academia Española. (2001). *Carga*. En Diccionario de la lengua española (22° ed.) Recuperado de http://lema.rae.es/drae/?val=carga

[2] Ibíd. *Permanecer*. Recuperado de http://lema.rae.es/drae/?val=permanecer

[3] Wikipedia, la enciclopedia libre. *Mampostería.* Internet. http://es.wikipedia.org/wiki/Mamposter%C3%ADa Acceso: 12 de marzo de 2014.

- **Bloque de hormigón prensado:** Bloque de hormigón fabricado a partir de cascajo (material que contiene agregado fino y grueso), cemento y agua.

- **Bloque de hormigón alivianado:** Bloque de hormigón fabricado a partir de cascajo de piedra pómez, cemento y agua. Se caracteriza por tener un peso menor que el bloque de hormigón prensado.

- **Humedad de equilibrio:** Contenido de humedad tal de la atmósfera en la que se encuentra un material, en la que éste ni capta ni libera humedad al ambiente.[5]

- **Mortero.-** Es una mezcla de conglomerantes inorgánicos, áridos y agua, y posibles aditivos que sirven para pegar elementos de construcción tales como ladrillos, piedras, bloques de hormigón, etc.

  Además, se usa para rellenar los espacios que quedan entre los bloques y para el relleno de paredes. Los más comunes son los de cemento y están compuestos por cemento, agregado fino y agua. Generalmente, se utiliza para obras de albañilería, como material de agarre, revestimiento de paredes, etc.[6]

- **Densidad de paredes por m^2 de construcción.-** Razón entre la superficie vertical de paredes y la superficie de construcción de una planta en una edificación.

---

[4] Wikipedia, la enciclopedia libre. *Bloque de hormigón.* Internet. http://es.wikipedia.org/wiki/Bloque_de_hormig%C3%B3n Acceso: 12 de marzo de 2014.

[5] Ibíd. *Higroscopicidad.* Internet http://es.wikipedia.org/wiki/Higroscopicidad Acceso: 29 de agosto de 2014.

[6] Ibíd. *Mortero.* Internet. http://es.wikipedia.org/wiki/Mortero_%28construcci%C3%B3n%29 Acceso: 14 de marzo de 2014.

1.2. Definiciones de cargas de diseño presentadas en normas de construcción

Definiciones del Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios y otras Estructuras

- **Carga permanente (Carga muerta)**

Cargas en las cuales las variaciones a lo largo del tiempo son raras o de pequeña magnitud y tienen un tiempo de aplicación prolongado. En general consisten en el peso de todos los materiales de construcción incorporados en el edificio, incluyendo pero no limitado a **paredes**, pisos, techos, cielo raso, escaleras, elementos divisorios, terminaciones, revestimientos y otros ítems arquitectónicos y estructurales incorporados de manera similar, y equipamiento de servicios con peso determinado.[7]

- **Sobrecarga de uso (Carga viva)**

Son aquellas cargas originadas por el uso y ocupación de un edificio u otra estructura y no incluye cargas debidas a la construcción o provocadas por efectos ambientales, tales como nieve, viento, acumulación de agua, sismo, etc. Las sobrecargas en cubiertas son aquellas producidas por materiales, equipos o personal durante el mantenimiento, y por objetos móviles o personas durante la vida útil de la estructura.[8]

[7] Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles, *Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios y otras Estructuras*, Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, 2005, pp. 3.

[8] Ídem.

Definiciones del Reglamento Brasileño de Cargas para el cálculo de estructuras de edificaciones

- **Carga permanente (Carga muerta)**

La carga permanente está constituida por el peso propio de la estructura y el peso propio de todos los elementos constructivos fijos e instalaciones permanentes.[9]

- **Carga accidental (Carga viva)**

La carga accidental es toda aquella que pueda actuar sobre la estructura de edificación en función de su uso (personas, mobiliario, materiales diversos, vehículos, etc.).[10]

Definiciones de la Norma Chilena Oficial capítulo correspondiente a Diseño estructural – Cargas permanentes y cargas de uso

- **Carga permanente (Carga muerta)**

La carga permanente consiste en el peso de todos los materiales de construcción incorporados dentro del edificio, lo que incluye entre otros, **muros**, losas, cielos rasos, techos, escaleras, **tabiques**, terminaciones, revestimientos y similares incorporados en ítems de arquitectura y estructura, y equipamiento fijo, incluyendo el peso de equipos de izaje.[11]

---

[9] Comitê Brasileiro de Construção Civil, *Cargas para o cálculo de estruturas de edificações,* Rio de Janeiro, ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1980, pp. 1.

[10] Ídem.

[11] Instituto Nacional de Normalización, *Diseño estructural – Cargas permanentes y cargas de uso,* Santiago de Chile, Autor, 2009, pp. 2.

- **Carga de uso (Carga viva)**

Consiste en las cargas de ocupación del edificio u otra estructura, que no incluye cargas de construcción o ambientales, como cargas de viento, nieve, lluvia, sismo, aludes o cargas permanentes.[12]

Definiciones del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente

- **Carga muerta**

La carga muerta cubre todas las cargas de elementos permanentes de construcción incluyendo su estructura, **los muros**, pisos, cubiertas, cielos rasos, escaleras, equipos fijos y todas aquellas cargas que no son causadas por la ocupación y uso de la edificación. Las fuerzas netas de preesfuerzo deben incluirse dentro de la carga muerta.[13]

- **Carga viva**

Las cargas vivas corresponden a aquellas cargas producidas por el uso y la ocupación de la edificación y no deben incluir cargas ambientales como viento o sismo.[14]

[12] Instituto Nacional de Normalización, *Diseño estructural – Cargas permanentes y cargas de uso,* Santiago de Chile, Autor, 2009, pp. 2.

[13] Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 Título B – Cargas,* Bogotá, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010, pp. 9.

[14] Ibíd., pp. 15.

Definiciones de la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011 (NEC 11)

- **Cargas permanentes (Carga muerta)**

Las cargas permanentes están constituidas por los pesos de todos los elementos estructurales, en los que se incluyen: **muros**, **paredes**, recubrimientos, instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas, máquinas y todo artefacto integrado permanentemente a la estructura.[15]

- **Sobrecargas de uso (Carga viva)**

Las sobrecargas que se utilicen en el cálculo dependen de la ocupación a la que está destinada la edificación y están conformadas por los pesos de las personas, muebles, equipos y accesorios móviles o temporales, mercadería en transición y otras.[16]

Definiciones del Reglamento Español Documento Básico de Seguridad Estructural para Acciones en la Edificación

- **Acciones permanentes (Cargas muertas)**

Dentro de las cargas permanentes se encuentra el peso propio de los elementos estructurales, los cerramientos y elementos separadores, **la tabiquería**, todo tipo de carpinterías, revestimientos (como pavimentos, guarnecidos, enlucidos, falsos techos), rellenos (como los de tierras) y equipo fijo. [17]

---

[15] Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, *Norma Ecuatoriana de la construcción*, Quito, Autor, 2011, pp. 4.

[16] Ibíd., pp. 6.

[17] Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, *Seguridad Estructural Acciones en la Edificación*, Madrid, Autor, 2009, pp. 3.

- **Carga viva (acciones variables o sobrecargas de uso)**

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso.[18]

Definiciones de American Society of Civil Engineers / Structural Engineering Institute 7 – 10 (ASCE / SEI 7 – 10)

- **Cargas muertas**

Las cargas muertas consisten en el peso de todos los materiales de construcción incorporados en los edificios en los que se incluye, pero no se limitan a, **paredes**, pisos, techos, cielo raso, escaleras, particiones, acabados, recubrimientos y otros elementos arquitectónicos y estructurales incorporados similarmente así como equipo de servicio fijo incluyendo el peso de grúas.[19]

- **Carga viva**

Es una carga producida por el uso y ocupación de edificios y otras estructuras que no incluye cargas de construcción o ambientales como cargas de viento, nieve, lluvia, sismo, inundaciones o cargas muertas.[20]

---

[18] Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, *Seguridad Estructural Acciones en la Edificación*, Madrid, Autor, 2009, pp. 5.

[19] American Society of Civil Engineers, *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures ASCE Standard ASCE SEI 7-10*, Virginia, Autor, 2010, pp. 11. (Traducción)

[20] Ibíd., pp. 13.

Definiciones del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal de México

- **Carga muerta**

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. [21]

- **Cargas vivas**

Se considerarán cargas vivas las fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las edificaciones y que no tienen carácter permanente.[22]

Definiciones del Reglamento Nacional de Edificaciones de Perú

- **Carga muerta**

La carga muerta es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, **tabiques** y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes o con una variación en su magnitud pequeña en el tiempo.[23]

- **Carga viva**

La carga viva es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos movibles soportados por la edificación.[24]

---

[21] Asamblea Legislativa del Distrito Federal, *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*, México D.F., Autor, 2004, pp. 27.

[22] Ídem.

[23] Instituto de la Construcción y Gerencia, *Norma E.020 Cargas*, Lima, Autor, 2006, pp. 320731

[24] Ídem.

Definiciones de la Norma Venezolana de Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones de Vivienda

- **Acciones permanentes (Carga muerta)**

Las acciones permanentes son las que actúan continuamente sobre la edificación y cuya magnitud puede considerarse invariable en el tiempo, como las cargas debidas al peso propio de los componentes estructurales y no estructurales: pavimentos, rellenos, **paredes**, **tabiques**, frisos, instalaciones fijas, etc. Igualmente, los empujes estáticos de líquidos y tierras que tengan un carácter permanente, las deformaciones y los desplazamientos impuestos por el efecto de pretensión, los debidos a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos, las acciones reológicas y de temperatura permanentes, etc. [25]

- **Acciones variables (Carga Viva)**

Son aquellas que actúan sobre la edificación con una magnitud variable en el tiempo y que se deben a su ocupación y uso habitual, como las cargas de personas, objetos, vehículos, ascensores, maquinarias, grúas móviles, sus efectos de impacto, así como las acciones variables de temperatura y reológicas, y los empujes de líquidos y tierras que tengan un carácter variable.[26]

[25] Dirección General Sectorial de Edificaciones, *Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones,* Caracas, Comisión Venezolana de Normas Industriales, 1988, pp. 3.

[26] Ibíd., pp. 4.

1.3. Materiales para construcción de paredes en Ecuador

En Ecuador existen diversos materiales para la construcción de paredes divisorias en edificaciones de vivienda. Entre los materiales más representativos se encuentra el ladrillo de arcilla, el bloque hueco de hormigón, el adobe, la madera y la caña.

En décadas anteriores, especialmente en la región Sierra, predominaba el uso de materiales como el adobe y el ladrillo. Estos materiales se caracterizan por tener un gran peso que exige considerablemente a los elementos estructurales de la edificación. En los últimos años su uso ha disminuido notablemente debido a la introducción de elementos más livianos.

En otras regiones del Ecuador como Costa y Oriente, sigue predominando en ciertos sectores el uso de madera y caña para la construcción de paredes debido a que son materiales fáciles de conseguir y de costo relativamente bajo.

El uso del bloque hueco de hormigón para la construcción de paredes de mampostería se ha generalizado en Ecuador debido a su resistencia, durabilidad y facilidad para conseguir los elementos que se requieren para su elaboración.

Aparte de esto, su proceso de elaboración es relativamente sencillo ya que solo requiere la preparación de hormigón y la colocación de este material en moldes estándar para dar forma al mampuesto.

En la Tabla 1.3.1. se presenta información sobre los materiales que se utilizan para la construcción de paredes en edificaciones de vivienda en cada provincia del Ecuador:

PROVINCIA	Materiales					
	Hormigón		Ladrillo o bloque		Adobe o tapia	
	Nro. Viviendas	Porcentaje	Nro. Viviendas	Porcentaje	Nro. Viviendas	Porcentaje
AZUAY	5.931	3,2%	127.658	69,4%	38.250	20,8%
BOLIVAR	1.581	3,4%	26.224	55,7%	10.214	21,7%
CAÑAR	3.412	5,9%	39.969	69,7%	7.656	13,3%
CARCHI	794	1,9%	28.333	66,0%	11.617	27,1%
COTOPAXI	3.604	3,5%	81.793	80,3%	9.169	9,0%
CHIMBORAZO	4.923	4,0%	98.147	79,8%	15.636	12,7%
EL ORO	21.806	13,7%	115.506	72,6%	2.323	1,5%
ESMERALDAS	11.192	8,7%	69.815	54,2%	597	0,5%
GUAYAS	125.054	13,3%	650.829	69,2%	2.809	0,3%
IMBABURA	3.916	3,9%	71.107	70,3%	22.418	22,2%
LOJA	7.533	6,6%	59.042	51,9%	40.110	35,3%
LOS RIOS	9.484	4,7%	135.396	67,7%	622	0,3%
MANABI	20.612	6,1%	195.970	58,0%	692	0,2%
MORONA SANTIAGO	4.035	12,3%	7.624	23,3%	104	0,3%
NAPO	2.217	9,9%	9.135	40,9%	97	0,4%
PASTAZA	1.778	9,1%	8.150	41,9%	65	0,3%
PICHINCHA	100.619	14,0%	564.311	78,3%	44.881	6,2%
TUNGURAHUA	10.687	7,8%	118.371	86,1%	4.079	3,0%
ZAMORA CHINCHIPE	1.863	8,9%	10.250	48,8%	613	2,9%
GALAPAGOS	1.048	14,6%	5.790	80,9%	17	0,2%
SUCUMBIOS	3.100	7,2%	19.854	46,4%	140	0,3%
ORELLANA	1.711	5,5%	10.147	32,3%	96	0,3%
SANTO DOMINGO	8.531	9,1%	72.702	77,3%	372	0,4%
SANTA ELENA	4.372	5,9%	52.921	71,2%	342	0,5%
ZONAS NO DELIMITADAS	258	3,3%	3.751	47,9%	15	0,2%

Tabla 1.3.1. Número de viviendas particulares por tipo de material de las paredes según provincias[27]

[27] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). *Materiales de las viviendas, Censo de Población y Vivienda 2010.* Internet. http://www.inec.gob.ec/estadisticas/index.php?option=com_content&view=article&id=292&Itemid=304&lang=es Acceso: 26 de marzo de 2014

PROVINCIA	Materiales			
	Madera		Caña revestida	
	Nro. Viviendas	Porcentaje	Nro. Viviendas	Porcentaje
AZUAY	7.414	4,0%	4.235	2,3%
BOLIVAR	8.003	17,0%	446	0,9%
CAÑAR	2.787	4,9%	2.849	5,0%
CARCHI	1.413	3,3%	518	1,2%
COTOPAXI	5.899	5,8%	358	0,4%
CHIMBORAZO	3.236	2,6%	488	0,4%
EL ORO	5.296	3,3%	6.274	3,9%
ESMERALDAS	32.472	25,2%	6.758	5,2%
GUAYAS	24.540	2,6%	52.939	5,6%
IMBABURA	2.915	2,9%	459	0,5%
LOJA	4.051	3,6%	2.559	2,3%
LOS RIOS	13.552	6,8%	13.902	7,0%
MANABI	30.790	9,1%	29.203	8,6%
MORONA SANTIAGO	17.673	53,9%	1.097	3,3%
NAPO	10.279	46,0%	258	1,2%
PASTAZA	8.500	43,7%	181	0,9%
PICHINCHA	9.672	1,3%	338	0,0%
TUNGURAHUA	2.339	1,7%	1.677	1,2%
ZAMORA CHINCHIPE	7.811	37,2%	339	1,6%
GALAPAGOS	266	3,7%	13	0,2%
SUCUMBIOS	19.209	44,9%	139	0,3%
ORELLANA	18.612	59,3%	304	1,0%
SANTO DOMINGO	9.925	10,6%	1.146	1,2%
SANTA ELENA	1.650	2,2%	5.991	8,1%
ZONAS NO DELIMITADAS	1.609	20,5%	702	9,0%

Tabla 1.3.1. (Continuación) Número de viviendas particulares por tipo de material de las paredes según provincias

PROVINCIA	Materiales				
	Caña no revestida		Otros materiales		Total de viviendas
	Nro. Viviendas	Porcentaje	Nro. Viviendas	Porcentaje	
AZUAY	77	0,0%	352	0,2%	183.917
BOLIVAR	394	0,8%	248	0,5%	47.110
CAÑAR	566	1,0%	138	0,2%	57.377
CARCHI	40	0,1%	185	0,4%	42.900
COTOPAXI	415	0,4%	562	0,6%	101.800
CHIMBORAZO	131	0,1%	484	0,4%	123.045
EL ORO	7.376	4,6%	435	0,3%	159.016
ESMERALDAS	7.472	5,8%	604	0,5%	128.910
GUAYAS	82.148	8,7%	2.393	0,3%	940.712
IMBABURA	57	0,1%	214	0,2%	101.086
LOJA	187	0,2%	226	0,2%	113.708
LOS RIOS	26.467	13,2%	513	0,3%	199.936
MANABI	59.541	17,6%	1.162	0,3%	337.970
MORONA SANTIAGO	1.030	3,1%	1.228	3,7%	32.791
NAPO	260	1,2%	92	0,4%	22.338
PASTAZA	141	0,7%	647	3,3%	19.462
PICHINCHA	209	0,0%	900	0,1%	720.930
TUNGURAHUA	42	0,0%	239	0,2%	137.434
ZAMORA CHINCHIPE	27	0,1%	82	0,4%	20.985
GALAPAGOS	9	0,1%	18	0,3%	7.161
SUCUMBIOS	168	0,4%	172	0,4%	42.782
ORELLANA	256	0,8%	251	0,8%	31.377
SANTO DOMINGO	1.120	1,2%	227	0,2%	94.023
SANTA ELENA	8.812	11,9%	227	0,3%	74.315
ZONAS NO DELIMITADAS	1.460	18,6%	39	0,5%	7.834

Tabla 1.3.1. (Continuación) Número de viviendas particulares por tipo de material de las paredes según provincias

En la Tabla 1.3.1. se observa que las paredes de las viviendas se encuentran elaboradas en gran parte de bloque y ladrillo en las provincias de la región Sierra. El porcentaje de uso de estos materiales varía entre el 86,1 % (Provincia de Tungurahua) y el 51,9% (Provincia de Loja).

Otro material que presenta porcentajes de uso significativos en las provincias de la región Sierra es el adobe. El porcentaje de uso de este material varía entre el 35,3% (Provincia de Loja) y el 3% (Provincia de Tungurahua).

En las provincias de la región Costa el porcentaje de uso de bloque y ladrillo se reduce debido a que todavía se utilizan materiales alternativos. El porcentaje de uso de bloque y ladrillo varían entre el 72,6% (Provincia de El Oro) y el 54,2% (Provincia de Esmeraldas).

El siguiente material que se encuentra presente en gran parte de las paredes de las viviendas de la región Costa es la caña no revestida. El porcentaje de uso de este material varía entre el 17,6% (Provincia de Manabí) y el 3,6% (Provincia de El Oro).

El porcentaje de uso más bajo de bloque y ladrillo se encuentra en las provincias de la región Amazónica y varía entre el 48,8% (Provincia de Zamora Chinchipe) y el 23,3% (Provincia de Morona Santiago).

Por el contrario, el material más utilizado para la elaboración de paredes en esta región es la madera debido a la abundancia de recursos forestales. El porcentaje de uso de este material varía entre el 59,3% (Provincia de Orellana) y el 37,2% (Provincia de Zamora Chinchipe).

Finalmente, en la provincia de Galápagos los materiales más utilizados para la elaboración de paredes son el bloque y el ladrillo cuyo porcentaje de uso alcanza el 80,9%. Otro material que se utiliza para la elaboración de paredes en esta provincia es el hormigón con un porcentaje de uso del 14,6%.

2. Referencias a pesos de materiales utilizados en mampostería de bloque

Se utiliza como equivalencia 1000 kg/m^3 = 10 kN/m^3.

2.1. Norma argentina

En el Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas para Edificios y otras Estructuras se encuentra la sección 3.1 correspondiente a "Cargas Permanentes" donde se incluye la Tabla 3.1. en la que se puede encontrar el peso unitario de algunos tipos de bloques de hormigón y morteros:

Elemento	**Peso unitario kg/m^3 (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)

Tabla 2.1.1. (Tabla 3.1. "Pesos unitarios de los materiales y conjuntos funcionales de construcción")[28]

[28] Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles, *Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios y otras Estructuras*, Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, 2005, pp. 7-9.

También se puede encontrar el peso unitario de algunos tipos de paredes de mampostería:

Mampostería	Peso unitario kg/m^3 (kN/m^3)
Con enlucido	
Bloque hueco de hormigón	1700 (17)
Bloque hueco de hormigón liviano	1500 (15)
Sin enlucido	
Bloque hueco de hormigón	1500 (15)
Bloque hueco de hormigón liviano	1250 (12,5)

Tabla 2.1.2. (Tabla 3.1. "Pesos unitarios de los materiales y conjuntos funcionales de construcción")[29]

A pesar de que la Tabla 2.1.2. ofrece información sobre el peso unitario de paredes de mampostería hechas a partir de algunos materiales y acabados, ésta no indica el espesor de la capa de mortero para unir los bloques, el grosor de la capa de enlucido o la dosificación cemento – arena utilizada.

Es necesario destacar que esta norma no establece valores de carga por unidad de superficie correspondientes a paredes de mampostería de bloque de hormigón.

2.2. Norma brasileña

En el Reglamento Brasileño de Cargas para el Cálculo de Estructuras de Edificaciones se encuentra la Tabla 1 donde se puede encontrar la densidad de bloques de hormigón y de algunos morteros de arena y cemento:

[29] Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles, *Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios y otras Estructuras*, Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, 2005, pp. 8.

Material	Densidad kg/m^3 (kN/m^3)
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)

Tabla 2.2.1. (Tabla 1 "Densidades de materiales de construcción")[30]

La densidad de bloques de hormigón presentada en la Tabla 2.2.1. corresponde únicamente al hormigón del que se encuentran elaborados los bloques.

En este reglamento se encuentra la siguiente recomendación respecto a las cargas que se deben considerar cuando se prevé la colocación de paredes de división en una estructura:

"Cuando fueran previstas paredes divisorias, cuya posición no esté definida en el proyecto, el cálculo de cargas que va a soportar el piso, cuando no se realiza por proceso exacto, se puede realizar suponiendo, además de otras cargas, una carga uniformemente distribuida por metro cuadrado de superficie no menor que un tercio del peso por metro lineal de pared completa, considerando un valor mínimo de 100 kg/m^2 (1 kN/m^2)."[31]

2.3. Norma chilena

En la Norma Chilena Oficial – Diseño Estructural – Cargas permanentes y Cargas de uso se encuentra el Anexo A donde se menciona la densidad de algunos tipos de mampostería de hormigón y morteros:

[30] Comitê Brasileiro de Construção Civil, *Cargas para o cálculo de estruturas de edificações*, Rio de Janeiro, ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1980, pp. 2. Traducción.

[31] Ibíd., pp. 1.

Materiales de construcción	Densidad kg/m^3 (kN/m^3)
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)

Tabla 2.3.1. (Anexo A "Densidades de materiales de construcción")[32]

Las densidades de mampostería de hormigón presentadas en la Tabla 2.3.1. corresponden únicamente a los hormigones de los que se encuentran elaborados los bloques.

Se encuentra también el Anexo B correspondiente a "Peso por metro cuadrado (m^2) de materiales y elementos de construcción". En este anexo hay una sección en la que se menciona el peso por m^2 de algunos tipos de paredes de mampostería.

Paredes	
Bloque hueco de hormigón	**Peso unitario kg/m^2 (kN/m^2)**
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)

Tabla 2.3.2. (Anexo B "Peso por m^2 de materiales y elementos de construcción")[33]

[32] Instituto Nacional de Normalización, *Diseño estructural – Cargas permanentes y cargas de uso,* Santiago de Chile, Autor, 2009, pp. 20.

[33] Ibíd., pp. 25.

La Tabla 2.3.2. indica el peso por m^2 de paredes de bloque hueco de hormigón de algunos espesores y acabados, sin embargo no se indica el espesor de la capa de mortero para unir los bloques, el grosor de la capa de enlucido ni la dosificación cemento - arena utilizada.

Cabe destacar que esta norma no indica valores de carga por unidad de superficie correspondientes a paredes de mampostería de bloque de hormigón.

2.4. Norma colombiana

En el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente se encuentra la sección B.3.2 correspondiente a "Masas y Pesos de los Materiales" donde se incluye la Tabla B.3.2-1 en la que se pueden encontrar la densidad de mampostería de bloque de hormigón y de dos tipos de morteros:

Material	**Densidad kg/m^3 (kN/m^3)**
Mampostería de hormigón	2150 (21,5)
Mortero de inyección para mampostería	2250 (22,5)
Mortero de pega para mampostería	2100 (21,0)

Tabla 2.4.1. (Tabla B.3.2-1 "Pesos de los materiales")[34]

La densidad de mampostería de hormigón presentada en la Tabla 2.4.1. corresponde únicamente al hormigón del que se encuentran elaborados los bloques.

[34] Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 Título B – Cargas*, Bogotá, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010, pp. 9.

En la sección B.3.4.2 correspondiente a "Elementos no Estructurales Verticales" se incluye la Tabla B.3.4.2-4 en la que se presentan los valores recomendados de peso por metro cuadrado (m^2) de paredes de mampostería de bloque de hormigón.

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)**				
Mampostería de bloque:	Espesor del muro (en cm)					Espesor del muro (en mm)				
	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

Tabla 2.4.2. (Tabla B.3.4.2-4 "Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales verticales – muros")[35]

Nótese que la Tabla 2.4.2. incluye información sobre el peso de las paredes de mampostería en caso de que se contemple la necesidad de rellenar los bloques con mortero para que éstas tengan mayor rigidez y resistencia. En el presente estudio solo se considerarán los valores de mampostería de bloque sin relleno.

La información que ofrece esta tabla es útil una vez que se hayan multiplicado los valores presentados por la altura del muro de mampostería. Hecho esto, se obtiene la carga por unidad de longitud que servirá para futuros cálculos.

[35] Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 Título B – Cargas*, Bogotá, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010, pp. 13.

A pesar de que en esta tabla se presenta información sobre muros de mampostería de diversos espesores con rellenos espaciados a diferentes longitudes, ésta no indica el espesor de la capa de mortero necesaria para unir los bloques, ni el grosor de la capa de enlucido o la dosificación cemento - arena utilizada.

Cabe destacar que esta norma solo indica valores de peso por m^2 de paredes de mampostería pero no valores de carga por unidad de superficie.

2.5. Norma ecuatoriana

En la Norma Ecuatoriana de la Construcción, en el Capítulo 1 – "Cargas y Materiales" se encuentra la Tabla 1.1 donde se especifican los pesos unitarios de varios materiales de construcción. En la sección D. se pueden encontrar los pesos unitarios de los siguientes tipos de morteros:

Materiales	**Peso unitario kg/m^3 (kN/m^3)**
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)

Tabla 2.5.1. (Tabla 1.1 "Pesos unitarios de materiales de construcción")[36]

En la sección B. se encuentran los pesos unitarios de los siguientes tipos de bloques:

[36] Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, *Norma Ecuatoriana de la construcción*, Quito, Autor, 2011, pp. 5.

Materiales	Peso unitario kg/m^3 (kN/m^3)
B. Piedras artificiales	
Bloque hueco de hormigón	1200 (12)
Bloque hueco de hormigón alivianado	850 (8,50)

Tabla 2.5.2. (Tabla 1.1 "Pesos unitarios de materiales de construcción")[37]

Es necesario destacar que en esta norma no se encuentran valores del peso por metro cuadrado (m^2) o cargas por unidad de superficie correspondientes a paredes de mampostería de bloque de hormigón.

2.6. Norma española

En el Reglamento Español: "Documento Básico de Seguridad Estructural para Acciones en las Edificaciones" se encuentra el Anexo C donde se puede encontrar el peso unitario de bloques de hormigón y de algunos tipos de morteros:

Materiales y elementos	Peso unitario kg/m^3 (kN/m^3)
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)
Mortero de cal	1200 – 1800 (12,0 - 18,0)

Tabla 2.6.1 (Anexo C "Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento interno")[38]

[37] Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, *Norma Ecuatoriana de la construcción*, Quito, Autor, 2011, pp. 5.

[38] Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, *Seguridad Estructural Acciones en la Edificación*, Madrid, Autor, 2009, pp. 19.

Este reglamento hace la siguiente indicación respecto a la carga por unidad de superficie ocasionada por el peso de paredes de mampostería:

"En el caso de tabiques ordinarios cuyo peso por metro cuadrado no sea superior a 120 kg/m^2 (1,2 kN/m^2) y cuya distribución en planta sea sensiblemente homogénea, su peso propio podrá asimilarse a una carga equivalente uniformemente distribuida.

Como valor de dicha carga equivalente se podrá adoptar el valor del peso por metro cuadrado de alzado multiplicado por la razón entre la superficie de tabiquería 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 m^2 de alzado.

En general en viviendas bastará considerar como peso propio de la tabiquería una carga de 100kg (1,0 kN) por cada m^2 de superficie construida."[39]

[39] Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, *Seguridad Estructural Acciones en la Edificación*, Madrid, Autor, 2009, pp. 3.

2.7. Norma de Estados Unidos

En American Society of Civil Engineers / Structural Engineering Institute 7 - 10 (ASCE / SEI 7 – 10) se encuentra el capítulo C3 correspondiente a "Cargas muertas, cargas de suelo y presión hidrostática" donde se incluye la Tabla C3-2 en la que se puede encontrar la densidad de algunos tipos de mampostería de hormigón y morteros.

Material	Densidad kg/m^3 (kN/m^3)
Mampostería de hormigón	
Unidades de peso ligero	1649 (16,49)
Unidades de peso mediano	1964 (19,64)
Unidades de peso normal	2121 (21,21)

Tabla 2.7.1. (Tabla C3-2 "Densidades mínimas de materiales para cargas de diseño")[40]

Los valores de densidad de mampostería de hormigón presentados en la Tabla 2.7.1. corresponden únicamente al hormigón del que se encuentran elaboradas.

Material	Densidad kg/m^3 (kN/m^3)
Morteros	
Mortero para mampostería	2200 (22,0)
Mortero de cemento o yeso	2040 (20,4)

Tabla 2.7.2. (Tabla C3-2 "Densidades mínimas de materiales para cargas de diseño")[41]

En la Tabla C3-1 se puede encontrar el peso por metro cuadrado (m^2) de algunos tipos de paredes de mampostería de bloque de hormigón:

[40] American Society of Civil Engineers, *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures ASCE Standard ASCE SEI 7-10*, Virginia, Autor, 2010, pp. 405. Traducción.

[41] Ibíd., pp. 405 - 406.

Densidad del bloque	1649 kg/m^3 (Bloque de peso liviano)

Peso por m^2 de pared (kg/m^2)	**Ancho del bloque (mm)**				
Espaciamiento del relleno	**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

Tabla 2.7.3. (Tabla C3-1 "Cargas muertas mínimas de diseño")[42]

Densidad del bloque	1964 kg/m^3 (Bloque de peso mediano)

Peso por m^2 de pared (kg/m^2)	**Ancho del bloque (mm)**				
Espaciamiento del relleno	**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

Tabla 2.7.4. (Tabla C3-1 "Cargas muertas mínimas de diseño")[43]

[42] American Society of Civil Engineers, *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures ASCE Standard ASCE SEI 7-10*, Virginia, Autor, 2010, pp. 403. Traducción.

[43] Ídem.

Densidad del bloque	2121 kg/m^3 (Bloque de peso normal)

Peso por m^2 de pared (kg/m^2)	**Ancho del bloque (mm)**				
Espaciamiento del relleno	**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

Tabla 2.7.5. (Tabla C3-1 "Cargas muertas mínimas de diseño")[44]

Al final de las Tablas 2.7.3. – 2.7.5. se menciona: *"El peso de estas paredes de mampostería incluye el mortero de unión pero no el enlucido. Para considerar el peso del enlucido, se recomienda añadir a estos valores 24 kg/m^2 por cada cara de la pared que se prevea enlucir. Los valores dados representan promedios. En algunos casos hay un considerable rango de valores de peso para este tipo de elementos en la misma construcción."*[45]

Nótese que en estas tablas se incluye información sobre el peso de las paredes de mampostería, en caso de que se contemple la necesidad de rellenar los bloques con mortero para que éstas tengan mayor rigidez y resistencia. En el presente estudio solo se considerarán los valores de mampostería de bloque sin relleno.

Si los valores de las tablas anteriores se multiplican por la altura de la pared de mampostería, se obtienen los valores de carga por unidad de longitud correspondientes que servirán para futuros cálculos.

[44] American Society of Civil Engineers, *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures ASCE Standard ASCE SEI 7-10*, Virginia, Autor, 2010, pp. 403. Traducción.

[45] Ídem.

A pesar de que estas tablas ofrecen información sobre muros de mampostería de diversos espesores con rellenos espaciados a diferentes longitudes así como la carga que se debe considerar en caso de que se prevea enlucir las paredes, éstas no indican el espesor de la capa de mortero necesaria para unir los bloques, ni el grosor de la capa de enlucido o la dosificación cemento - arena utilizada.

Es necesario destacar que esta norma solo presenta valores de peso por m^2 cuadrado de paredes de mampostería, pero no indica valores de carga por unidad de superficie para estos elementos constructivos.

2.8. Norma mexicana

El Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal de México hace referencia a las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones publicadas en la Gaceta Oficial del Distrito Federal.

En la sección 5.1.1 correspondiente a Definición y Evaluación de Cargas Muertas solo se hace la siguiente indicación:

"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." [46]

2.9. Norma peruana

En el Reglamento Nacional de Edificaciones de Perú se encuentra el Anexo 1 donde se puede encontrar el peso unitario de algunos tipos de mortero.

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

Tabla 2.9.1. (Anexo 1 "Pesos Unitarios")[47]

En el Anexo 1 se encuentra también el peso unitario de algunos tipos de bloques de mampostería:

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

Tabla 2.9.2. (Anexo 1 "Pesos unitarios")[48]

[46] Administración pública del Distrito Federal, *Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones*, México D.F., Autor, 2004, pp. 7

[47] Instituto de la Construcción y Gerencia, *Norma E.020 Cargas*, Lima, Autor, 2006, pp. 320737

En el Artículo 5.- Tabiques se especifica lo siguiente: "*Se considerará el peso de todos los tabiques usando los pesos reales en las ubicaciones que indican los planos"*.[49]

Es necesario destacar que en esta norma solamente se encuentran pesos unitarios de materiales pero no el peso por metro cuadrado (m^2) o cargas por unidad de superficie correspondientes a paredes de mampostería de bloque de hormigón.

2.10. Norma venezolana

En la Norma Venezolana de Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones de Vivienda se encuentra la sección 4.3 titulada "Pesos de los Materiales y Elementos Constructivos" donde se hace referencia a la Tabla 4.1 en la que se puede encontrar el peso unitario de algunos tipos de bloques y morteros:

Materiales	**Peso unitario kg/m^3 (kN/m^3)**
Piedras artificiales	
Bloques huecos de hormigón ordinario	1400 – 2000 (14 – 20)
Bloques huecos de hormigón liviano	1400 (14)

Tabla 2.10.1. (Tabla 4.1 "Pesos Unitarios Probables de Materiales de Construcción")[50]

[48] Instituto de la Construcción y Gerencia, *Norma E.020 Cargas*, Lima, Autor, 2006, pp. 320737

[49] Ibíd., pp. 320731.

[50] Dirección General Sectorial de Edificaciones, *Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones,* Caracas, Comisión Venezolana de Normas Industriales, 1988, pp. 21.

Materiales	Peso unitario kg/m^3 (kN/m^3)
Morteros	
Mortero de cal	1700 (17,0)
Mortero de cal y cemento	1900 (19,0)
Mortero de cemento	2150 (21,5)
Mortero de yeso	1200 (12,0)

Tabla 2.10.2. (Tabla 4.1 "Pesos Unitarios Probables de Materiales de Construcción")[51]

En la Tabla 4.3 correspondiente a "Pesos Unitarios Probables de Elementos Constructivos" se puede encontrar el peso por metro cuadrado (m^2) de algunos tipos de paredes de mampostería de bloque de hormigón:

Tabiques y paredes de mampostería			
Bloques de hormigón	Espesor (cm)	Peso por m^2 kg/m^2 (kN/m^2)	
		Sin enlucido	Con enlucido
	10	150 (1,5)	210 (2,1)
	15	210 (2,1)	270 (2,7)
	20	270 (2,7)	330 (3,3)

Tabla 2.10.3. (Tabla 4.3 "Pesos Unitarios Probables de Elementos Constructivos")[52]

A pesar de que la Tabla 2.10.3. indica el peso por m^2 de paredes de mampostería de algunos espesores y acabados, ésta no indica el espesor de las capas de enlucido, el grosor de las capas de mortero necesarias para unir los bloques de hormigón o la dosificación cemento – arena utilizada.

[51] Dirección General Sectorial de Edificaciones, *Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones*, Caracas, Comisión Venezolana de Normas Industriales, 1988, pp. 21.

[52] Ibíd., pp. 25.

En la sección 4.4, se hacen las siguientes indicaciones respecto a la carga por unidad de superficie correspondiente a paredes de mampostería:

"Cuando el peso de los tabiques que actúa sobre las losas o placas no excede 900 kg/m (9 kN/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 (9 kN/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/m^2 (1,5kN/m^2) sobre la losa o placa. Cuando los tabiques a usar son del tipo liviano, con un peso unitario menor de 150 kg/m (1,5 kN/m), la carga distribuida equivalente podrá reducirse a 100 kg/m^2 (1 kN/m)." [53]

[53] Dirección General Sectorial de Edificaciones, *Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones,* Caracas, Comisión Venezolana de Normas Industriales, 1988, pp. 19.

3. Pesos y dimensiones de diferentes bloques de hormigón

3.1. Parámetros de muestreo

A continuación se presentan los datos recopilados en el muestreo de bloques de hormigón prensados y alivianados adquiridos en ferreterías y centros de distribución de materiales de construcción de la ciudad de Quito.

Para la realización del muestreo, se adquirieron 5 bloques de cada proveedor considerando su tipo (prensado o alivianado) así como su ancho (10, 15 y 20 cm). En total se analizaron 150 bloques. A partir de estos grupos se obtuvieron los siguientes parámetros:

- Peso natural en kilogramos (kg)
- Dimensiones reales en centímetros (cm)
- Volumen en centímetros cúbicos (cm^3)
- Peso unitario (kg/m^3)

Se adquirieron bloques secados al ambiente para contemplar la condición de humedad de equilibrio que éstos tendrían en la edificación. Se utilizó una balanza con precisión de 0.01 kg para obtener las medidas de peso y un flexómetro con precisión de 0.1 cm para las medidas de longitud.

Como parte del análisis estadístico, se obtuvo el promedio global de las medidas de los grupos de muestras de cada uno de los tipos de bloques de hormigón. Las tablas de datos que se utilizaron para obtener esta información se encuentran en el Anexo 1.

A continuación se presentan tablas que contienen el resumen de los promedios globales de las medidas de cada tipo de bloque de hormigón y gráficos comparativos de peso, volumen y peso unitario.

3.2. Resumen de medidas de bloques de hormigón y gráficos

Tipo de bloque	Ancho nominal (cm)	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
Prensado	10	8,68	40,1	19,7	10,0	7942,0	1092,97
	15	10,38	40,1	19,5	15,0	11775,3	881,14
	20	13,73	40,1	19,6	20,2	15891,3	864,25
Alivianado	10	4,18	38,0	17,9	8,3	5648,3	739,52
	15	6,02	38,1	18,1	13,6	9408,4	639,78

Tabla 3.2.1. Promedios globales de medidas de bloques de hormigón

Nota: En las distribuidoras de materiales para la construcción de Quito, los bloques de hormigón alivianado se solicitan como bloques de 10 y 15 cm de ancho a pesar de que su ancho real sea aproximadamente de 8,3 y 13,6 cm.

	Ancho (cm)	10	15	20
Bloque prensado	**Peso (kg)**	8,68	10,38	13,73
Bloque alivianado	**Peso (kg)**	4,18	6,02	-

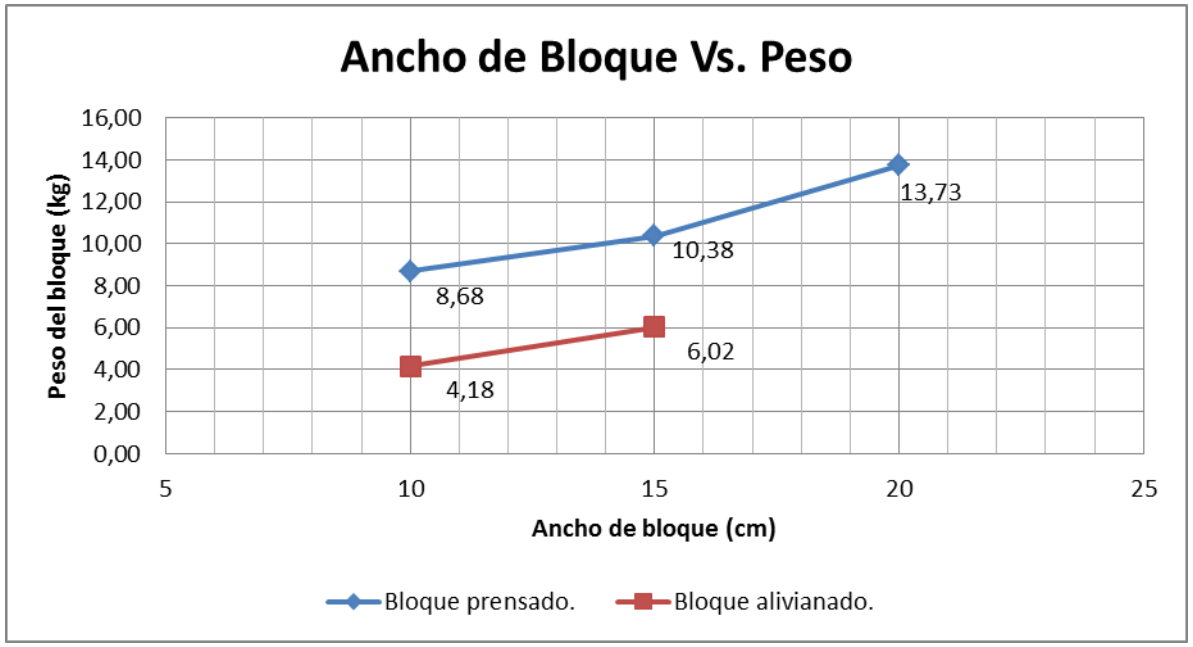


Figura 3.2.1. Pesos de bloques de hormigón

	Ancho (cm)	10	15	20
Bloque prensado	**Volumen (cm^3)**	7941,97	11775,28	15891,31
Bloque alivianado	**Volumen (cm^3)**	5648,29	9408,37	-

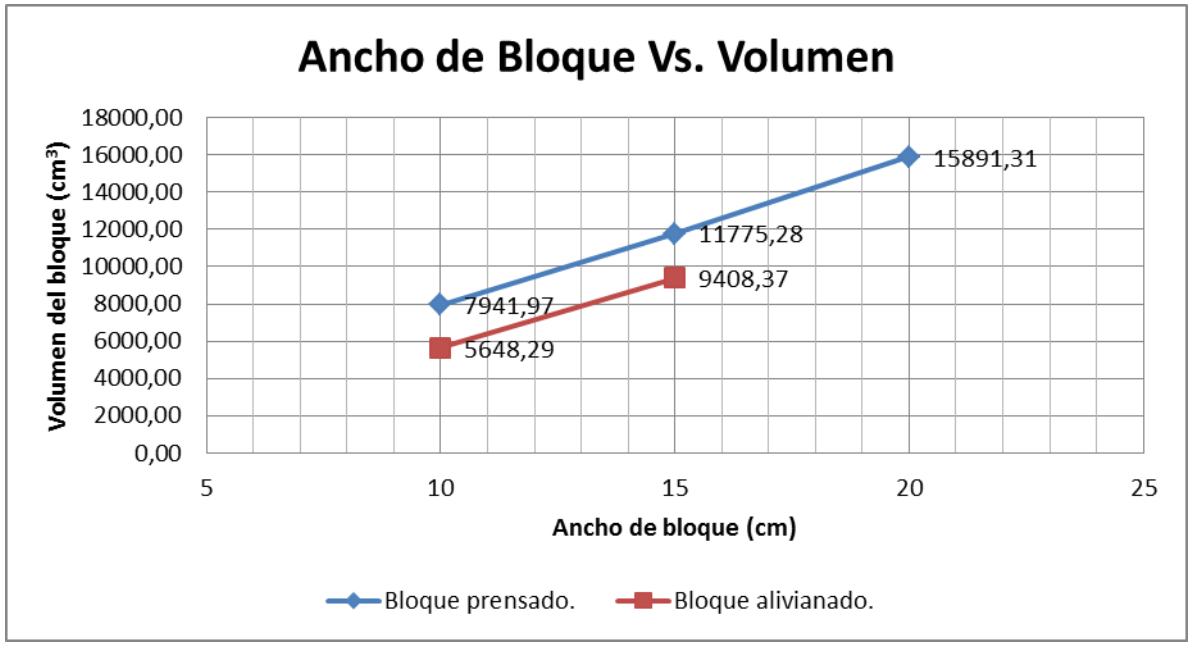


Figura 3.2.2. Volúmenes de bloques de hormigón

	Ancho de bloque (cm)	10	15	20
Bloque prensado	**Peso unitario (kg/m^3)**	1092,97	881,14	864,25
Bloque alivianado	**Peso unitario (kg/m^3)**	739,52	639,78	-

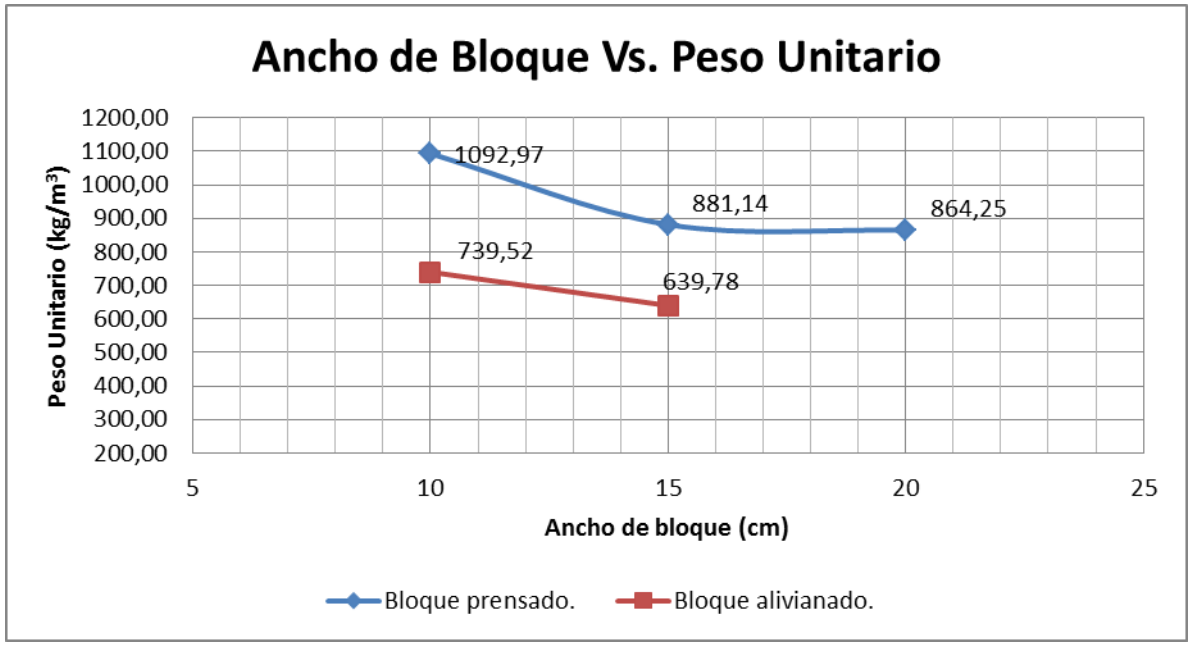


Figura 3.2.3. Pesos unitarios de bloques de hormigón

En los gráficos anteriores se puede observar que el peso de los bloques de hormigón, tanto prensado como alivianado, aumenta de forma proporcional conforme se incrementa su ancho. De igual forma, para bloques de hormigón prensado y alivianado, se puede observar una relación directamente proporcional entre el volumen de los bloques y su ancho.

Por el contrario, si se analiza el peso unitario de los bloques de hormigón prensado, se puede observar que existe una disminución de este valor entre los bloques de 10 y 15 cm de ancho, de 19,38%, y una disminución de menor magnitud entre los bloques de 15 y 20 cm de ancho, de 1,92%. De igual forma, en el caso del peso unitario de los bloques de hormigón alivianado, se puede observar que existe una disminución de este valor entre los bloques de 10 y 15 cm de ancho, de 13,48%.

Esta disminución en el valor del peso unitario se puede explicar analizando cómo se incrementa el peso y el volumen de los bloques:

- En el caso de los bloques de hormigón prensado, se puede observar que existe un aumento de peso de 19,56% entre los bloques de 10 y 15 cm de ancho, mientras que el volumen aumenta en 48,26%, lo que genera un descenso notable del valor de peso unitario. De igual manera se puede observar que existe un aumento de peso del 32,27% entre los bloques de 15 y 20 cm, mientras que el volumen se incrementa en 34,95%, lo que genera una disminución mínima del valor de peso unitario.

- En el caso de los bloques de hormigón alivianado, se puede observar que existe un aumento de peso de 44,02% mientras que el volumen se incrementa en 66,57%, lo que genera un descenso considerable del valor de peso unitario.

Como se puede observar, esta disminución en el valor del peso unitario, tanto en bloques de hormigón prensado como alivianado, se debe a que su volumen aumenta en mayor medida que su peso, debido principalmente a que existe una mayor cantidad de espacio vacío conforme aumenta el ancho del bloque.

4. Peso unitario de diferentes morteros

4.1. Uso de dosificaciones de morteros de cemento y arena

Los morteros de cemento y arena se utilizan para unir materiales de construcción como bloques de hormigón y ladrillos así como en masillados y enlucidos que sirven para recubrir superficies tales como contrapisos y paredes.

Los morteros de cemento y arena se elaboran a partir de dosificaciones al volumen que se preparan mezclando estos materiales de acuerdo a diferentes proporciones. Estas proporciones indican el número de volúmenes de arena que se deben colocar por cada volumen de cemento.

Entre las dosificaciones de cemento y arena más utilizadas se encuentran: 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 y 1:6. Las dosificaciones de cemento y arena más bajas se caracterizan por tener mayor resistencia e impermeabilidad mientras que las dosificaciones más altas poseen mayor elasticidad y por lo tanto son menos frágiles frente a movimientos y vibraciones.

En el caso de morteros de unión para bloques de hormigón, en el medio se suelen utilizar dosificaciones 1:3 y 1:4 debido a que éstas proveen de mayor resistencia y rigidez a las paredes de mampostería. En el caso de morteros de enlucido, se suelen utilizar dosificaciones 1:4 y 1:5 debido que se requiere evitar fisuras en el acabado de las paredes de mampostería.

4.2. Materiales utilizados

A continuación se caracterizan los materiales utilizados en la elaboración de las probetas de diferentes dosificaciones de morteros de arena y cemento para la determinación de su peso unitario.

Agregados finos

- Arena de río (agregado fino obtenido del río Guayllabamba)
- Arena fina (agregado fino obtenido de las minas de la Mitad del Mundo)
- Polvo Amarillo (agregado fino obtenido de las minas de la Mitad del Mundo)

Cemento

- Cemento Portland Puzolánico Tipo IP marca Selva Alegre

Se escogieron estos materiales porque son los materiales más comúnmente utilizados en las construcciones de la ciudad de Quito. A partir de estos materiales se elaboraron tres dosificaciones al volumen con las relaciones cemento – arena: 1:3; 1:4; 1:5.

4.3. Procedimiento de elaboración de muestras de ensayo

Las muestras de ensayo fueron elaboradas con las dosificaciones al volumen de cemento y arena mencionadas y la cantidad de agua necesaria para obtener un mortero de consistencia similar a la que se utiliza para unir bloques de hormigón y para enlucidos.

A partir de los morteros preparados con cada una de las tres dosificaciones y los tres tipos de agregados finos mencionados, se elaboraron tres cubos en moldes metálicos de 5 cm de lado. Se elaboraron en total 27 cubos de mortero.

Se elaboraron tres cubos de mortero por cada dosificación debido a que este número permite obtener un valor promedio representativo de la densidad de las muestras. Una vez preparadas las muestras se colocaron en un cuarto de curado durante 24 horas. Hecho esto se secó las muestras al aire libre por 7 días. Al final de este periodo de tiempo se registraron las siguientes medidas

- Peso seco en gramos (g)
- Largo en milímetros (mm)
- Ancho en milímetros (mm)
- Profundidad en milímetros (mm)

Para registrar los pesos se utilizó una balanza con precisión de 0.01 g y para registrar el largo, el ancho y el espesor se utilizó un calibrador digital con precisión de 0.01 mm.

En el Anexo 2 se presentan tablas con los datos de las muestras de mortero de cada una de las dosificaciones elaboradas.

A continuación se presentan gráficos que permiten apreciar la variación de peso unitario entre cada una de las dosificaciones:

4.4. Peso unitario de dosificaciones de morteros

Dosificación	1:3	1:4	1:5
Peso unitario (kg/m^3)	1809,85	1774,61	1764,14

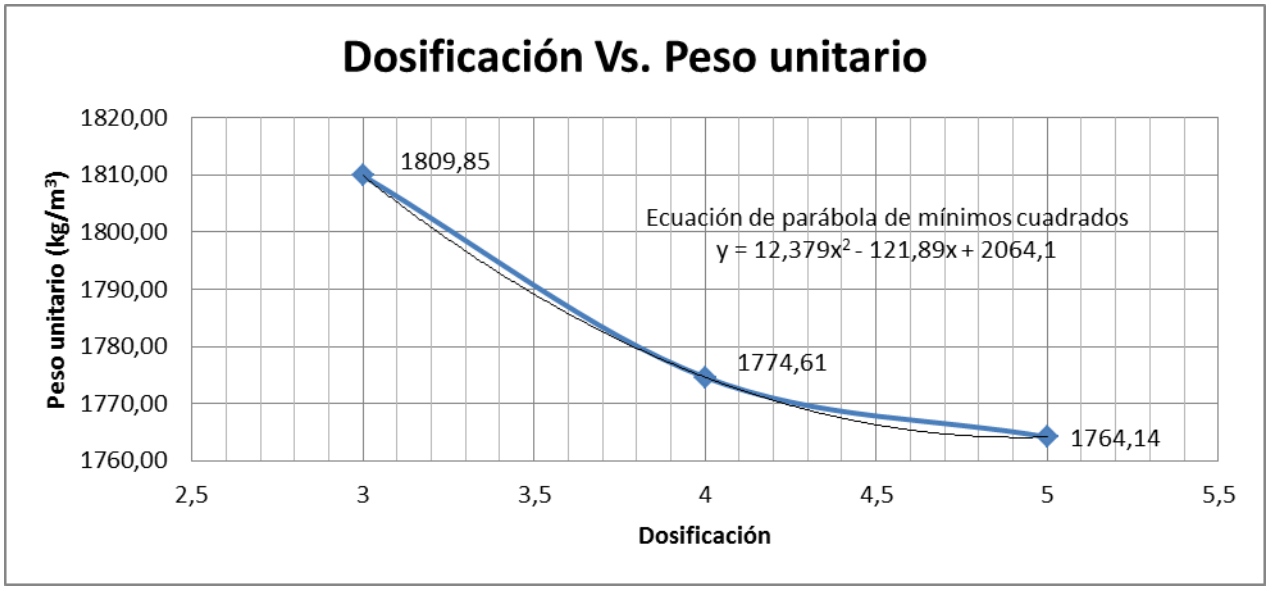


Figura 4.4.1. Densidad de morteros hechos con arena de río

Dosificación	1:3	1:4	1:5
Peso unitario (kg/m^3)	1743,53	1670,06	1653,00

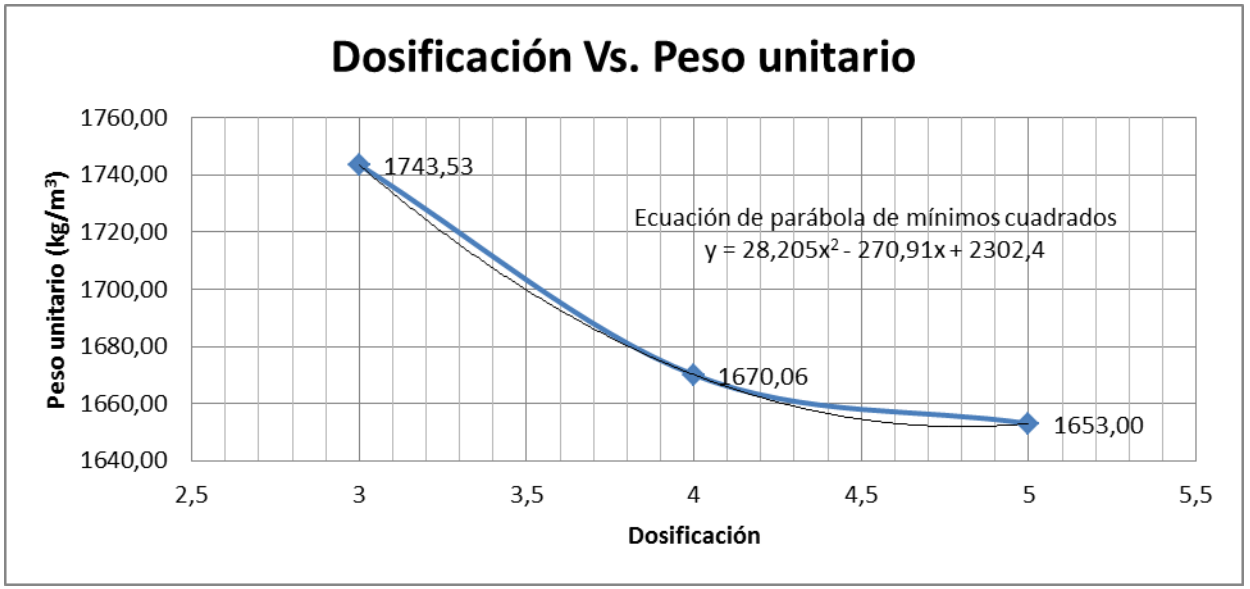


Figura 4.4.2. Densidad de morteros hechos con arena fina

Dosificación	1:3	1:4	1:5
Peso unitario (kg/m^3)	1681,67	1611,17	1572,61

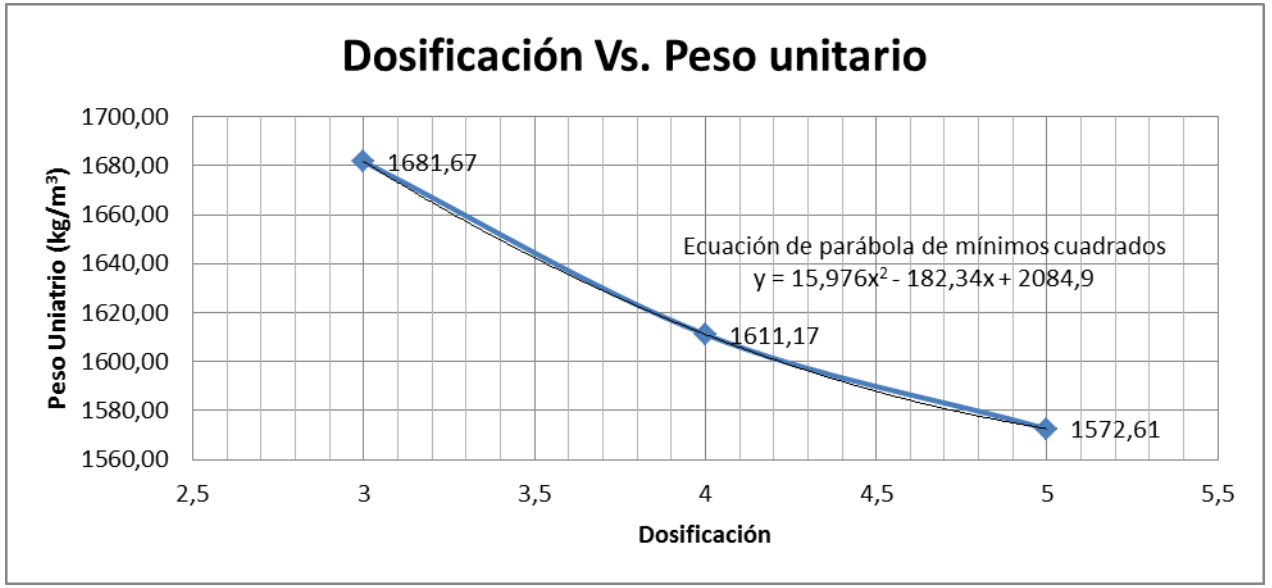


Figura 4.4.3. Densidad de morteros hechos con polvo amarillo

5. Composición de paredes de mampostería de bloque

5.1. Proceso constructivo de paredes de mampostería

El proceso constructivo de la mampostería de bloque comienza con el trazado de las paredes en el piso antes de la colocación de la capa de masillado. Para realizar este procedimiento, conocido como timbrado, se utiliza una cuerda impregnada con un pigmento de color rojizo.



Figura 5.1.1. Trazado de paredes de mampostería

Una vez hecho esto, se procede a la colocación de la primera hilada de bloques. Para realizar esto se humedece previamente el piso para asegurar que el mortero se adhiera correctamente y se coloca un bloque en cada uno de los extremos de la pared para sujetar una cuerda que sirve de guía para la colocación del resto de bloques.



Figura 5.1.2. Colocación de bloques de guía

La primera hilada de bloques requiere atención especial puesto que de ella depende la estabilidad de la pared. Por este motivo se verifica que los bloques se encuentren nivelados y en posición vertical con la ayuda de una plomada y un nivel de burbuja.



Figura 5.1.3. Ubicación de la primera fila de bloques

Posteriormente se continúa la colocación de las siguientes hiladas de bloques siguiendo la secuencia mencionada. Se procura que las uniones verticales de cada fila de bloques coincidan con la parte media de los bloques de la fila superior.



Figura 5.1.4. Colocación de las siguientes filas de bloques

5.2. Características constructivas de paredes de mampostería

Para la determinación de las características constructivas de paredes de mampostería de bloque se realizaron mediciones y se tomaron fotografías durante la construcción de la Casa de Oración Santa Bertila de la Congregación de Madres Doroteas, en la parroquia de Yaruquí, Distrito Metropolitano de Quito, durante el período de enero a junio de 2014.

Capas de mortero horizontales

Se requiere una capa horizontal de mortero de aproximadamente 2 cm de espesor para la unión de los bloques de hormigón.



Figura 5.2.1. Espesor de la capa de mortero horizontal

Una vez que se coloca la siguiente hilada de bloques de hormigón se puede observar que el espesor de la capa de mortero se reduce a aproximadamente 1,5 cm debido a que se comprime y cierta cantidad de mortero queda en la parte hueca de la hilada superior.



Figura 5.2.2. Espesor final de la capa de mortero horizontal

Capas de motero verticales

Se requiere una capa vertical de mortero de aproximadamente 2 cm de espesor para la unión de los bloques de hormigón.



Figura 5.2.3. Espesor de la capa de mortero vertical

Espesor de la capa de enlucido

Una vez que se ha construido la pared de mampostería de bloque de hormigón, se procede a colocar una capa de enlucido para lograr un acabado regular que permita la colocación de las capas de estucado y pintura.

Las capas de enlucido tienen 1 cm de espesor aproximadamente.



Figura 5.2.4. Espesor de la capa de enlucido

6. Peso y cargas por unidad de superficie de paredes de mampostería

6.1. Esquemas de construcción de paredes de mampostería

Para la elaboración de los esquemas de construcción de paredes de mampostería de bloque se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

Consideración sobre las dimensiones de bloques de hormigón

En el capítulo 3 “Pesos y dimensiones de diferentes bloques de hormigón”, se obtuvieron las siguientes dimensiones promedio para bloques de hormigón prensado de 10, 15 y 20 cm de ancho nominal.

	Dimensiones reales		
Ancho nominal (cm)	**Largo (cm)**	**Profundidad (cm)**	**Ancho (cm)**
10	40,1	19,7	10,0
15	40,1	19,5	15,0
20	40,1	19,6	20,2

Tabla 6.1.1. Promedios de dimensiones de bloques de hormigón prensado

Se puede observar que no existe gran variación en el largo y la profundidad de estos tres tipos de bloques de hormigón prensado, por lo tanto, para la elaboración de los esquemas de construcción se va a considerar un largo de 40,1 cm y una profundidad de 19,6 cm.

En el caso de bloques de hormigón alivianado, se obtuvieron las siguientes dimensiones promedio para bloques de 10 y 15 cm de ancho nominal.

	Dimensiones reales		
Ancho nominal (cm)	**Largo (cm)**	**Profundidad (cm)**	**Ancho (cm)**
10	38,0	17,9	8,3
15	38,1	18,1	13,6

Tabla 6.1.2. Promedios de dimensiones de bloques de hormigón alivianado

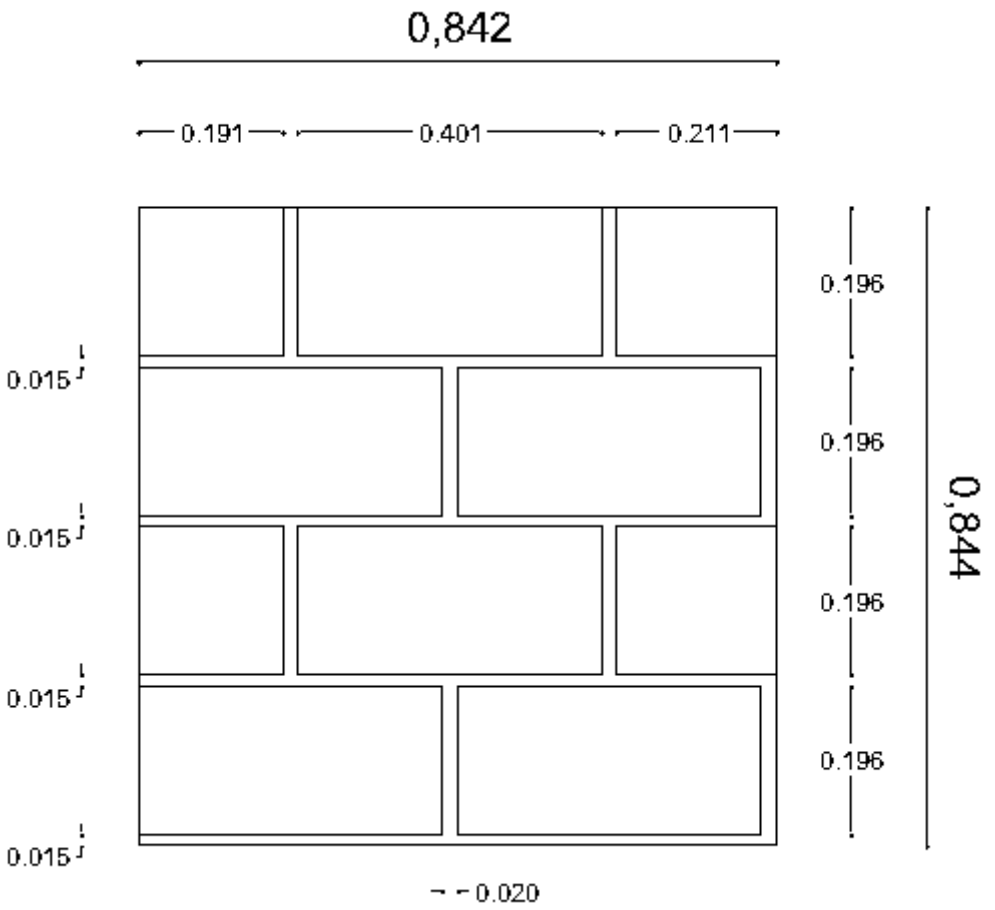
Se puede observar que no existe gran variación en el largo y la profundidad de estos dos tipos de bloques de hormigón alivianado, por lo tanto, para la elaboración de los esquemas de construcción se va a considerar un largo de 38,1 cm y una profundidad de 18,0 cm.

Nótese que los anchos nominales de este tipo de bloques difieren notablemente de sus dimensiones reales.

Consideración sobre capas de mortero

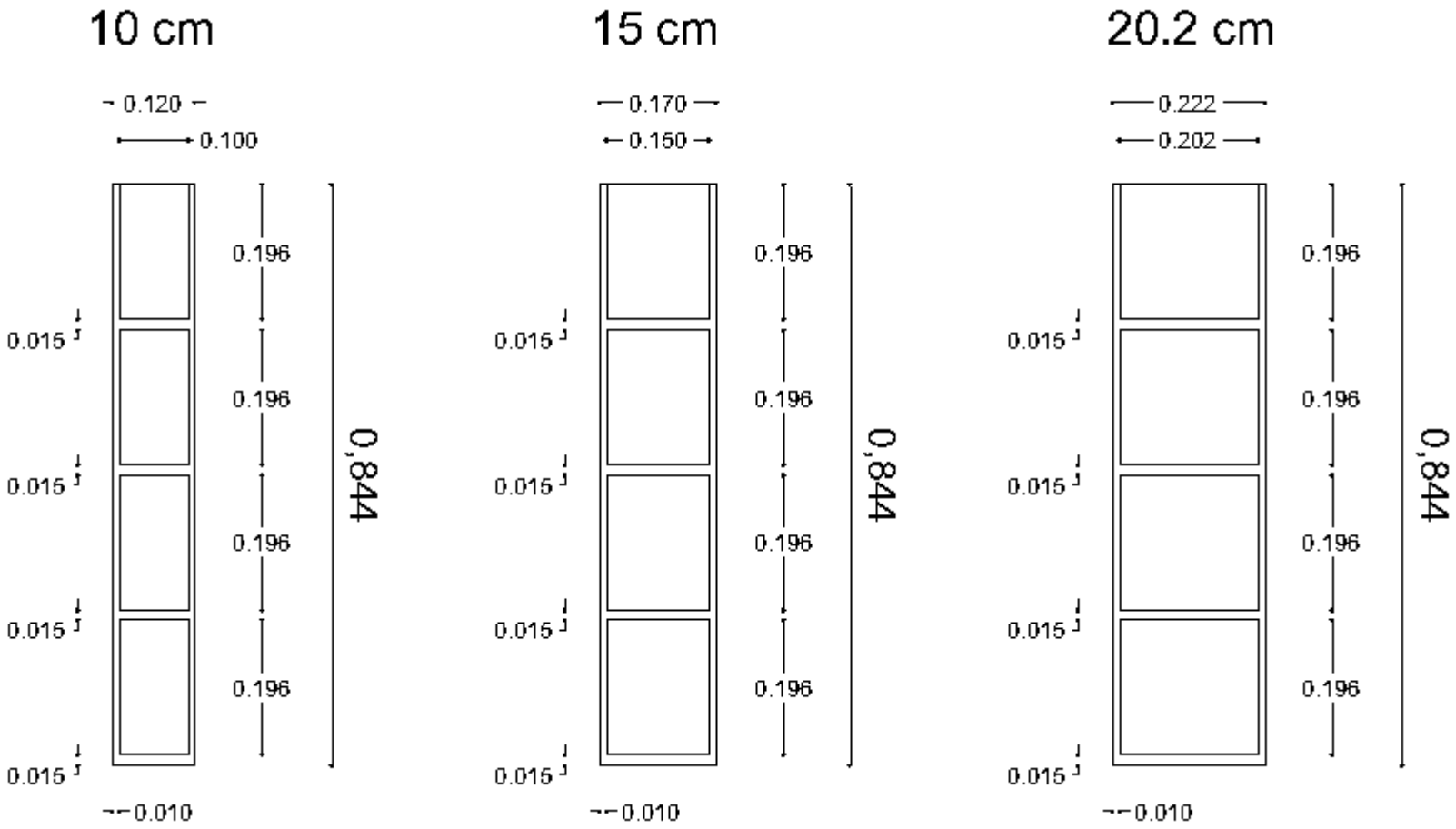
De acuerdo con lo observado en el capítulo 5 “Composición de paredes de mampostería de bloque”, se tiene en cuenta que las capas de mortero horizontales tienen 2 cm de espesor y que éstas se reducen a 1,5 cm debido a que se comprimen y cierta cantidad de mortero queda en la parte hueca de la hilada de bloques superior.

A continuación se presentan los esquemas de construcción elaborados en base a una unidad de análisis de 2 bloques de base y 4 hiladas:



Esc. 1:10 Unidades en metros

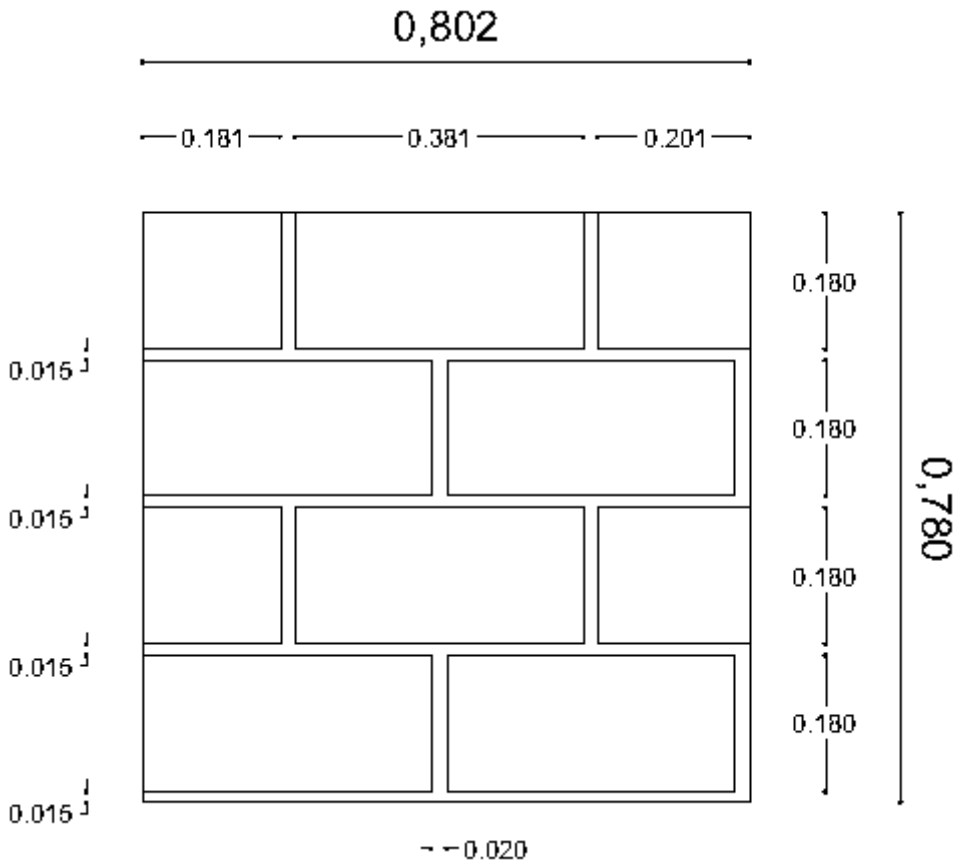
Figura 6.1.1. Esquema de construcción para mampostería de bloque de hormigón prensado Vista frontal



Esc. 1:10 Unidades en metros

Figura 6.1.2. Esquema de construcción para mampostería de bloque de hormigón prensado

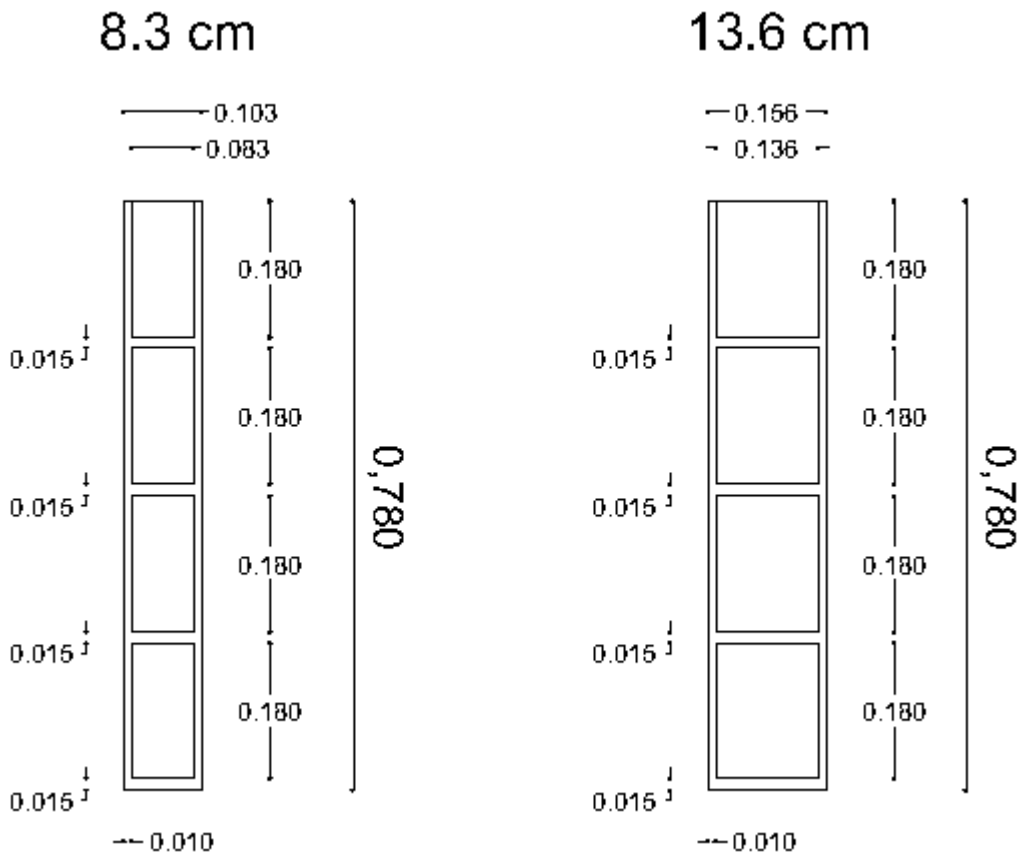
Vista lateral para diferentes anchos de bloques



Esc. 1:10 Unidades en metros

Figura 6.1.3. Esquema de construcción para mampostería de bloque de hormigón alivianado

Vista frontal



Esc. 1:10 Unidades en metros

Figura 6.1.4. Esquema de construcción para mampostería de bloque de hormigón alivianado

Vista lateral para diferentes anchos de bloques

6.2. Cantidades de materiales

Cálculo de cantidades

Se utilizará la siguiente nomenclatura para el cálculo de cantidades de materiales:

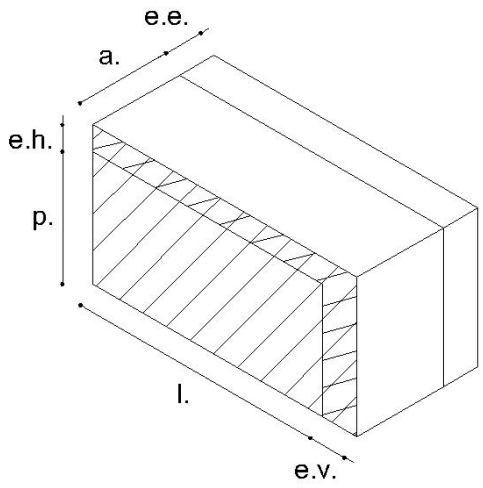


Figura 6.2.1. Nomenclatura para las dimensiones de un bloque

En el gráfico anterior

Dimensiones del bloque	**Capas de mortero**
a. = Ancho	*e.e.* = Espesor de la capa de enlucido
l. = Largo	*e.h.* = Espesor de la capa horizontal
p. = Profundidad	*e.v.* = Espesor de la capa vertical

La superficie lateral del bloque corresponde a la superficie rayada con líneas diagonales.

La superficie lateral del mortero corresponde a la superficie rayada con líneas cruzadas.

Número de bloques

El número de bloques se obtiene dividiendo 1 m^2 para la superficie lateral que ocupa un bloque de hormigón incluyendo la superficie lateral del mortero sobre su cara superior y una cara vertical.

$$\text{N° de bloques} = (1\ m^2) / (\text{superficie lateral por bloque})$$

$$\text{N° de bloques} = (1\ m^2) / ((l.+ e.v.) \times (p. + e.h.^*))$$

***** Este espesor horizontal (*e.h.*) corresponde al espesor final de 1.5 cm.

Cantidad de mortero de unión

La cantidad de mortero de unión se obtiene multiplicando el número de bloques necesarios para la construcción de 1 m^2 de mampostería, por el volumen de mortero necesario para cubrir la cara superior y una cara vertical de un bloque.

$$\text{C. de mortero de unión} = \text{N° de bloques} \times \text{Volumen de mortero para un bloque}$$

$$\text{C. de mortero de unión} = \text{N° de bloques} \times (((l. + e.v.) \times e.h.^* + p \times e.v.) \times a)$$

* Este espesor horizontal (e.h.) corresponde al espesor inicial de 2.0 cm.

Cantidad de mortero de enlucido

La cantidad de mortero de enlucido se obtiene multiplicando 1 m^2 por el espesor de las capas de enlucido que se colocan en ambas superficies de la pared de mampostería.

$$\text{C. de mortero de enlucido} = 2 \times 1\ m^2 \times e.e.$$

A continuación se presenta la Tabla 6.2.1. en la que se encuentran las cantidades de materiales necesarios para la construcción de 1 m^2 de pared de mampostería de bloque considerando las dimensiones de los esquemas de construcción elaborados así como el cálculo de cantidades mostrado anteriormente:

Bloque	Ancho (cm)	Bloques de hormigón (unidades)	Mortero de unión (m^3)	Mortero de enlucido (m^3)
Prensado	10	11,2573	0,0139	0,0200
	15	11,2573	0,0208	0,0200
	20	11,2573	0,0281	0,0200
Alivianado	10	12,7885	0,0123	0,0200
	15	12,7885	0,0202	0,0200

Tabla 6.2.1. Cantidades de materiales para la construcción de 1 m^2 de pared de mampostería de bloque.

Las cantidades de mortero de unión de bloques y mortero de enlucido no se suman debido a que se elaboran con dosificaciones cemento – arena diferentes. Como se ha mencionado anteriormente, para la elaboración de mortero de unión de bloques se suele emplear dosificaciones de 1:3 y 1:4 mientras que para el mortero de enlucido se suele emplear dosificaciones de 1:4 y 1:5.

Teniendo en cuenta que las dosificaciones cemento – arena más bajas son las que presentan los mayores valores de peso unitario, se va a considerar la dosificación 1:3 para mortero de unión y la dosificación 1:4 para mortero de enlucido con el fin de obtener los mayores valores al momento de calcular el peso por m^2 de mampostería de bloque.

6.3. Cálculo del peso de paredes de mampostería

Una vez que se ha obtenido la información referente al peso de bloques huecos de hormigón, peso unitario de morteros de arena y cemento así como las cantidades necesarias de estos materiales para la construcción de 1 m^2 de pared de mampostería se procede a calcular el peso correspondiente con diferentes combinaciones de materiales.

A continuación se muestra un ejemplo de cálculo para obtener el peso por m^2 de pared de mampostería de bloque de hormigón prensado de 15 cm de ancho con mortero de arena fina:

Material	Unidad	Cantidad	Peso (kg) por unidad	Peso total (kg)
Bloques de hormigón prensado de 15 cm de ancho	unidades	11,2573	10,38	116,80

Material	Unidad	Cantidad	Peso unitario (kg/m^3)	Peso total (kg)
Mortero de arena fina dosificación 1:3 para unión de bloques	m^3	0,0208	1743,53	36,27
Mortero de arena fina dosificación 1:4 para enlucido	m^3	0,0200	1670,06	33,40

Peso total (kg)	186,47

Tabla 6.3.1. Ejemplo de cálculo del peso por m^2 de pared de mampostería

El peso unitario se obtiene dividiendo los valores de peso por m^2 de pared de mampostería para el espesor correspondiente de cada tipo de pared.

Peso por m^2 de pared (kg/m^2)	Espesor (m)	Peso unitario de la pared (kg/m^3)
186,47	0,17	1096,87

Tabla 6.3.2. Ejemplo de cálculo del peso unitario de una pared de mampostería

Si se requiere calcular cargas por unidad de longitud, éstas se pueden obtener multiplicando los valores de peso por m^2 de pared por la altura de la pared de mampostería.

Peso por m^2 de pared (kg/m^2)	Altura de la pared (m)	Carga por unidad de longitud (kg/m)
186,47	2,40	447,52

Tabla 6.3.3. Ejemplo de cálculo de la carga por unidad de longitud de una pared de mampostería

6.4. Peso por m^2 de paredes de mampostería de bloque

A continuación se presenta la Tabla 6.4.1. en la que se puede obtener el peso por m^2 de una pared de mampostería a partir de la combinación de diferentes tipos de morteros con bloques prensados o alivianados de distintos espesores.

Se considera una dosificación cemento – arena 1:3 para el mortero de unión de bloques y una dosificación 1:4 para el mortero de enlucido debido a que éstas poseen el mayor valor de densidad.

Si los valores de peso por m^2 de pared se dividen para su espesor, se obtiene el peso unitario de la pared de mampostería de bloque

Si los valores de peso por m^2 de pared se multiplican por la altura de la pared de mampostería se obtiene la carga por unidad de longitud correspondiente.

			Bloque prensado			Bloque alivianado	
Ancho de bloque (cm)			10	15	20	10	15
Número de bloques			11,2573	11,2573	11,2573	12,7885	12,7885
Peso de bloques (kg)			8,68	10,38	13,73	4,18	6,02
Mortero de unión (m^3)			0,0139	0,0208	0,0281	0,0123	0,0202
Mortero de enlucido (m^3)			0,0200	0,0200	0,0200	0,0200	0,0200
Espesor de pared (m)			0,120	0,170	0,222	0,103	0,156
Mortero	**Dosificación**	**Densidad (kg/m^3)**	**Peso por m^2 de pared de mampostería (kg/m^2)**				
Arena de río	1:3	1809,85	158,37	189,94	240,96	111,17	149,03
	1:4	1774,61					
Arena fina	1:3	1743,53	155,35	186,47	237,00	108,26	145,60
	1:4	1670,06					
Polvo amarillo	1:3	1681,67	153,32	184,00	234,09	106,33	143,17
	1:4	1611,17					
Valor máximo de peso por m^2 (kg/m^2)			158,37	189,94	240,96	111,17	149,03

Tabla 6.4.1. Peso por m^2 de paredes de mampostería

6.5. Cálculo de densidad de paredes por m^2 de construcción

La densidad de paredes por m^2 de construcción corresponde a la relación entre la superficie vertical de paredes de mampostería y la superficie total de la planta considerada de una edificación.

Para obtener un valor representativo de densidad de paredes por m^2 de construcción se analizaron 30 proyectos de vivienda de la ciudad de Quito (estos planos se encuentran en el Anexo 3). A partir de estos planos se obtuvieron los siguientes parámetros:

- Superficie de la planta en metros cuadrados (m^2)
- Ancho del bloque de la pared en centímetros (cm)
- Longitud de paredes en metros (m)
- Longitud de ventanas en metros (m)
- Longitud de puertas en metros (m)
- Superficie vertical neta de paredes en metros cuadrados (m^2)
- Densidad de paredes por m^2 de construcción (m^2/m^2)

Se registró el ancho del bloque de las paredes para determinar porcentajes de uso de cada dimensión (10, 15 o 20 cm de ancho). El valor de densidad de paredes por m^2 de construcción corresponde a la relación entre la superficie vertical neta de paredes y la superficie de la planta.

Para obtener el valor de superficie vertical neta de paredes se restó la superficie de ventanas y la superficie de puertas de la superficie divisoria vertical total. Se consideró una altura de entrepiso de 2,40 m, una altura de ventanas de 1,50 m y una altura de puertas de 2,10 m.

A continuación se presentan las Tablas 6.5.1. y 6.5.2 con el resumen de los datos obtenidos:

Plano N°	Ancho bloque (cm)	Sup. total (m^2)	Long. Paredes (m)	Long. Ventanas (m)	Long. Puertas (m)	Sup. Paredes (m^2)	Densidad de paredes (m^2/m^2)
1	15	122,03	87,18	11,72	7,54	175,82	1,441
2	10	82,24	78,35	7,59	5,58	164,94	2,006
3	15	159,03	113,23	17,73	8,82	226,64	1,425
4	15	194,32	126,27	27,04	8,97	243,65	1,254
5	15	259,65	143,08	40,29	9,94	262,08	1,009
6	10	76,35	61,78	9,10	4,91	124,32	1,628
7	15	242,17	154,37	47,51	7,57	283,32	1,170
8	10	95,82	72,35	13,17	5,97	141,36	1,475
9	10	105,21	79,91	9,67	5,79	165,11	1,569
10	10	68,85	59,34	9,91	4,08	118,98	1,728
11	10	165,75	91,18	7,54	6,69	193,47	1,167
12	15	161,04	118,21	15,58	7,20	245,22	1,523
13	10	112,58	88,59	16,97	5,85	174,86	1,553
14	10	129,12	87,37	11,10	5,14	182,24	1,411
15	15	60,62	55,06	11,26	3,67	107,54	1,774
16	15	85,03	65,61	11,66	4,28	130,98	1,540
17	15	157,47	103,59	24,14	7,19	197,30	1,253
18	15	134,30	101,53	14,34	8,03	205,30	1,529
19	20	194,42	129,14	11,94	10,90	269,13	1,384
20	10	83,37	67,52	5,66	4,65	143,80	1,725
21	15	124,02	89,81	12,99	7,76	179,76	1,449
22	15	89,58	67,39	12,36	5,69	131,26	1,465
23	15	244,98	146,13	27,16	10,18	288,59	1,178
24	15	197,39	131,52	22,72	10,62	259,27	1,313
25	15	90,16	75,41	15,76	5,60	145,58	1,615
26	15	105,35	80,61	14,96	6,33	157,73	1,497
27	15	106,27	74,57	15,11	6,03	143,64	1,352
28	10	94,45	86,58	12,55	8,66	170,77	1,808
29	10	100,04	81,38	13,01	6,50	162,14	1,621
30	15	127,24	91,31	14,43	6,43	184,00	1,446
Promedio		132,29	93,61	16,17	6,89	185,96	1,477
Máximo		259,65	154,37	47,51	10,90	288,59	2,006
Mínimo		60,62	55,06	5,66	3,67	107,54	1,009

Tabla 6.5.1. Cálculo de densidad de paredes por unidad de superficie

Ancho (cm)	Cantidad	Porcentaje de uso
10	11	36,67%
15	18	60,00%
20	1	3,33%

Tabla 6.5.2. Cantidades y porcentajes de uso de bloques según su ancho

6.6. Cálculo de carga por unidad de superficie de paredes de mampostería

Una vez que se ha obtenido un valor promedio de densidad de paredes por m^2 de construcción así como un valor máximo y un valor mínimo probable en base a los proyectos analizados, se van a multiplicar estos valores por los mayores valores de peso por m^2 de paredes para obtener las cargas por unidad de superficie correspondientes.

		Bloque prensado			Bloque alivianado	
Ancho de bloque (cm)		10	15	20	10	15
Peso por m^2 (kg/m^2)		158,37	189,94	240,96	111,17	149,03
Densidad de paredes (m^2/m^2)		**Carga por unidad de superficie (kg/m^2)**				
Valor promedio	1,477	233,91	280,54	355,89	164,20	220,12
Valor máximo	2,006	317,63	380,95	483,28	222,97	298,90
Valor mínimo	1,009	159,84	191,71	243,20	112,21	150,42

Tabla 6.6.1. Cargas por unidad de superficie de paredes de mampostería de bloque

7. Conclusiones y recomendaciones

- Los valores de peso unitario de bloques de hormigón obtenidos en el presente estudio fueron menores que los valores establecidos en la NEC 11 y en el resto de normas de construcción analizadas[54]. Los valores establecidos en estas normas varían entre 1200 y 2000 kg/m^3 para bloques de hormigón prensado y entre 850 y 1400 kg/m^3 para bloques de hormigón alivianado.

- Los valores de densidad de morteros de arena y cemento obtenidos en el presente estudio también fueron menores que los valores establecidos en la NEC 11 y en el resto de normas de construcción analizadas[55]. Los valores establecidos en estas normas varían entre 2000 y 2300 kg/m^3.

- Los mayores pesos por m^2 de paredes de mampostería obtenidos fueron de 158,37 kg/m^2, 189,94 kg/m^2 y 240,96 kg/m^2 para bloques de hormigón prensado de 10, 15 y 20 cm de ancho, respectivamente; y de 111,17 kg/m^2 y 149,03 kg/m^2 para bloques de hormigón alivianado de 10 y 15 cm de ancho, respectivamente.

  Estos pesos son notablemente mayores que los de otros tipos de materiales para la construcción de paredes como el gypsum que posee un peso de 57 kg/m^2, el cual corresponde aproximadamente a la tercera o cuarta parte del peso por m^2 de paredes de mampostería de bloque.[56]

  Considerando que el comportamiento de una edificación frente a acciones sísmicas depende directamente de su peso, se recomienda escoger de forma adecuada el material a ser utilizado en las paredes teniendo presente factores como su peso y durabilidad y procurando reducir la carga muerta aplicada.

---

[54] Ver Anexo 4, sección 4.1., pp. 120.

[55] Ver Anexo 4, sección 4.2., pp. 121.

[56] American Society of Civil Engineers, *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures ASCE Standard ASCE SEI 7-10*, Virginia, Autor, 2010, pp. 403.

- A pesar de que la NEC 11 no establece valores para el peso por m^2 de paredes de mampostería, se realizaron comparaciones con los valores presentados en otras normas de construcción[57]. Los valores de estas normas varían desde 140 kg/m^2 para paredes de bloques de 10 cm de ancho, hasta 330 kg/m^2 para paredes de bloques de 20 cm de ancho.

- En los proyectos analizados se puede observar que las paredes de bloques de 15 cm de ancho son las más utilizadas con un porcentaje de uso de 60,00%, seguidas de las paredes de bloques de 10 cm de ancho con un porcentaje de uso 36,66%. Las paredes de bloques de 20 cm de ancho son escasamente utilizadas representando un porcentaje de uso de solo 3,33%.

- Se debe tener en cuenta que es posible reducir el valor de densidad de paredes por m^2 de construcción y por tanto el valor de carga por unidad de superficie si se consideran las cargas por unidad de longitud debidas al peso de las paredes de mampostería que se levantan a lo largo de vigas. Sin embargo este procedimiento implica un análisis de cada proyecto en particular lo cual contradice el objetivo de este estudio.

  Además, se debe tener presente que la ubicación de las paredes de mampostería sobre la planta de una edificación puede no ser permanente a lo largo de su vida útil, por lo tanto se sugiere emplear cargas por unidad de superficie para contemplar el grado de incertidumbre que ciertas veces se presenta con respecto a la ubicación de las paredes de mampostería.

  Nótese que los procedimientos mencionados para considerar el peso de paredes de mampostería, ya sea aplicando una carga por unidad de superficie o una carga por unidad de longitud, son equivalentes debido a que el peso de las paredes de mampostería se transmite a las vigas a través del área tributaria de los paneles de una losa.

[57] Ver Anexo 4, sección 4.3., pp. 121.

- El rango de valores que puede presentar la densidad de paredes por m^2 de construcción así como el peso por m^2 de paredes de mampostería y las cargas por unidad de superficie correspondientes se resumen en la Tabla 7.1.:

		Bloque prensado			**Bloque alivianado**	
Ancho de bloque (cm)		10	15	20	10	15
Peso por m^2 (kg/m^2)		158,37	189,94	240,96	111,17	149,03
Densidad de paredes (m^2/m^2)		**Carga por unidad de superficie (kg/m^2)**				
Valor promedio	1,477	233,91	280,54	355,89	164,20	220,12
Valor máximo	2,006	317,63	380,95	483,28	222,97	298,90
Valor mínimo	1,009	159,84	191,71	243,20	112,21	150,42

Tabla 7.1. Valores obtenidos de carga por unidad de superficie

Considerando estos parámetros, se observa que la carga por unidad de superficie puede alcanzar valores de gran magnitud (que pueden llegar a representar más de la mitad del peso por m^2 de una losa alivianada de hormigón de 25 cm de espesor,[58] correspondiente a 586,4 kg/m^2), por lo cual se recomienda atención especial al momento de realizar el análisis de cargas para el diseño estructural.

- Considerando el amplio rango de valores que pueden presentar las cargas por unidad de superficie, se recomienda calcular el valor de este parámetro para cada proyecto, teniendo en cuenta la distribución y tamaño de las paredes presentes así como sus características constructivas y los pesos de los materiales correspondientes.

- Para realizar el cálculo de la carga por unidad de superficie de paredes de mampostería de bloque, se recomienda seguir el simple procedimiento descrito en el Anexo 6.[59]

[58] Ver Anexo 5, pp. 132.

[59] Ver Anexo 6, pp. 134.

- La NEC 11 no establece valores de carga por unidad de superficie de paredes de mampostería de bloque, sin embargo se pudo notar que los valores obtenidos de este parámetro fueron mayores que los valores mínimos establecidos en otras normas de construcción[60] cuyo rango varía entre 100 y 150 kg/m^2.

[60] Ver Anexo 4, sección 4.4., pp. 125.

Bibliografía

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

- Comitê Brasileiro de Construção Civil, *Cargas para o cálculo de estruturas de edificações,* Rio de Janeiro, ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1980.

- Instituto Nacional de Normalización, *Diseño estructural – Cargas permanentes y cargas de uso,* Santiago de Chile, Autor, 2009.

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

- Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, *Norma Ecuatoriana de la construcción*, Quito, Autor, 2011.

- Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, *Seguridad Estructural Acciones en la Edificación*, Madrid, Autor, 2009.

- American Society of Civil Engineers, *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures ASCE Standard ASCE SEI 7-10*, Virginia, Autor, 2010.

- Asamblea Legislativa del Distrito Federal, *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*, México D.F., Autor, 2004.

- Instituto de la Construcción y Gerencia, *Norma E.020 Cargas,* Lima, Autor, 2006.

- Dirección General Sectorial de Edificaciones, *Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones,* Caracas, Comisión Venezolana de Normas Industriales, 1988.

ANEXO 1 - Peso y dimensiones de diferentes bloques de hormigón

Bloques de hormigón prensado de 10 cm de ancho

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	8,87	40,1	19,8	10,0	7939,8	1117,16
2	9,39	40,1	20,1	10,1	8140,7	1153,46
3	9,44	40,1	20,1	10,1	8140,7	1159,61
4	8,62	40,2	20,2	10,0	8120,4	1061,52
5	8,45	40,2	20,1	10,0	8080,2	1045,77
Promedio	8,95	40,1	20,1	10,0	8084,3	1107,58

Tabla A.1.1. Datos de bloques de hormigón prensado de 10 cm de ancho del Proveedor 1

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	8,82	40,2	18,1	10,2	7421,7	1188,40
2	9,28	40,2	18,2	10,3	7535,9	1231,44
3	9,28	40,4	18,0	10,3	7490,2	1238,96
4	8,60	40,3	18,2	10,0	7334,6	1172,52
5	8,06	40,2	18,0	10,0	7236,0	1113,88
Promedio	8,81	40,3	18,1	10,2	7403,7	1189,68

Tabla A.1.2. Datos de bloques de hormigón prensado de 10 cm de ancho del Proveedor 2

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	8,91	40,2	20,5	10,0	8241,0	1081,18
2	8,86	40,2	20,0	10,0	8040,0	1101,99
3	8,93	40,3	20,4	10,0	8221,2	1086,22
4	9,13	40,3	19,7	10,0	7939,1	1150,00
5	8,94	40,2	20,1	10,0	8080,2	1106,41
Promedio	8,95	40,2	20,1	10,0	8104,3	1104,84

Tabla A.1.3. Datos de bloques de hormigón prensado de 10 cm de ancho del Proveedor 3

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	8,51	40,1	20,0	10,0	8020,0	1061,10
2	8,90	40,1	20,2	10,1	8181,2	1087,86
3	8,57	40,1	19,7	10,0	7899,7	1084,85
4	8,52	40,1	20,1	10,1	8140,7	1046,59
5	8,29	40,1	20,0	10,1	8100,2	1023,43
Promedio	8,56	40,1	20,0	10,1	8068,1	1060,72

Tabla A.1.4. Datos de bloques de hormigón prensado de 10 cm de ancho del Proveedor 4

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	8,03	40,0	19,8	9,9	7840,8	1024,13
2	8,15	40,0	19,7	9,9	7801,2	1044,71
3	8,24	40,0	19,7	10,0	7880,0	1045,69
4	7,79	40,0	20,0	10,0	8000,0	973,75
5	7,61	39,9	19,6	9,9	7742,2	982,93
Promedio	7,96	40,0	19,8	9,9	7852,6	1014,18

Tabla A.1.5. Datos de bloques de hormigón prensado de 10 cm de ancho del Proveedor 5

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	9,02	40,0	20,3	10,1	8201,2	1099,84
2	9,19	40,0	20,2	10,1	8160,8	1126,12
3	8,55	39,9	20,1	10,0	8019,9	1066,10
4	8,95	40,1	20,1	10,0	8060,1	1110,41
5	8,51	40,0	20,5	10,0	8200,0	1037,80
Promedio	8,84	40,0	20,2	10,0	8128,4	1088,04

Tabla A.1.6. Datos de bloques de hormigón prensado de 10 cm de ancho del Proveedor 6

Bloques huecos de hormigón prensado de 15 cm de ancho

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	11,21	40,1	20,1	15,0	12090,2	927,20
2	11,31	40,0	20,1	15,1	12140,4	931,60
3	11,27	40,0	19,8	15,1	11959,2	942,37
4	10,90	39,9	20,0	15,1	12049,8	904,58
5	10,67	39,9	19,8	15,0	11850,3	900,40
Promedio	11,07	40,0	20,0	15,1	12017,9	921,29

Tabla A.1.7. Datos de bloques de hormigón prensado de 15 cm de ancho del Proveedor 1

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	11,49	40,2	18,2	15,1	11047,8	1040,03
2	11,75	40,1	17,9	15,2	10910,4	1076,95
3	10,94	40,2	18,5	15,1	11229,9	974,19
4	11,51	40,2	18,7	15,1	11351,3	1013,98
5	10,50	40,2	18,5	15,2	11304,2	928,86
Promedio	11,24	40,2	18,4	15,1	11168,9	1006,19

Tabla A.1.8. Datos de bloques de hormigón prensado de 15 cm de ancho del Proveedor 2

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	10,15	40,1	20,0	15,0	12030,0	843,72
2	10,10	40,0	19,9	14,9	11860,4	851,57
3	10,06	40,0	20,0	14,7	11760,0	855,44
4	9,77	40,0	20,0	14,9	11920,0	819,63
5	9,45	39,9	19,7	14,8	11633,2	812,33
Promedio	9,91	40,0	19,9	14,9	11840,4	836,62

Tabla A.1.9. Datos de bloques de hormigón prensado de 15 cm de ancho del Proveedor 3

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	8,65	40,1	19,5	15,0	11729,3	737,47
2	9,35	40,2	19,6	15,1	11897,6	785,87
3	9,52	40,1	19,6	14,9	11710,8	812,92
4	9,54	40,2	19,3	15,0	11637,9	819,74
5	10,51	40,3	19,5	15,3	12023,5	874,12
Promedio	9,51	40,2	19,5	15,1	11799,7	806,29

Tabla A.1.10. Datos de bloques de hormigón prensado de 15 cm de ancho del Proveedor 4

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	9,87	40,3	20,2	15,0	12210,9	808,29
2	9,57	40,3	19,7	15,1	11988,0	798,30
3	10,00	40,0	19,8	15,0	11880,0	841,75
4	9,33	40,2	19,8	15,1	12019,0	776,27
5	10,19	40,1	19,7	14,9	11770,6	865,72
Promedio	9,79	40,2	19,8	15,0	11973,5	817,81

Tabla A.1.11. Datos de bloques de hormigón prensado de 15 cm de ancho del Proveedor 5

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	10,83	40,0	19,8	15,0	11880,0	911,62
2	10,52	40,1	19,7	15,0	11849,6	887,80
3	10,67	39,9	20,0	15,0	11970,0	891,40
4	11,20	40,1	19,7	15,1	11928,5	938,92
5	10,44	40,0	19,3	15,0	11580,0	901,55
Promedio	10,73	40,0	19,7	15,0	11841,7	906,29

Tabla A.1.12. Datos de bloques de hormigón prensado de 15 cm de ancho del Proveedor 6

Bloques huecos de hormigón prensado de 20 cm de ancho

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	16,55	40,1	19,5	20,1	15717,2	1052,99
2	13,67	40,0	19,6	20,0	15680,0	871,81
3	13,76	40,1	19,5	20,0	15639,0	879,85
4	14,71	40,1	19,8	20,0	15879,6	926,35
5	12,24	40,0	19,1	20,0	15280,0	801,05
Promedio	14,19	40,1	19,5	20,0	15639,0	907,09

Tabla A.1.13. Datos de bloques de hormigón prensado de 20 cm de ancho del Proveedor 3

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	14,14	40,4	19,2	20,8	16134,1	876,40
2	14,50	40,2	19,7	20,0	15838,8	915,47
3	14,96	40,1	19,6	20,0	15719,2	951,70
4	14,95	40,1	19,3	20,1	15556,0	961,04
5	13,55	40,1	19,8	20,0	15879,6	853,30
Promedio	14,42	40,2	19,5	20,2	15827,4	911,08

Tabla A.1.14. Datos de bloques de hormigón prensado de 20 cm de ancho del Proveedor 5

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	13,41	40,1	19,8	20,2	16038,4	836,12
2	13,75	40,3	19,4	20,7	16183,7	849,62
3	13,80	40,0	19,3	20,1	15517,2	889,34
4	12,81	40,2	19,9	20,5	16399,6	781,12
5	13,98	40,3	19,0	20,5	15696,9	890,62
Promedio	13,55	40,2	19,5	20,4	15967,2	848,61

Tabla A.1.15. Datos de bloques de hormigón prensado de 20 cm de ancho del Proveedor 6

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	13,03	40,4	19,5	20,3	15992,3	814,77
2	12,84	40,3	19,3	20,8	16178,0	793,67
3	12,79	40,1	19,5	20,4	15951,8	801,79
4	13,39	40,4	19,6	20,5	16232,7	824,88
5	12,84	40,4	19,5	20,5	16149,9	795,05
Promedio	12,98	40,3	19,5	20,5	16101,4	806,02

Tabla A.1.16. Datos de bloques de hormigón prensado de 20 cm de ancho del Proveedor 7

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	13,12	40,2	20,2	20,0	16240,8	807,84
2	12,77	40,0	19,8	19,8	15681,6	814,33
3	12,92	40,1	20,1	20,1	16200,8	797,49
4	11,36	40,0	19,5	19,9	15522,0	731,86
5	12,08	40,1	20,3	20,0	16280,6	741,99
Promedio	12,45	40,1	20,0	20,0	15983,9	778,91

Tabla A.1.17. Datos de bloques de hormigón prensado de 20 cm de ancho del Proveedor 8

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	13,44	40,0	19,4	19,9	15442,4	870,33
2	15,27	40,0	19,7	20,0	15760,0	968,91
3	15,41	40,0	20,0	20,1	16080,0	958,33
4	14,78	40,1	19,8	20,1	15959,0	926,12
5	15,20	40,1	19,8	20,0	15879,6	957,20
Promedio	14,82	40,0	19,7	20,0	15823,6	936,58

Tabla A.1.18. Datos de bloques de hormigón prensado de 20 cm de ancho del Proveedor 9

Bloques huecos de hormigón alivianado de 10 cm de ancho

Nota: En las distribuidoras de materiales para la construcción de Quito, este tipo de bloques se solicita como bloque de hormigón alivianado de 10 cm de ancho a pesar de que su ancho real sea de aproximadamente 8,5 cm.

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	3,56	37,9	17,5	8,4	5571,3	638,99
2	3,44	37,9	17,1	8,4	5444,0	631,89
3	3,50	38,0	17,0	8,4	5426,4	644,99
4	3,33	37,9	17,2	8,4	5475,8	608,13
5	3,52	37,9	17,1	8,4	5444,0	646,59
Promedio	3,47	37,9	17,2	8,4	5472,3	634,10

Tabla A.1.19. Datos de bloques de hormigón alivianado de 10 cm de ancho del Proveedor 1

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	4,77	38,0	17,4	8,4	5554,1	858,83
2	4,45	38,1	17,8	8,4	5696,7	781,15
3	4,46	37,9	17,7	8,4	5635,0	791,49
4	4,73	38,0	17,4	8,1	5355,7	883,17
5	4,80	38,0	17,6	8,5	5684,8	844,36
Promedio	4,64	38,0	17,6	8,4	5584,8	831,18

Tabla A.1.20. Datos de bloques de hormigón alivianado de 10 cm de ancho del Proveedor 4

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	3,87	38,1	17,8	8,5	5764,5	671,35
2	3,86	38,1	17,6	8,1	5431,5	710,66
3	4,04	38,2	17,4	8,4	5583,3	723,58
4	4,14	38,3	17,7	8,1	5491,1	753,95
5	3,65	38,2	18,3	8,3	5802,2	629,07
Promedio	3,91	38,2	17,8	8,3	5614,5	696,77

Tabla A.1.21. Datos de bloques de hormigón alivianado de 10 cm de ancho del Proveedor 5

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	4,85	37,7	17,9	8,4	5668,6	855,59
2	4,55	38,0	17,9	8,3	5645,7	805,93
3	4,33	38,0	17,8	8,5	5749,4	753,12
4	4,83	37,9	17,9	8,3	5630,8	857,78
5	4,79	37,8	17,5	8,4	5556,6	862,04
Promedio	4,67	37,9	17,8	8,4	5650,3	826,50

Tabla A.1.22. Datos de bloques de hormigón alivianado de 10 cm de ancho del Proveedor 6

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	4,23	37,8	18,6	8,3	5835,6	724,87
2	4,66	37,9	18,3	8,1	5617,9	829,49
3	4,72	37,8	18,1	8,3	5678,7	831,18
4	4,75	37,8	18,1	8,3	5678,7	836,46
5	4,51	37,8	18,5	8,3	5804,2	777,02
Promedio	4,57	37,8	18,3	8,3	5723,0	799,23

Tabla A.1.23. Datos de bloques de hormigón alivianado de 10 cm de ancho del Proveedor 7

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	3,70	38,1	18,8	8,4	6016,8	614,95
2	3,85	38,0	18,5	8,3	5834,9	659,82
3	3,80	38,0	18,5	8,2	5764,6	659,20
4	3,78	38,0	18,6	8,3	5866,4	644,34
5	3,84	37,9	18,4	8,2	5718,4	671,52
Promedio	3,79	38,0	18,6	8,3	5839,7	649,69

Tabla A.1.24. Datos de bloques de hormigón alivianado de 10 cm de ancho del Proveedor 10

Bloques huecos de hormigón alivianado de 15 cm de ancho

Nota: En las distribuidoras de materiales para la construcción de Quito, este tipo de bloques se solicita como bloque de hormigón alivianado de 15 cm de ancho a pesar de que su ancho real sea de aproximadamente 13,5 cm.

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	5,21	37,9	17,2	13,3	8670,0	600,92
2	4,92	37,9	17,3	13,6	8917,1	551,75
3	4,76	37,9	17,0	13,4	8633,6	551,33
4	5,27	37,8	16,7	13,4	8458,9	623,01
5	4,81	37,9	17,0	13,3	8569,2	561,31
Promedio	4,99	37,9	17,0	13,4	8649,4	577,38

Tabla A.1.25. Datos de bloques de hormigón alivianado de 15 cm de ancho del Proveedor 1

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	6,68	39,1	18,1	14,6	10332,6	646,50
2	6,66	39,1	18,4	13,4	9640,5	690,84
3	7,07	39,4	18,3	14,2	10238,5	690,53
4	7,05	38,9	17,9	14,2	9887,6	713,01
5	7,42	38,9	18,4	14,6	10450,1	710,04
Promedio	6,98	39,1	18,2	14,2	10110,9	689,95

Tabla A.1.26. Datos de bloques de hormigón alivianado de 15 cm de ancho del Proveedor 4

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	6,09	38,4	17,9	13,8	9485,6	642,03
2	5,64	37,8	17,8	13,2	8881,5	635,03
3	5,49	38,1	17,8	13,4	9087,6	604,12
4	5,75	38,0	17,7	13,3	8945,6	642,78
5	6,00	38,2	17,9	13,5	9231,0	649,98
Promedio	5,79	38,1	17,8	13,4	9125,0	634,96

Tabla A.1.27. Datos de bloques de hormigón alivianado de 15 cm de ancho del Proveedor 5

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	7,71	37,8	19,2	13,9	10088,1	764,27
2	7,74	38,0	19,5	13,6	10077,6	768,04
3	7,96	38,2	19,5	13,8	10279,6	774,35
4	7,72	38,1	19,5	13,7	10178,4	758,47
5	6,50	38,0	19,5	13,7	10151,7	640,29
Promedio	7,53	38,0	19,4	13,7	10155,4	741,09

Tabla A.1.28. Datos de bloques de hormigón alivianado de 15 cm de ancho del Proveedor 6

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	5,72	37,5	17,6	13,4	8844,0	646,77
2	5,84	37,4	17,5	13,5	8835,8	660,95
3	5,79	37,4	17,7	13,7	9069,1	638,43
4	5,59	37,5	17,9	13,6	9129,0	612,33
5	5,49	37,4	17,6	13,5	8886,2	617,81
Promedio	5,69	37,4	17,7	13,5	8952,5	635,13

Tabla A.1.29. Datos de bloques de hormigón alivianado de 15 cm de ancho del Proveedor 7

N°	Peso natural (kg)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Volumen (cm^3)	P. unitario (kg/m^3)
1	5,26	37,9	18,6	13,4	9446,2	556,84
2	5,03	37,9	18,7	13,5	9567,9	525,72
3	5,26	38,0	18,6	13,5	9541,8	551,26
4	5,13	37,9	18,5	13,4	9395,4	546,01
5	5,02	37,9	18,6	13,5	9516,7	527,49
Promedio	5,14	37,9	18,6	13,5	9493,5	541,42

Tabla A.1.30. Datos de bloques de hormigón alivianado de 15 cm de ancho del Proveedor 10

Proveedor N°	Nombre del centro de distribución	Dirección	Sector
1	Ferretería Durini	Ignacio de Quezada Oe9-15 y Gaspar Sangurima.	Las Casas
2	Distribuidora "El Vergel"	San Carlos, Panamericana Norte S/N y 12 de Noviembre.	Yaruquí
3	Ferretería "El Artesano"	Vía Interoceánica N°2670 y Rocafuerte.	Tumbaco
4	Ferretería Amazonas	Humberto Albornoz Oe8-168 y Ugarte.	La Comuna
5	Ferretería Mantilla Andrade	Canadá N16-71 y Río de Janeiro.	San Juan
6	Ferretería Mena Construcciones	Calle Pontevedra N24-258 y Guipúzcoa.	La Floresta
7	Distribuidora San Luis	Av. República Oe3-323 y Mañosca.	Veracruz
8	Bloquera Piedra	Av. Mariscal Sucre Oe8-166 y José Sánchez de Orellana.	La Pulida
9	Ferretería "El Condado"	Av. Mariscal Sucre N71-43 y San Francisco de Rumiurco.	El Condado
10	Ferretería "BLASA"	Av. Mariscal Sucre N°90 y Pasaje Peatonal.	San Carlos

Tabla A.1.31. Lista de proveedores

ANEXO 2 – Peso unitario de diferentes morteros

Cubos de mortero de arena de río

Cubo	Peso (g)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Volumen (cm^3)	P. Unitario (g/cm^3)
1	245,54	51,74	51,84	50,83	136,34	1,801
2	243,41	51,46	51,53	50,08	132,80	1,833
3	241,37	50,81	51,50	51,37	134,42	1,796
					Promedio	1,810

Tabla A.2.1. Datos de cubos de mortero hechos con arena de río con dosificación 1:3

Cubo	Peso (g)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Volumen (cm^3)	P. Unitario (g/cm^3)
1	238,72	50,99	52,19	51,24	136,36	1,751
2	239,43	50,99	51,58	51,21	134,69	1,778
3	240,65	51,26	51,88	50,40	134,03	1,795
					Promedio	1,775

Tabla A.2.2. Datos de cubos de mortero hechos con arena de río con dosificación 1:4

Cubo	Peso (g)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Volumen (cm^3)	P. Unitario (g/cm^3)
1	232,10	50,49	50,62	51,09	130,58	1,778
2	232,00	50,55	51,55	50,91	132,66	1,749
3	233,20	50,60	51,52	50,65	132,04	1,766
					Promedio	1,764

Tabla A.2.3. Datos de cubos de mortero hechos con arena de río con dosificación 1:5

Cubos de mortero de arena fina

Cubo	Peso (g)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Volumen (cm^3)	P. Unitario (g/cm^3)
1	232,03	51,17	50,93	51,06	133,07	1,744
2	232,94	50,94	51,15	51,04	132,99	1,752
3	231,59	51,14	51,16	51,01	133,46	1,735
					Promedio	1,744

Tabla A.2.4. Datos de cubos de mortero hechos con arena fina con dosificación 1:3

Cubo	Peso (g)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Volumen (cm^3)	P. Unitario (g/cm^3)
1	228,43	50,91	51,74	51,59	135,89	1,681
2	227,33	51,65	51,17	51,62	136,43	1,666
3	228,84	51,26	51,42	52,21	137,61	1,663
					Promedio	1,670

Tabla A.2.5. Datos de cubos de mortero hechos con arena fina con dosificación 1:4

Cubo	Peso (g)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Volumen (cm^3)	P. Unitario (g/cm^3)
1	217,22	51,48	50,62	50,43	131,42	1,653
2	219,90	50,75	51,53	50,67	132,51	1,660
3	218,39	50,55	50,78	51,67	132,63	1,647
					Promedio	1,653

Tabla A.2.6. Datos de cubos de mortero hechos con arena fina con dosificación 1:5

Cubos de mortero de polvo amarillo

Cubo	Peso (g)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Volumen (cm^3)	P. Unitario (g/cm^3)
1	228,63	51,68	51,99	51,01	137,06	1,668
2	234,15	51,56	52,32	51,37	138,58	1,690
3	225,71	51,86	50,66	50,92	133,78	1,687
					Promedio	1,682

Tabla A.2.7. Datos de cubos de mortero hechos con polvo amarillo con dosificación 1:3

Cubo	Peso (g)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Volumen (cm^3)	P. Unitario (g/cm^3)
1	215,61	51,44	50,95	51,26	134,35	1,605
2	217,21	51,75	50,87	51,08	134,47	1,615
3	215,87	51,72	50,52	51,21	133,81	1,613
					Promedio	1,611

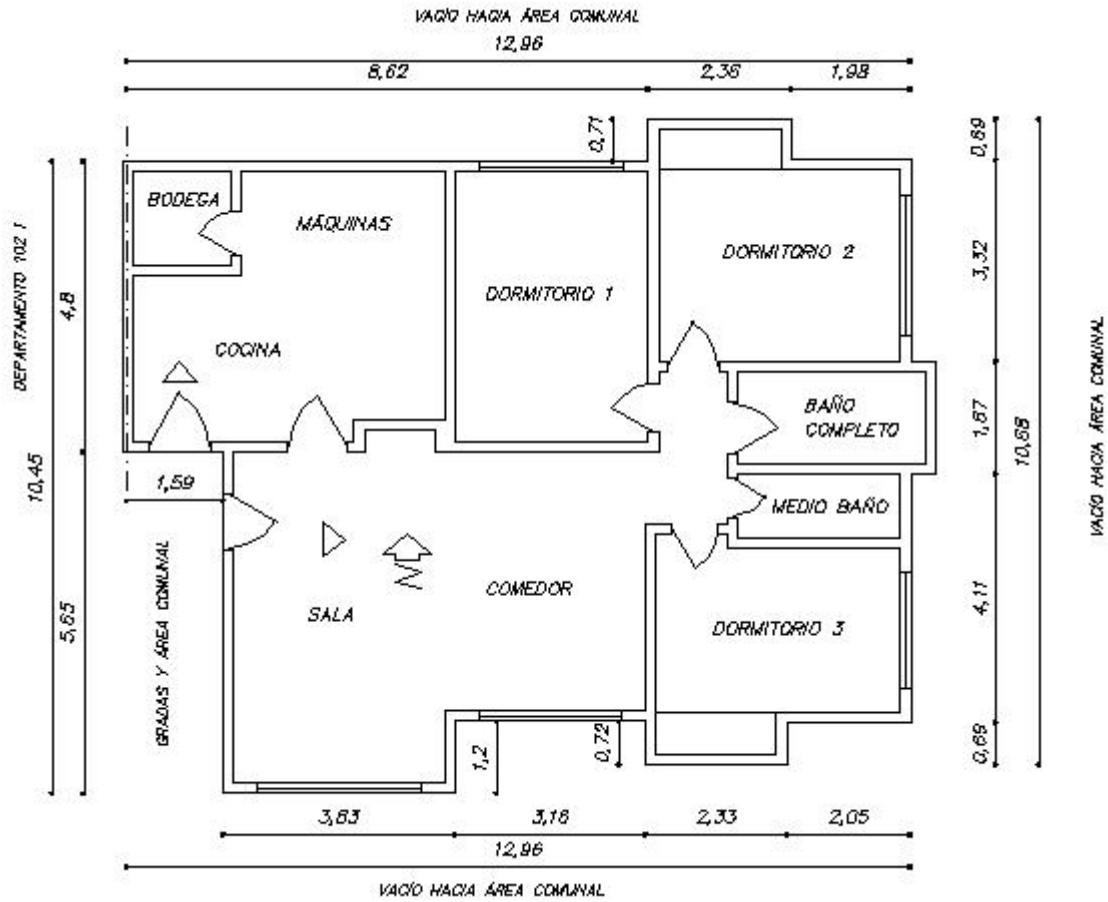
Tabla A.2.8. Datos de cubos de mortero hechos con polvo amarillo con dosificación 1:4

Cubo	Peso (g)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Volumen (cm^3)	P. Unitario (g/cm^3)
1	209,93	51,62	50,85	50,48	132,50	1,584
2	208,83	51,66	50,98	50,63	133,34	1,566
3	209,08	51,64	50,84	50,81	133,40	1,567
					Promedio	1,573

Tabla A.2.9. Datos de cubos de mortero hechos con polvo amarillo con dosificación 1:5

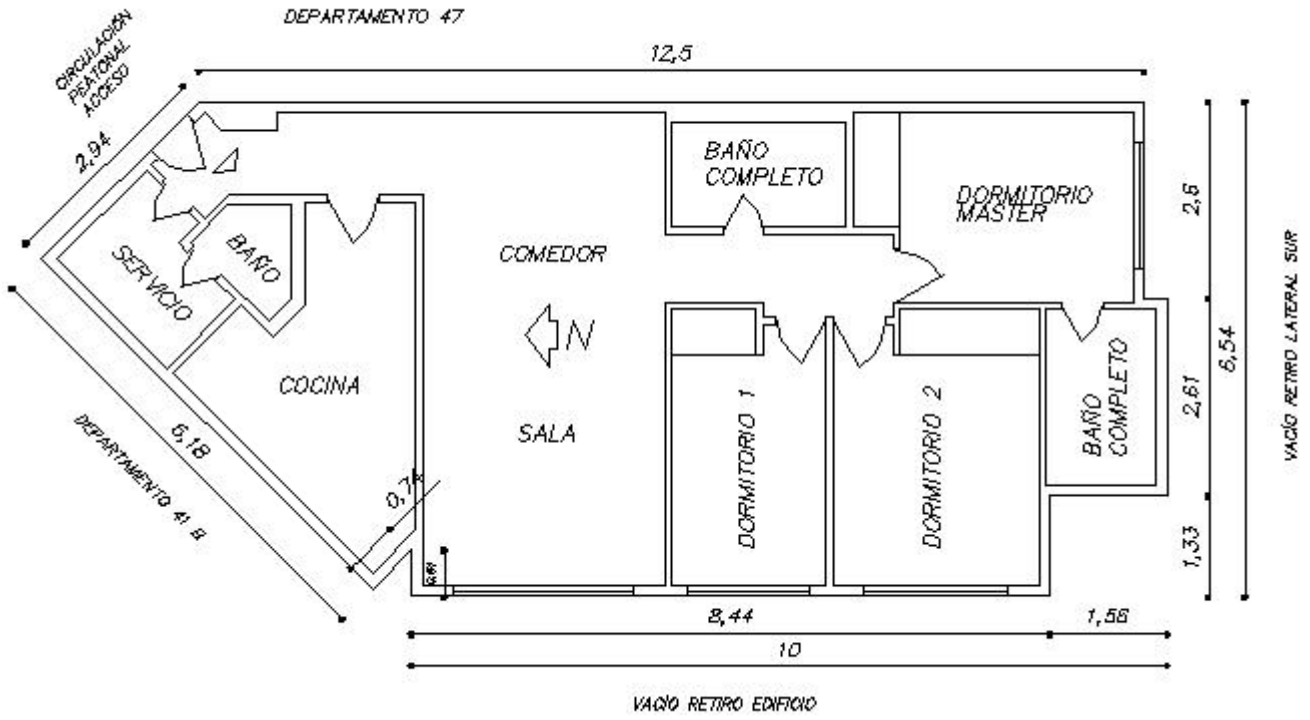
ANEXO 3 - Peso y cargas por unidad de superficie de paredes de mampostería

PLANO 1



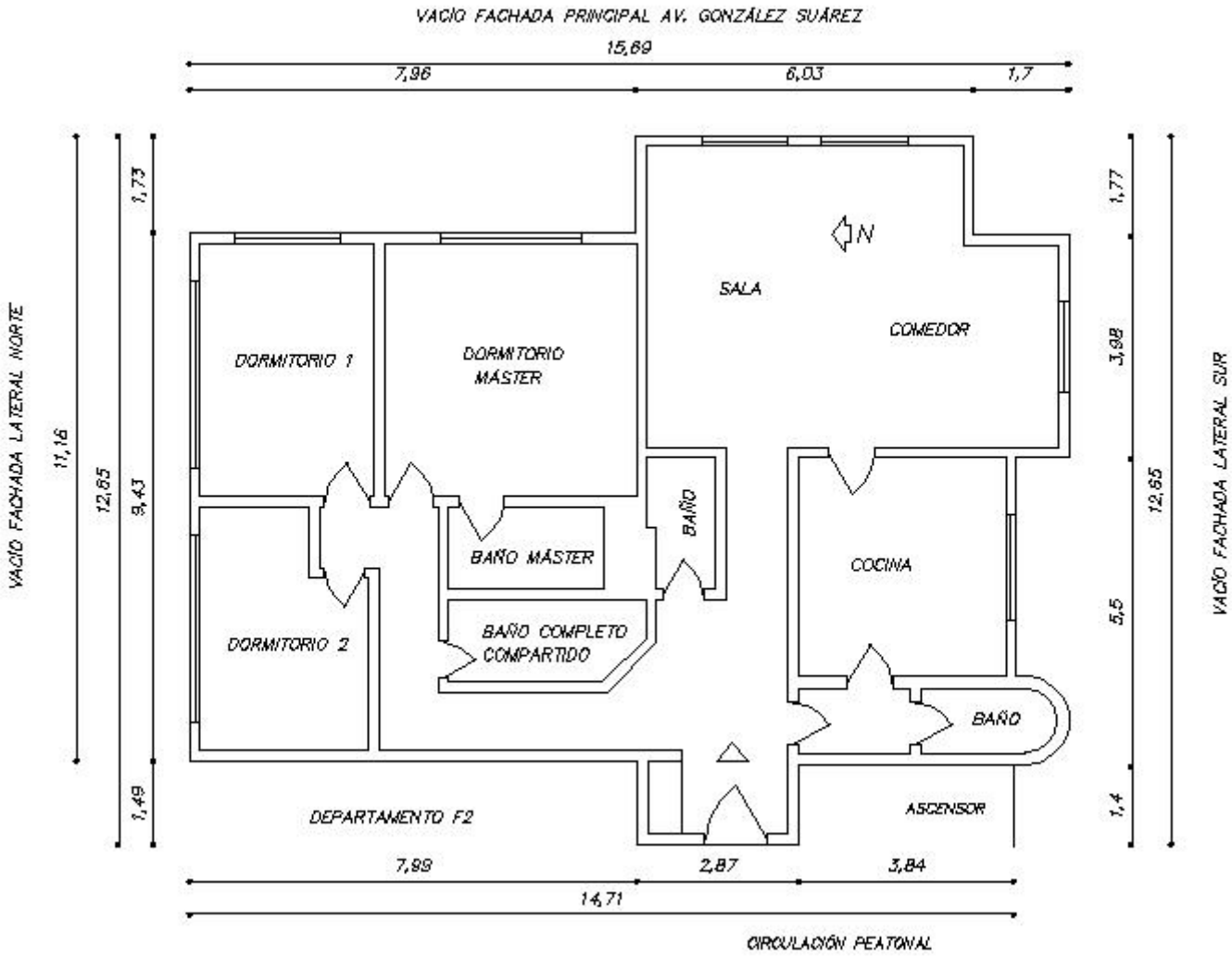
Esc. 1:125

PLANO 2



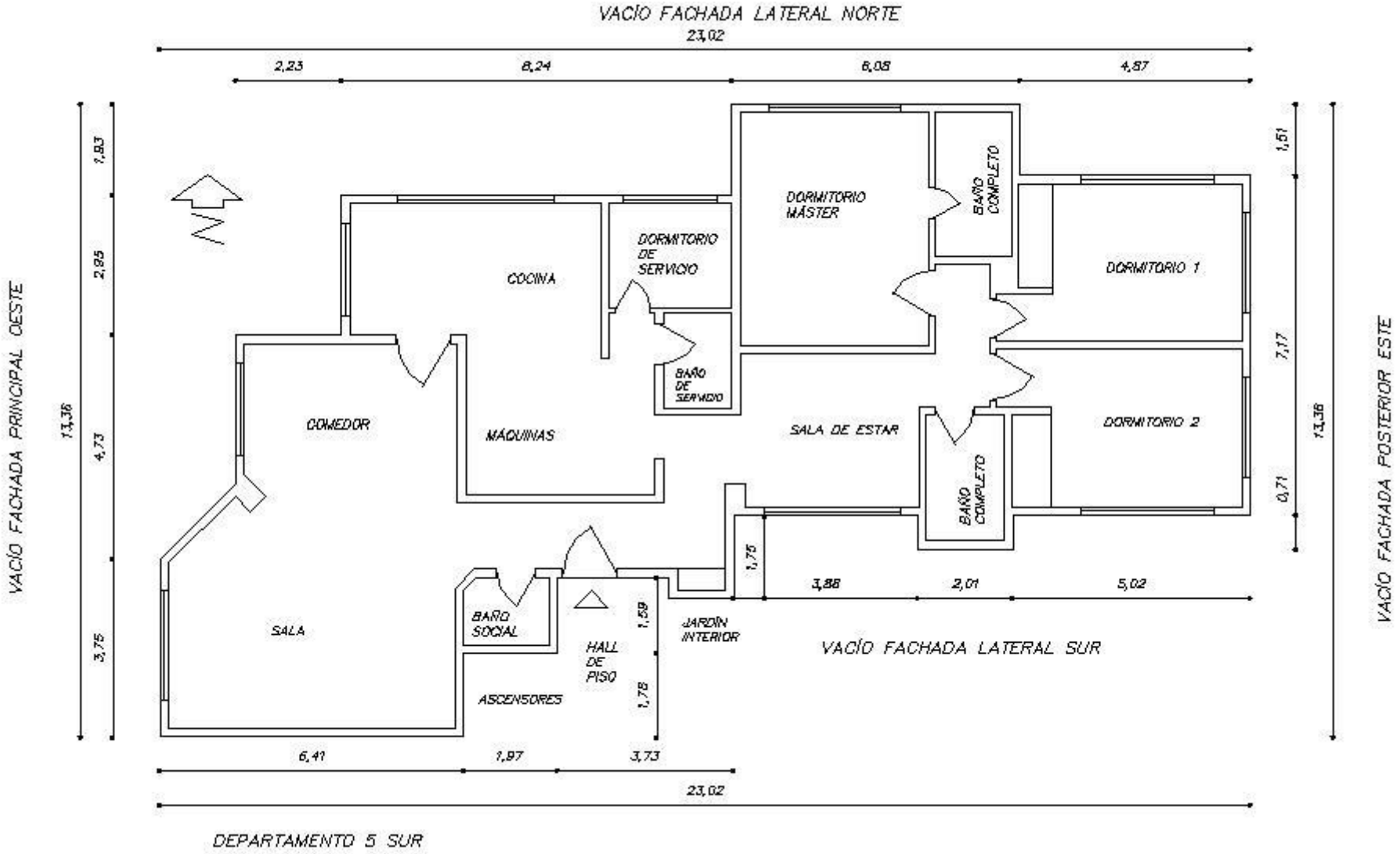
Esc. 1:100

PLANO 3



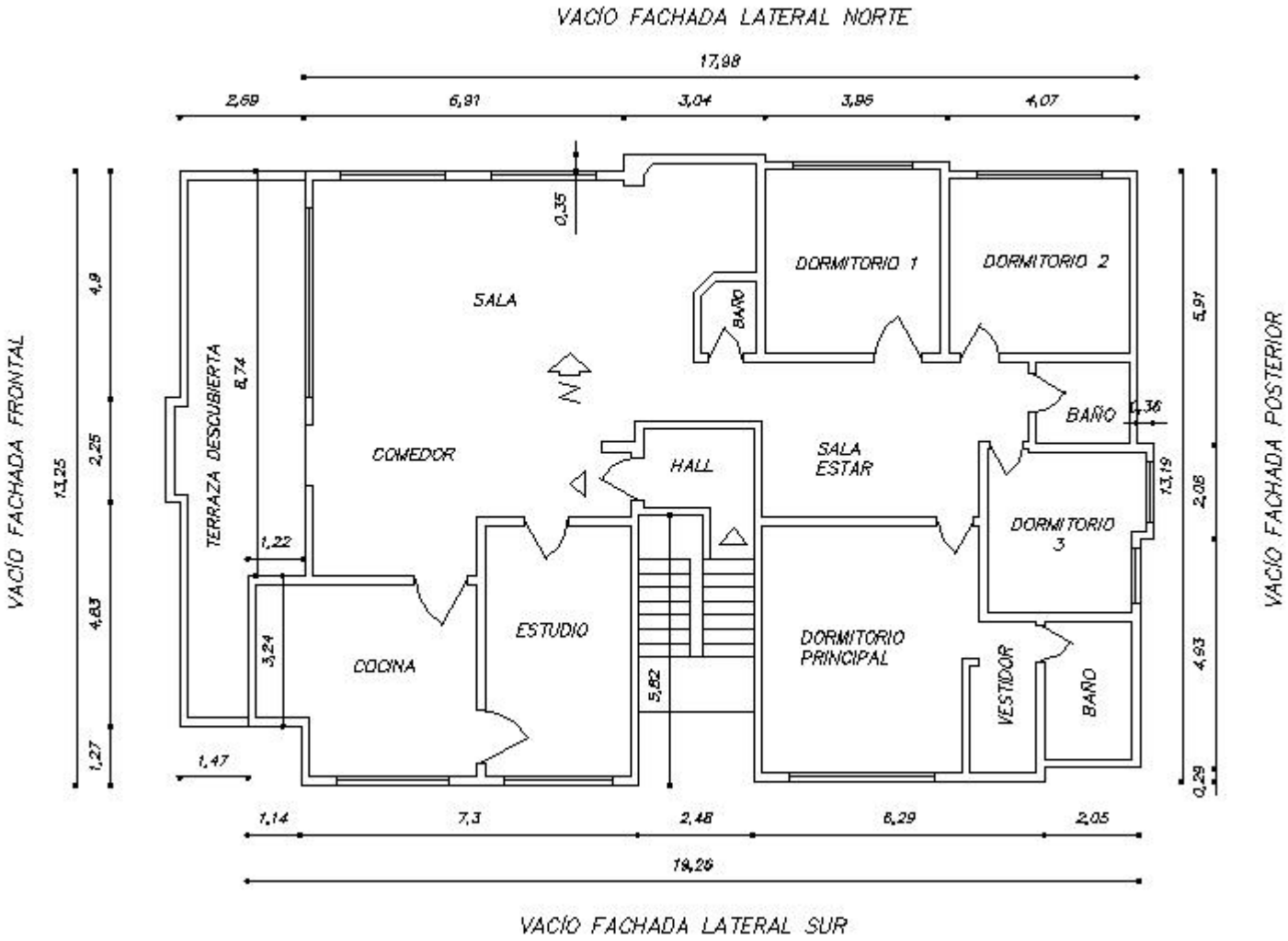
Esc. 1:125

PLANO 4



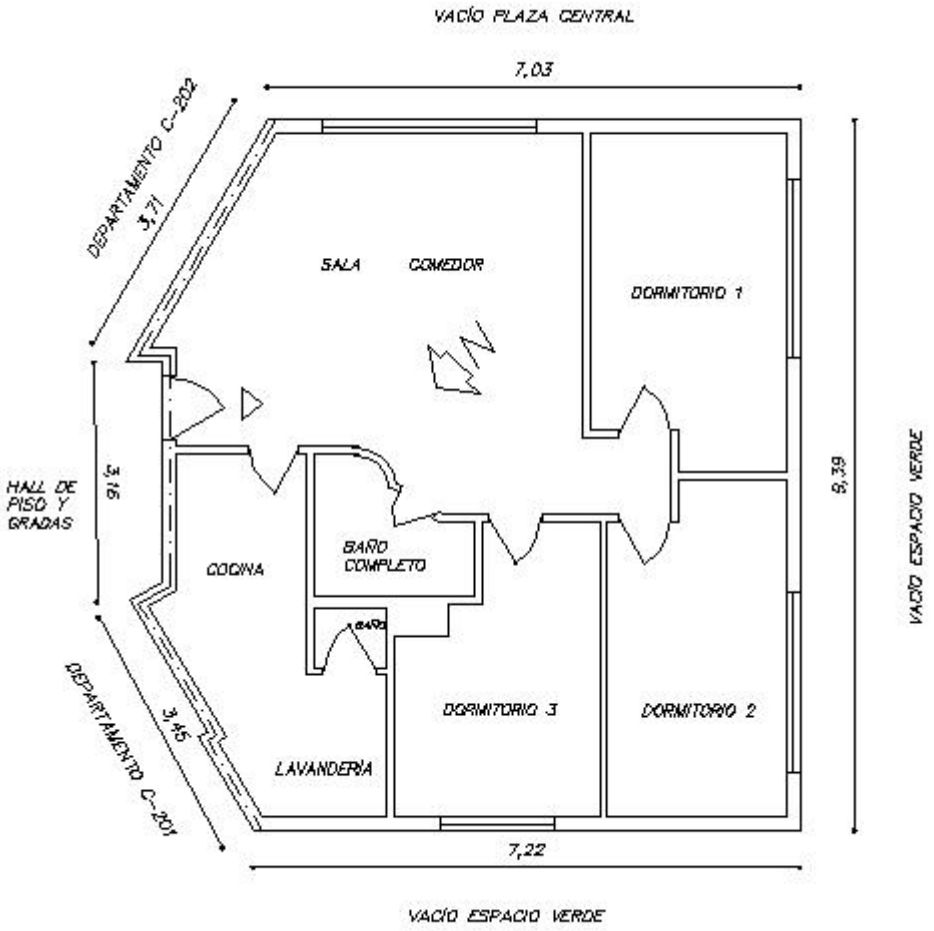
Esc. 1:125

PLANO 5



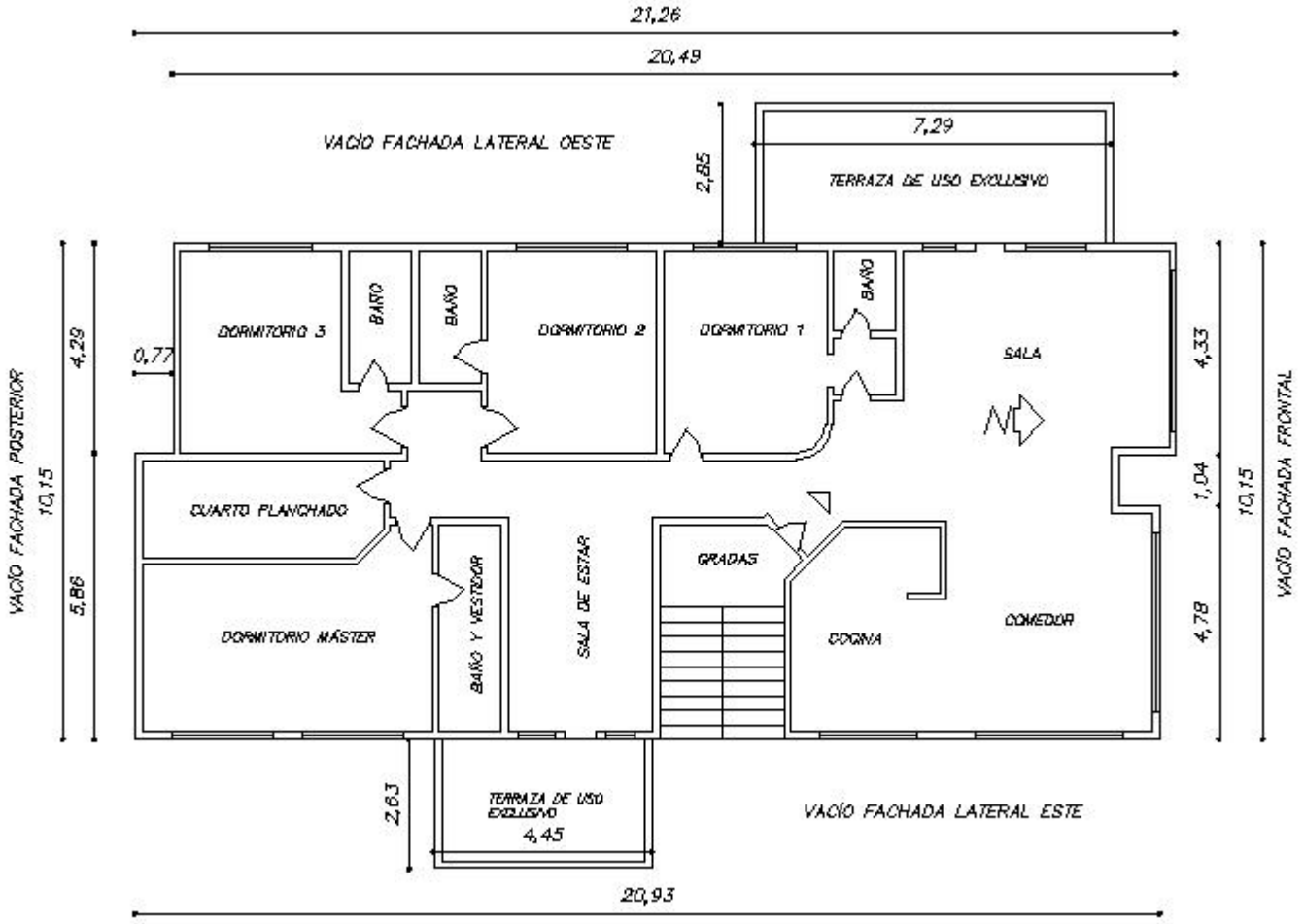
Esc. 1:150

PLANO 6



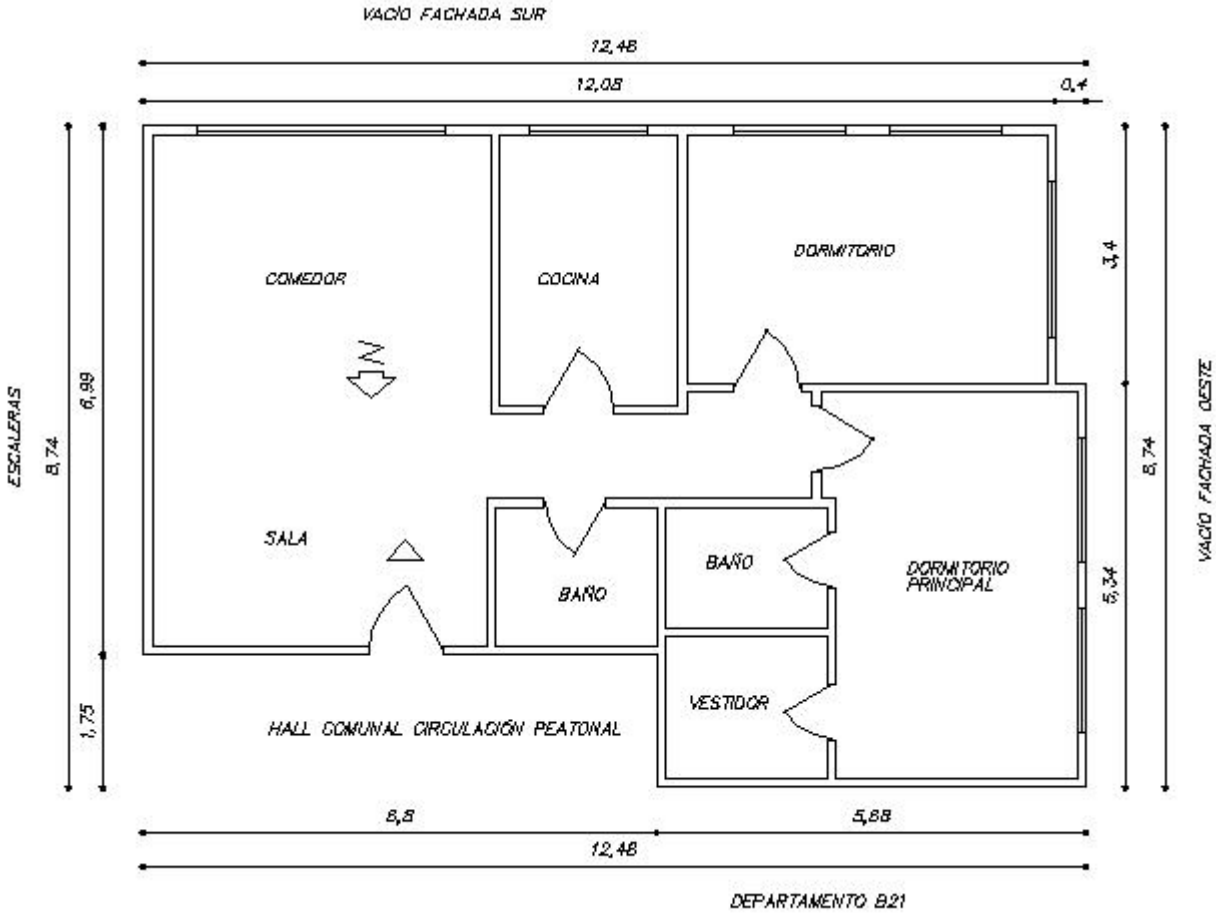
Esc. 1:100

PLANO 7



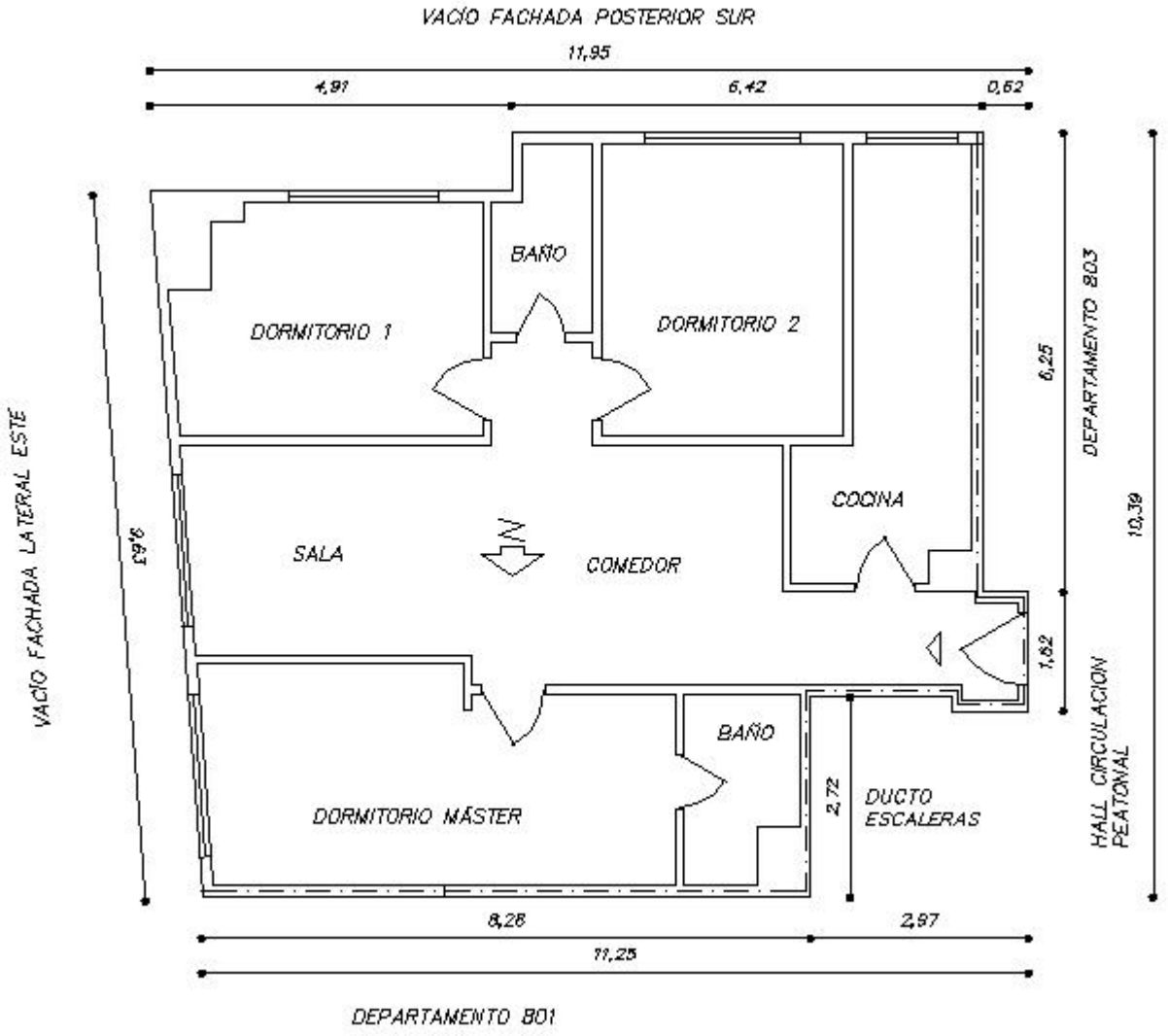
Esc. 1:150

PLANO 8



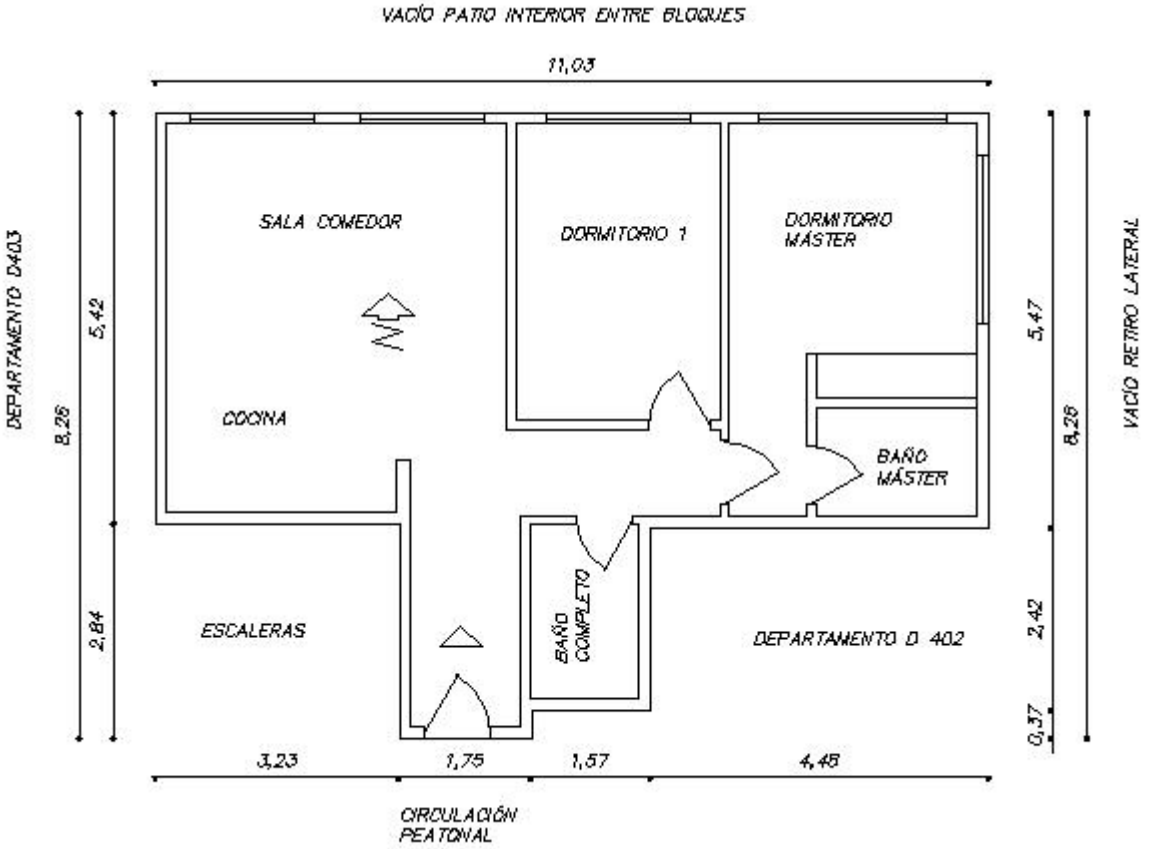
Esc. 1:100

PLANO 9



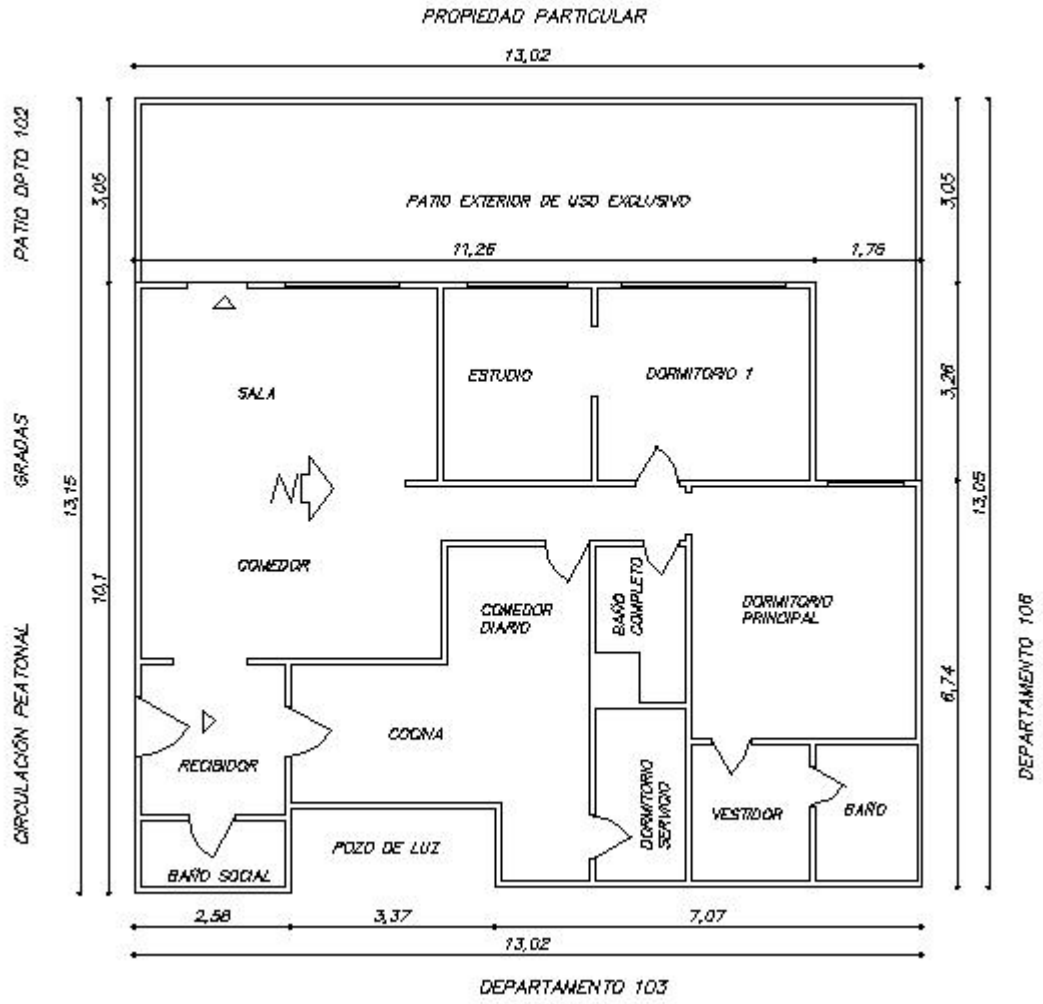
Esc. 1:100

PLANO 10



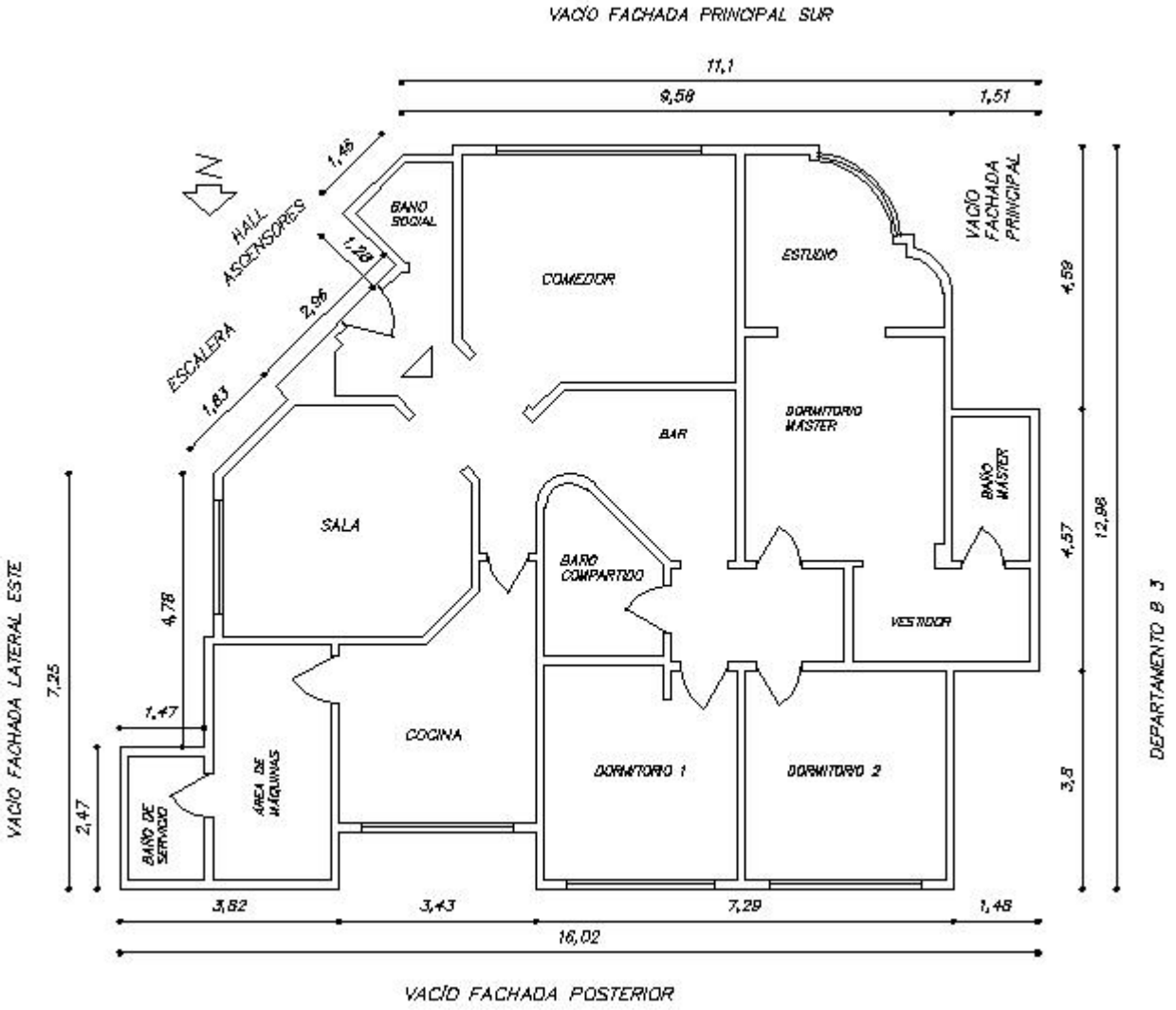
Esc. 1:100

PLANO 11



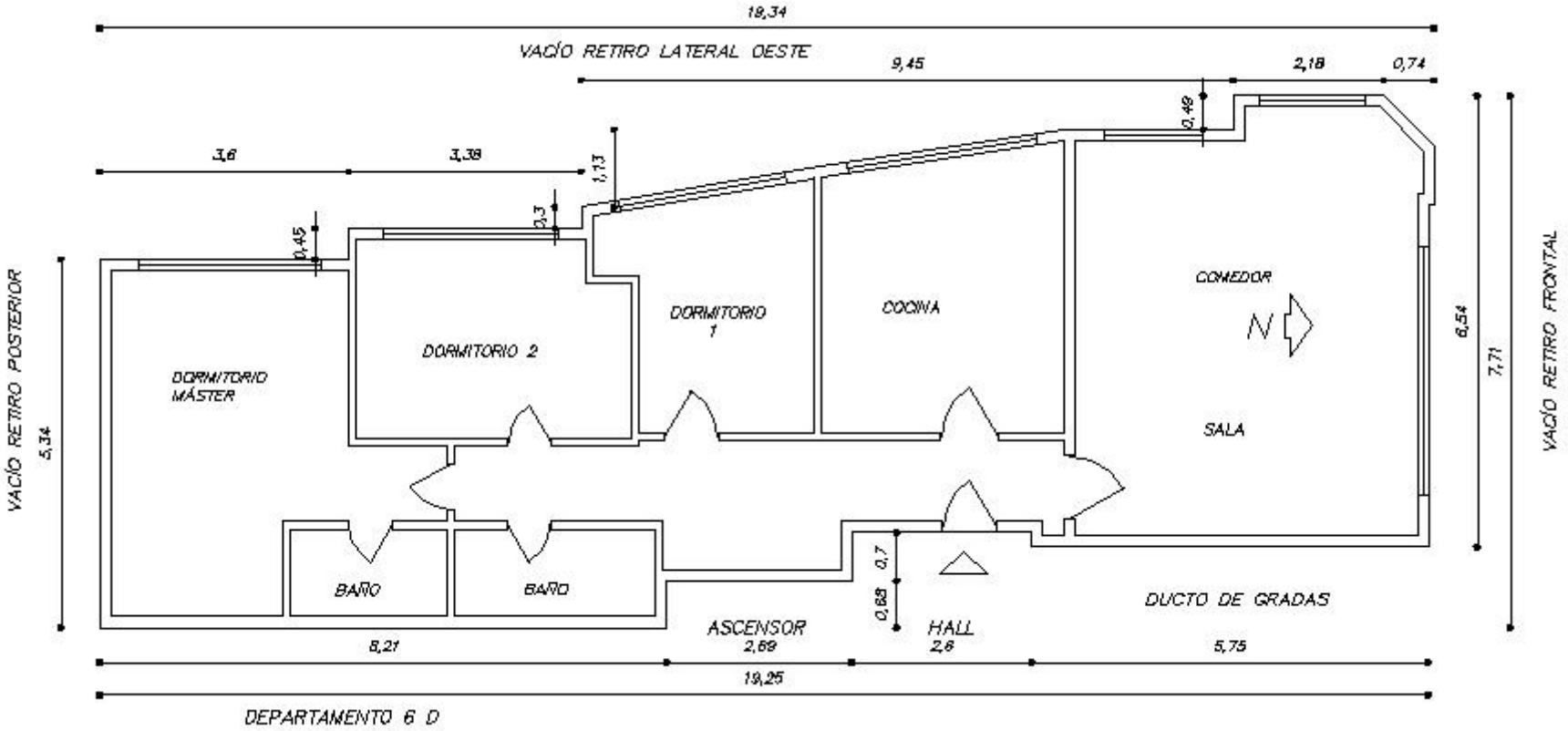
Esc. 1:125

PLANO 12



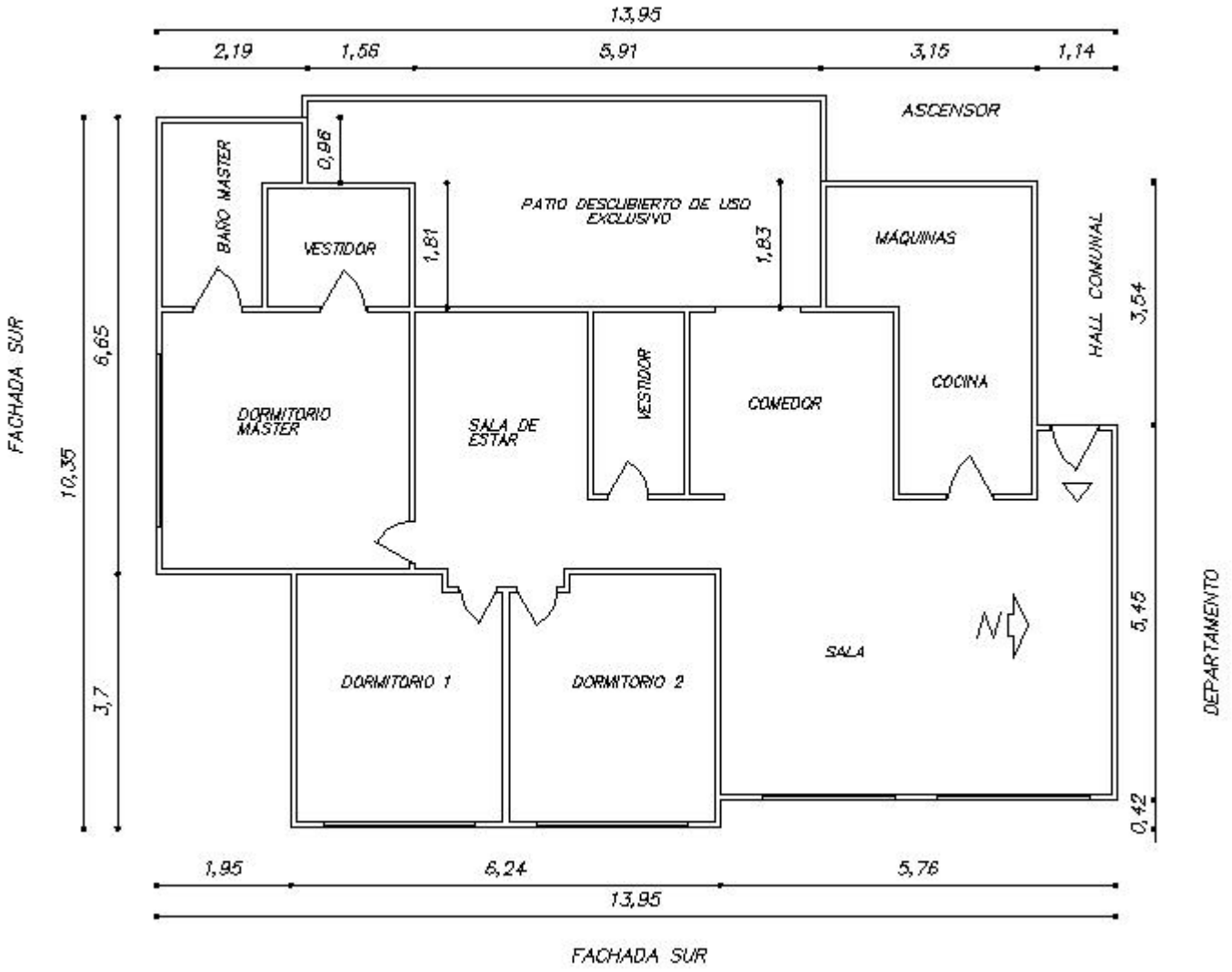
Esc. 1:125

PLANO 13



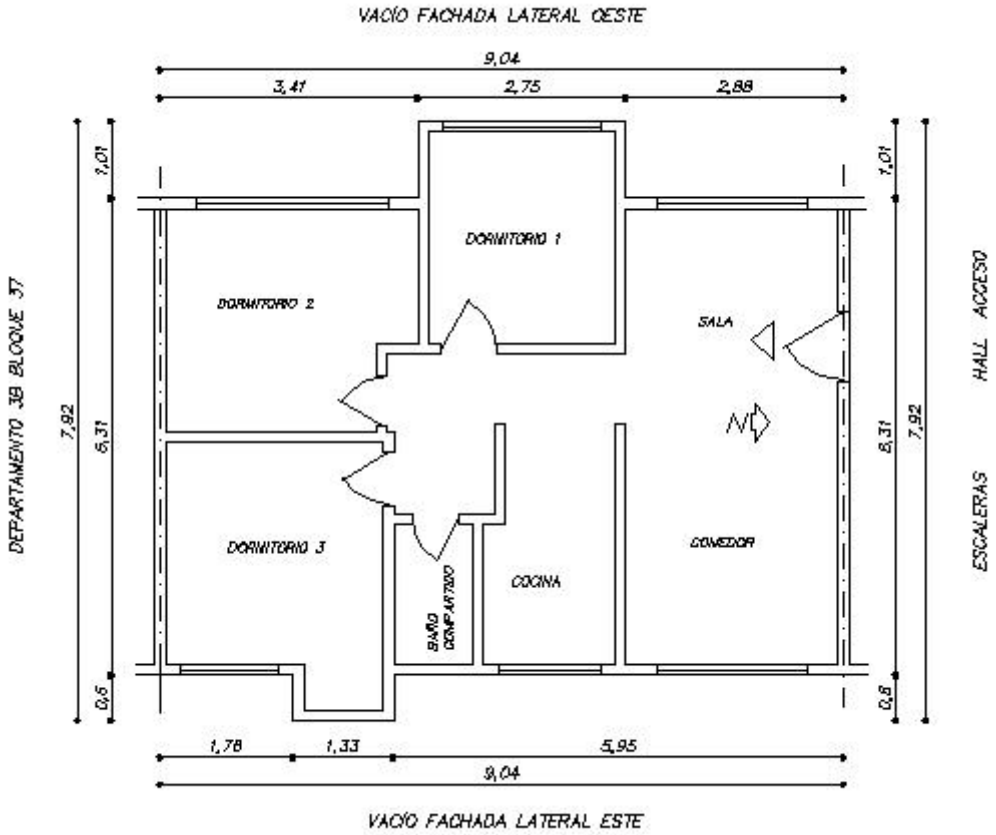
Esc. 1:100

PLANO 14



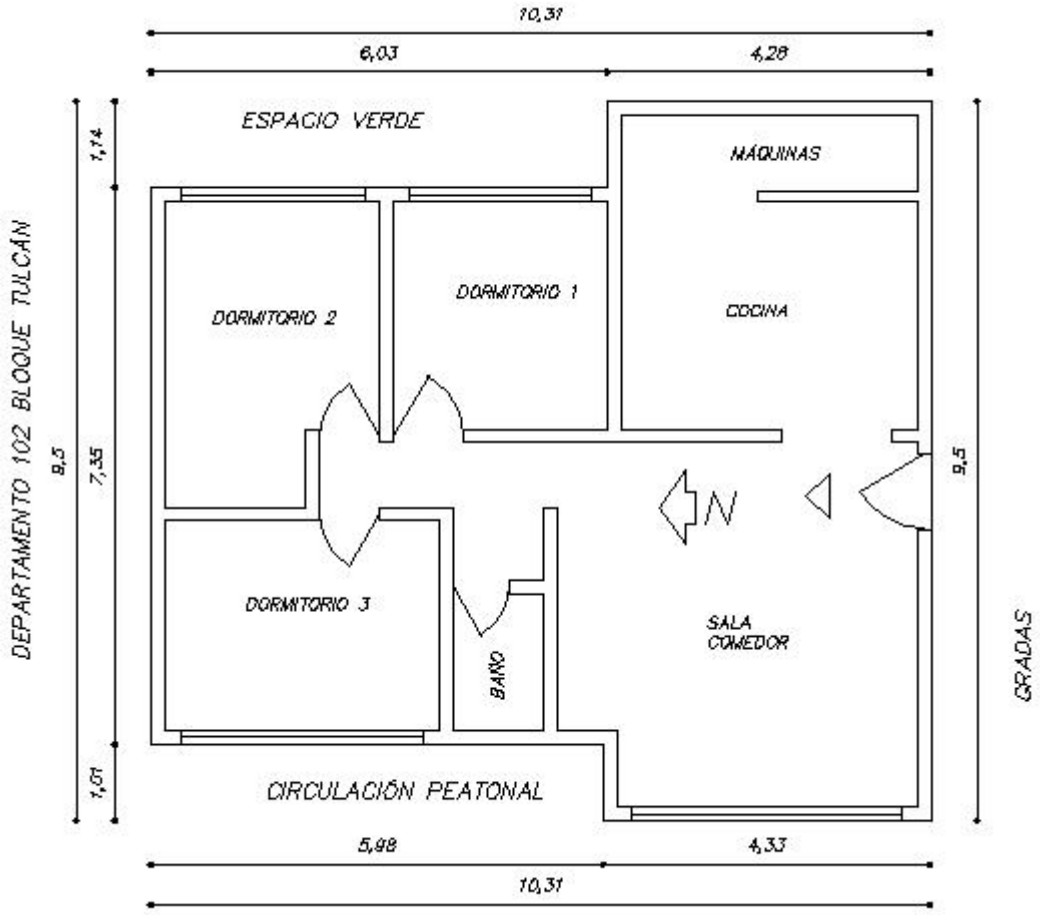
Esc. 1:100

PLANO 15



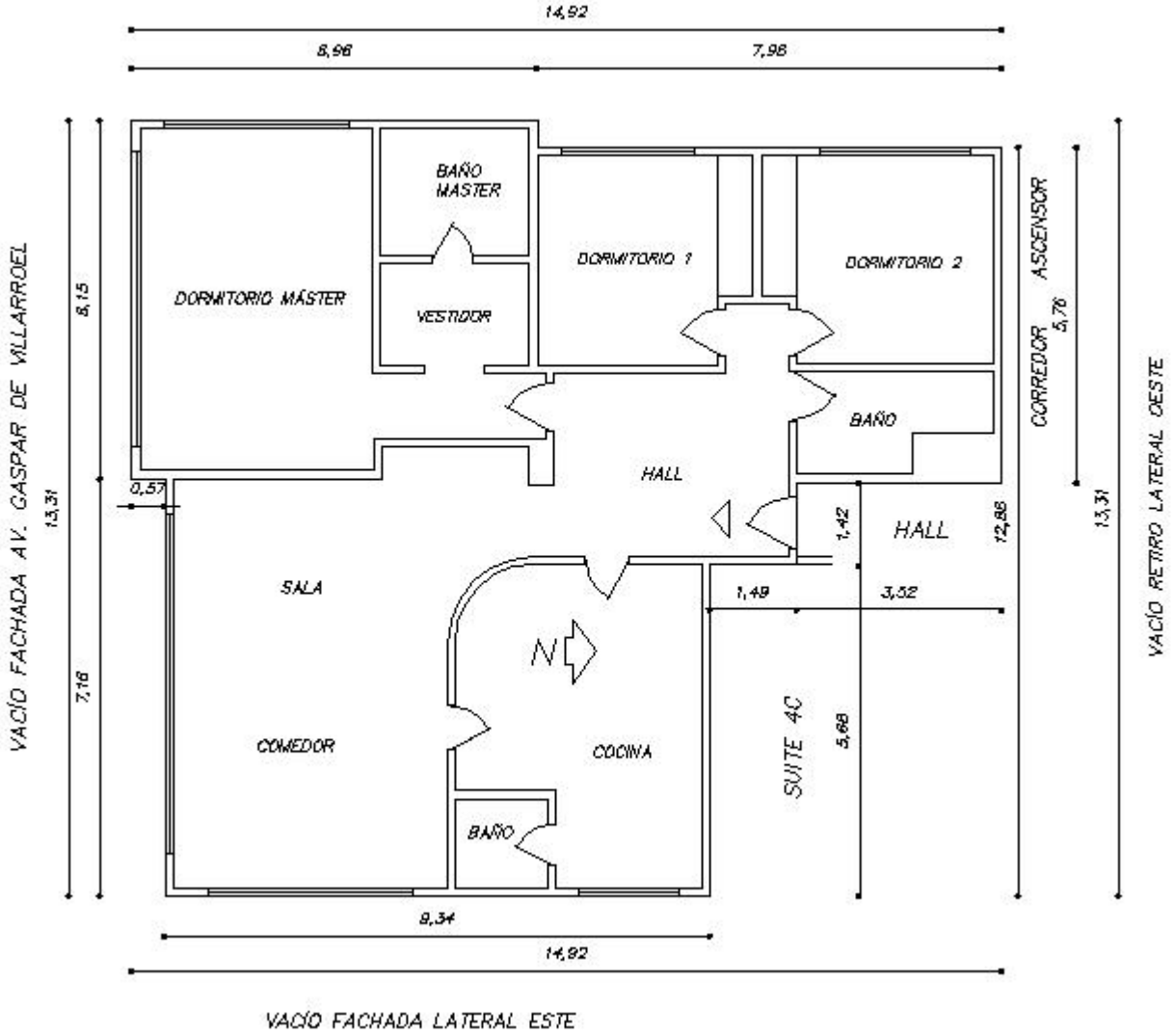
Esc. 1:100

PLANO 16



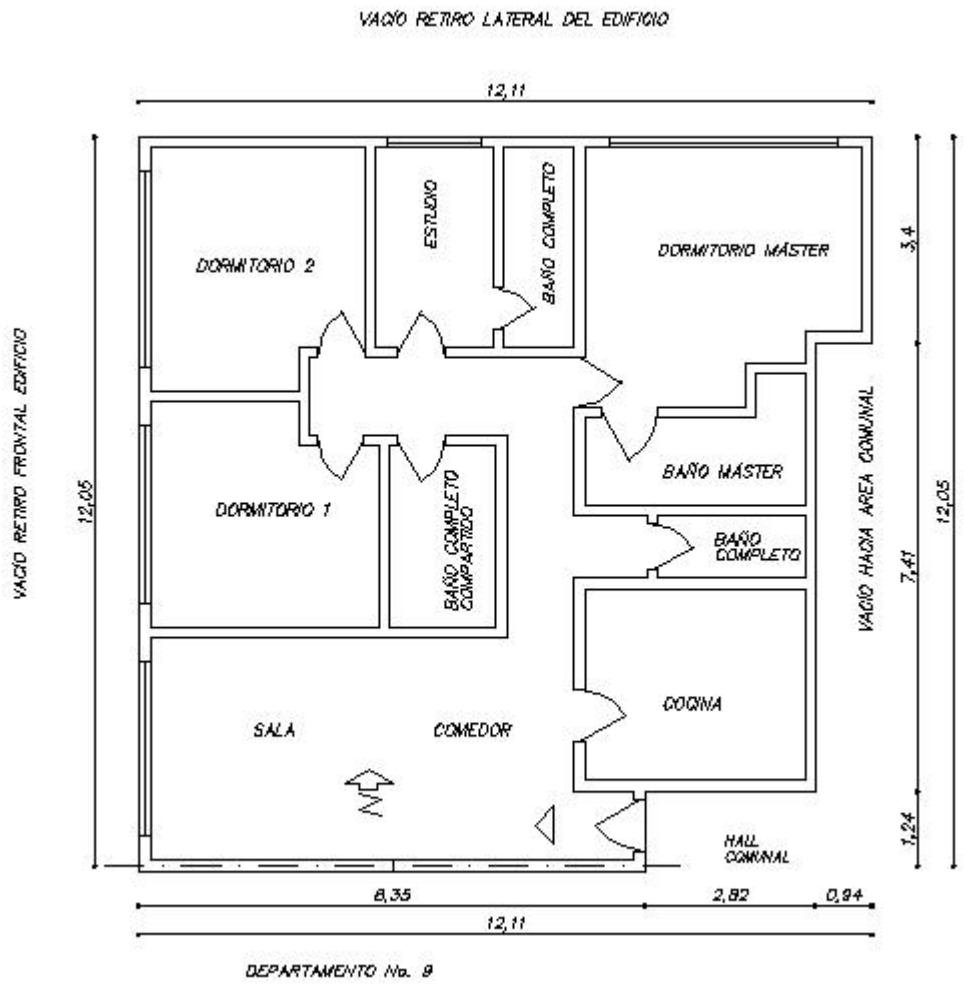
Esc. 1:100

PLANO 17



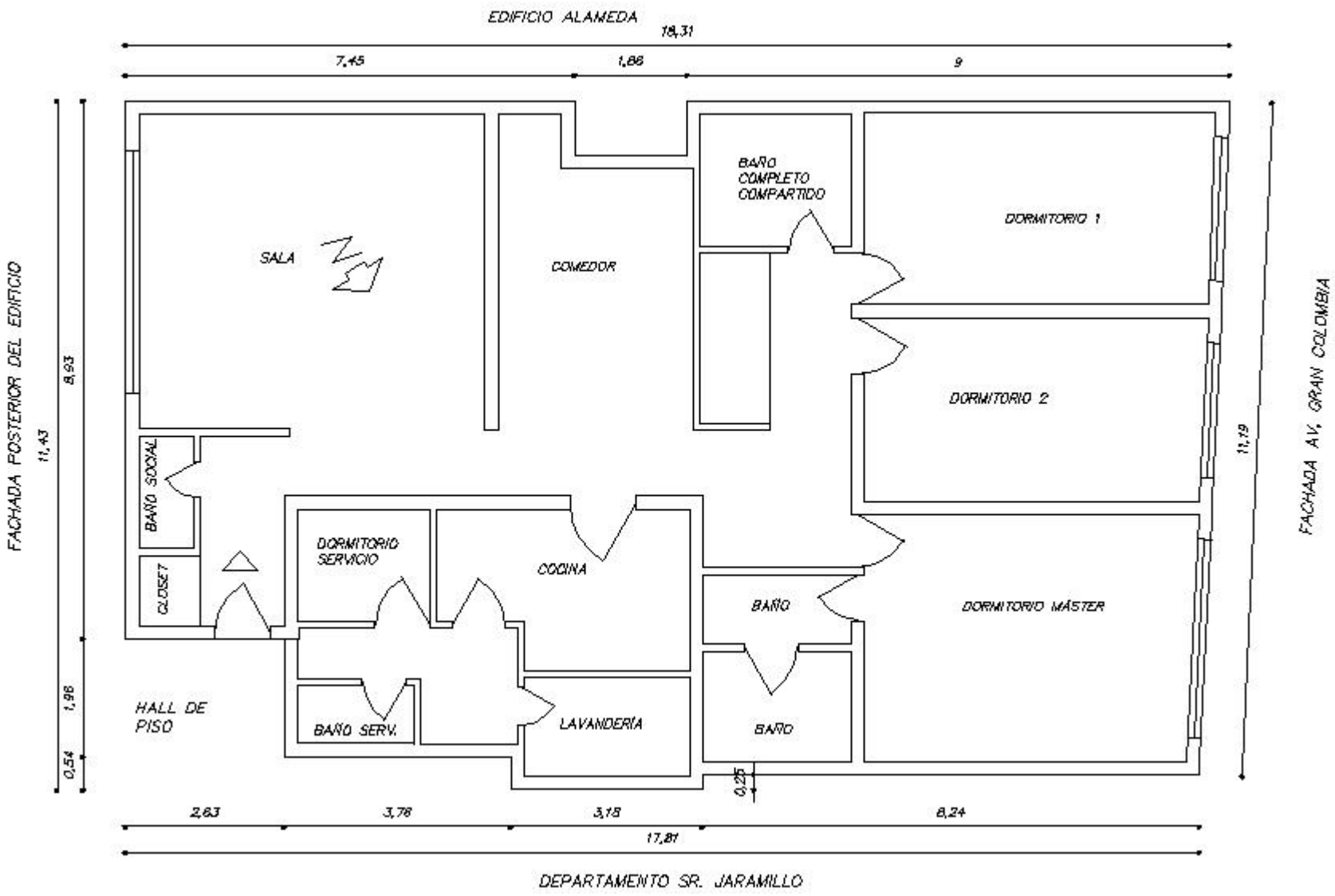
Esc. 1:125

PLANO 18



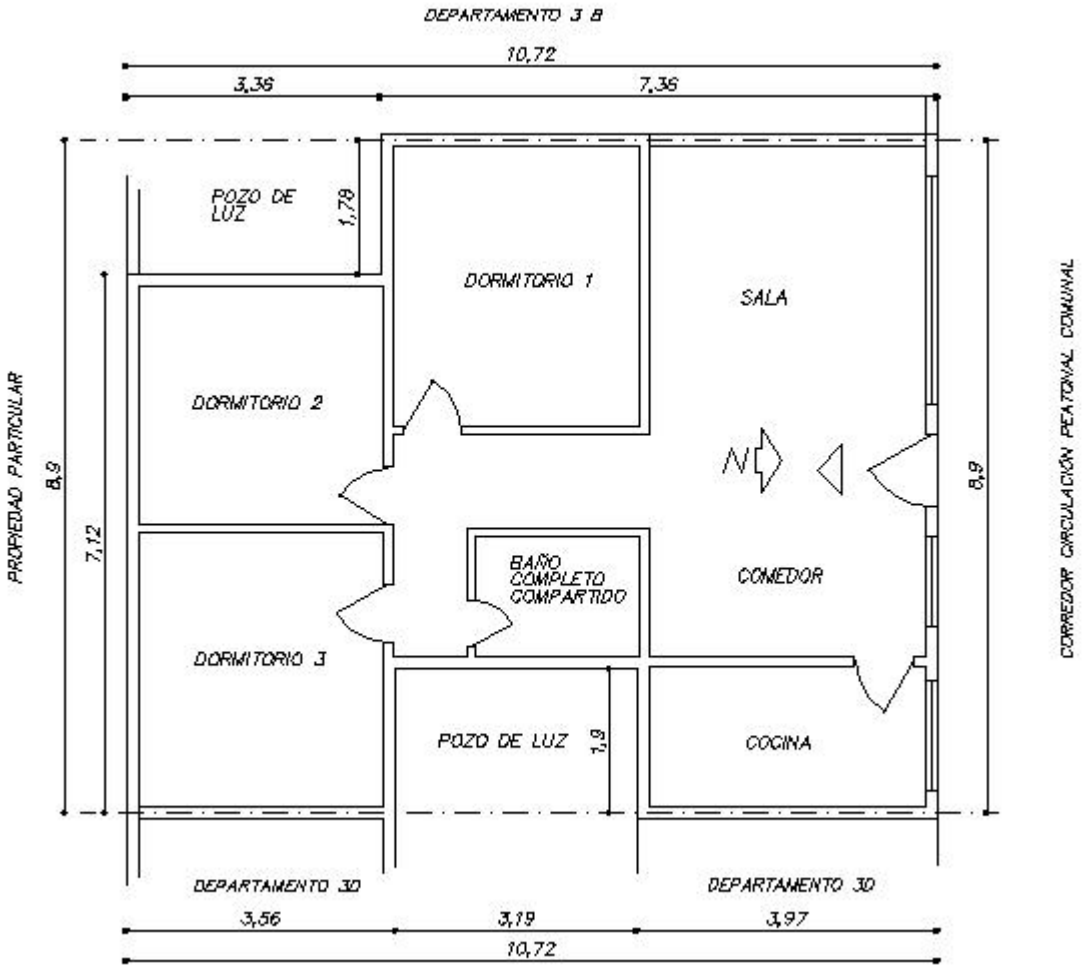
Esc. 1:125

PLANO 19



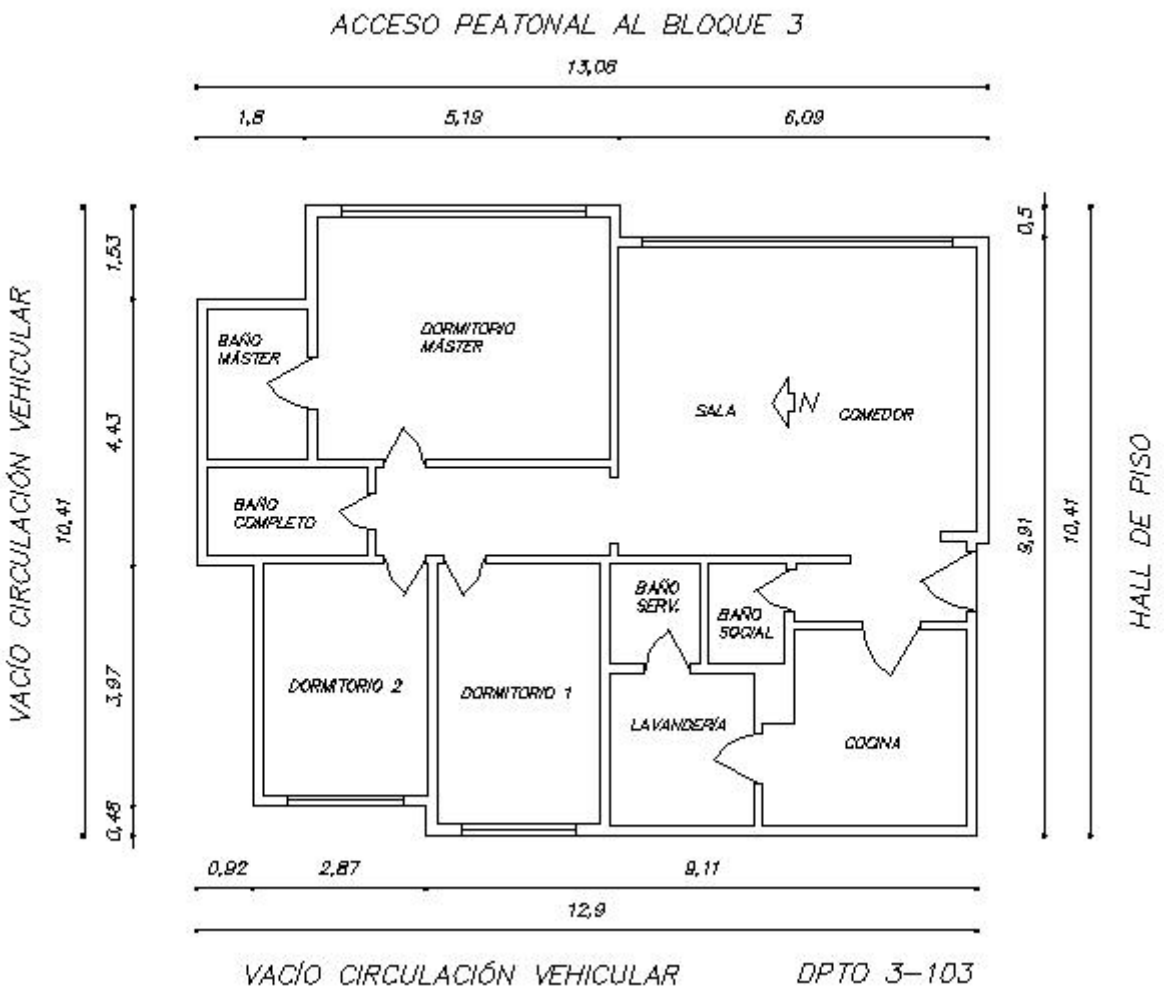
Esc. 1:100

PLANO 20



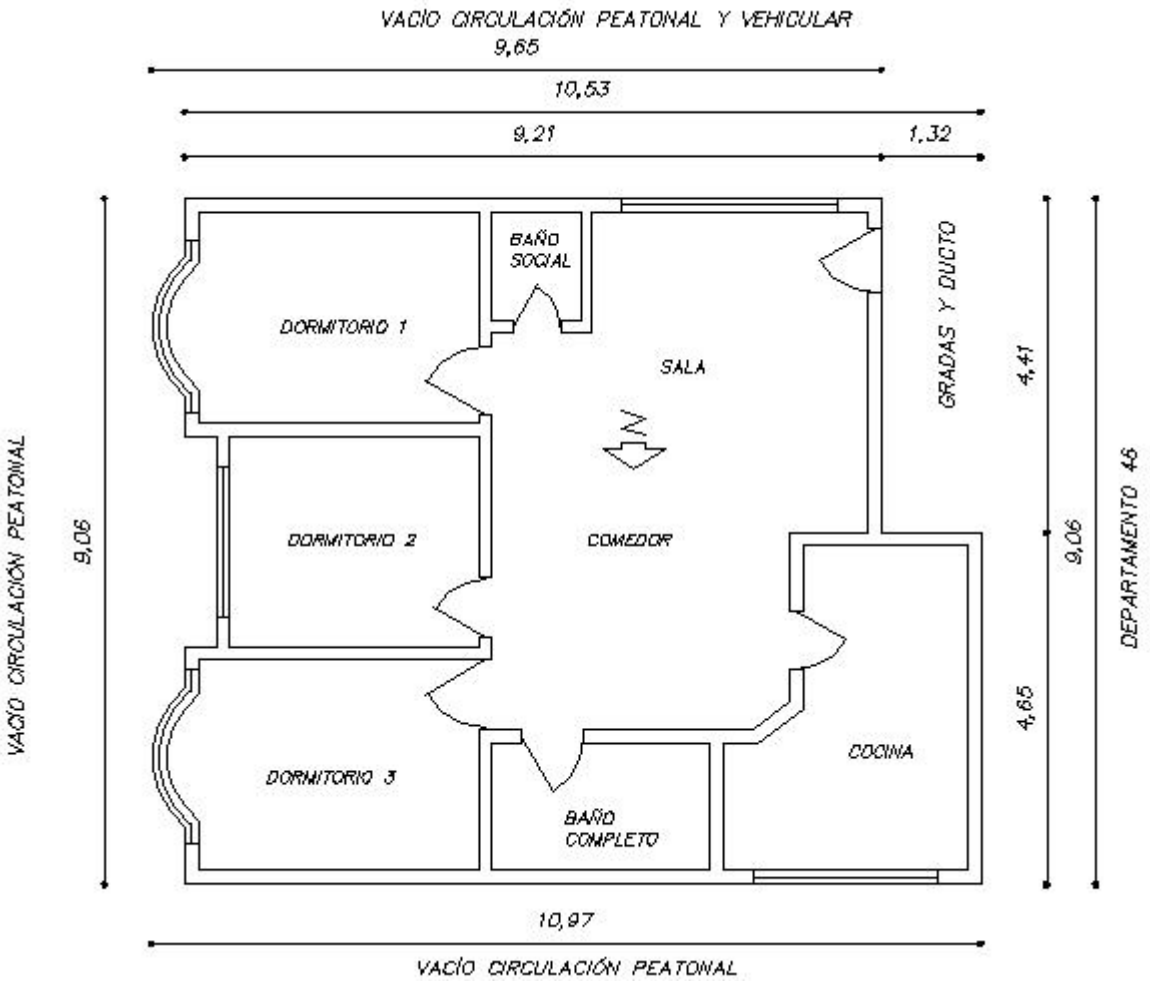
Esc. 1:100

PLANO 21



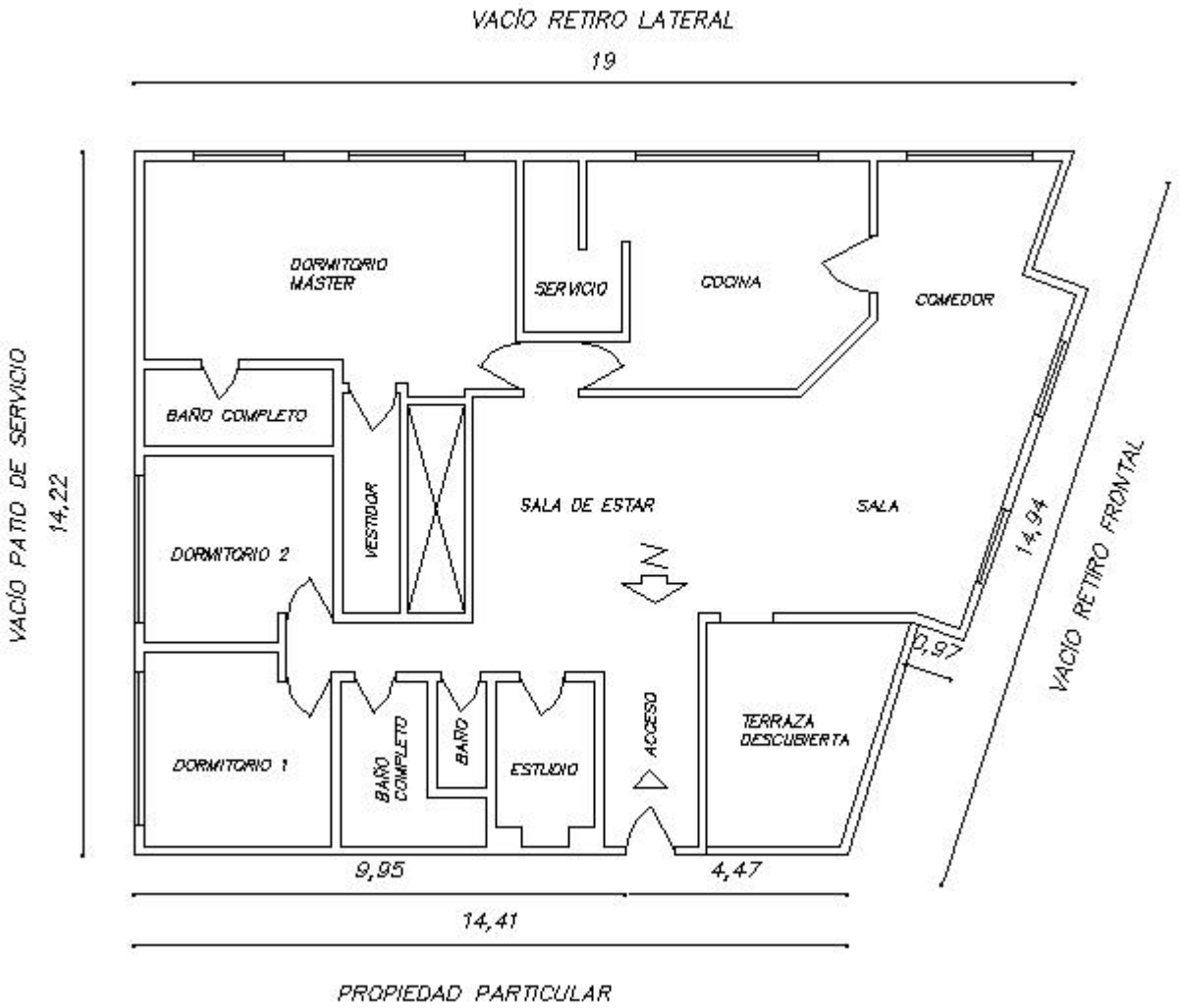
Esc. 1:125

PLANO 22



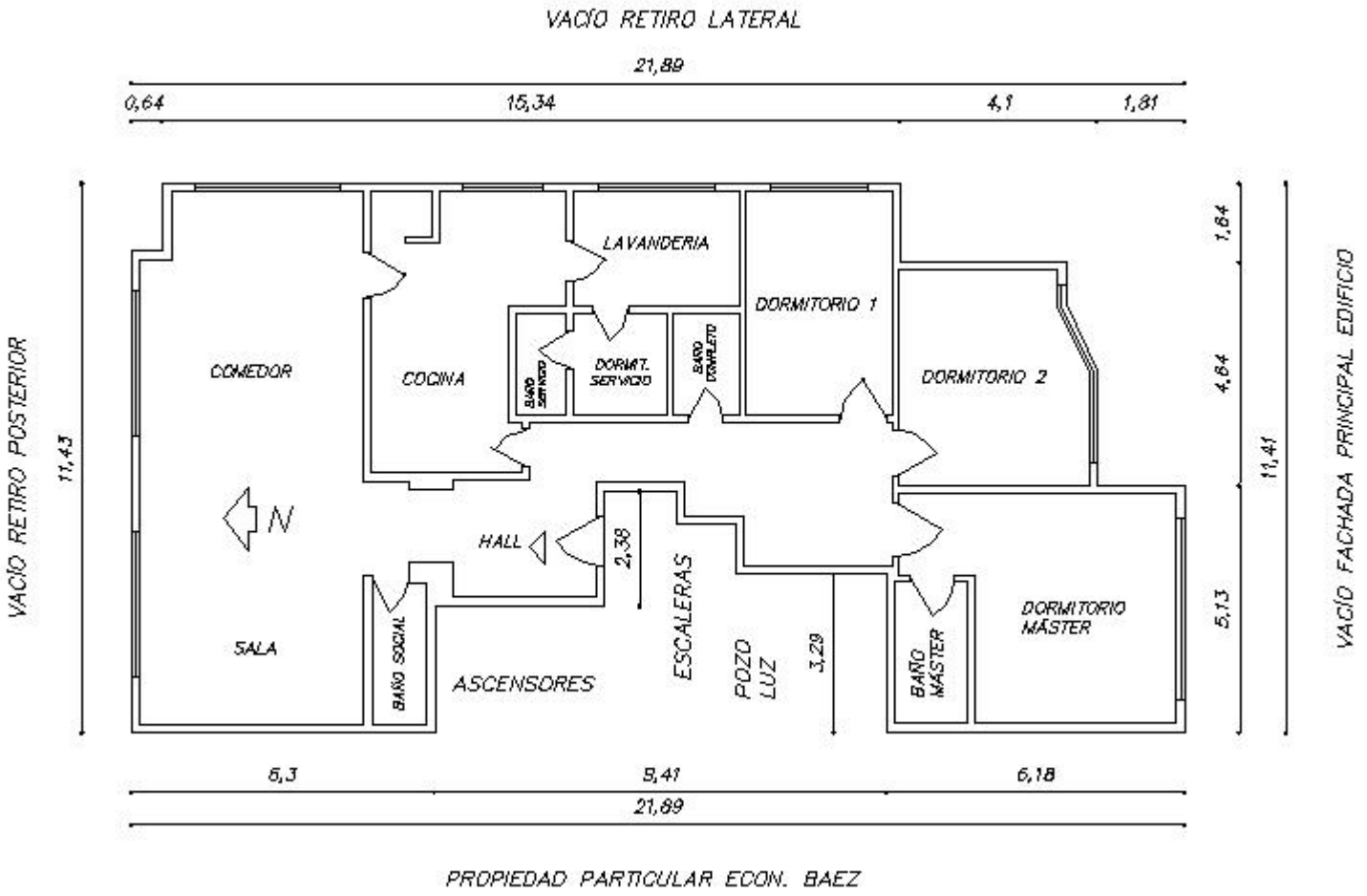
Esc. 1:100

PLANO 23



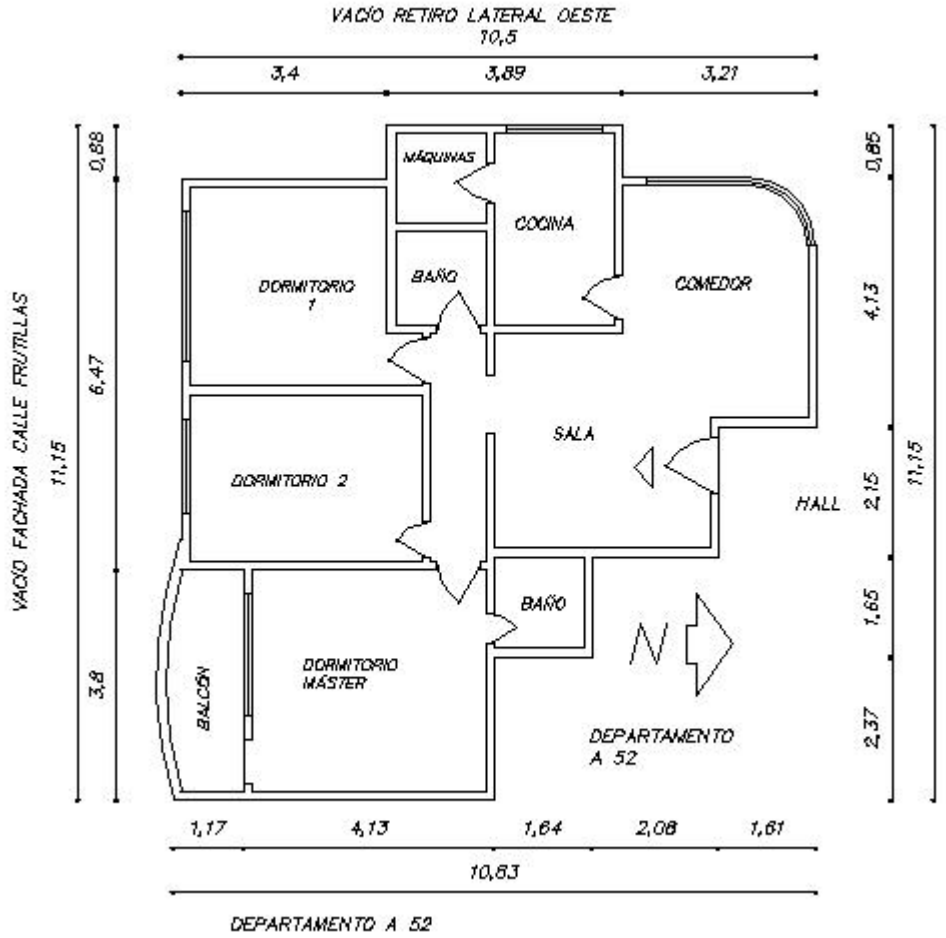
Esc. 1:150

PLANO 24



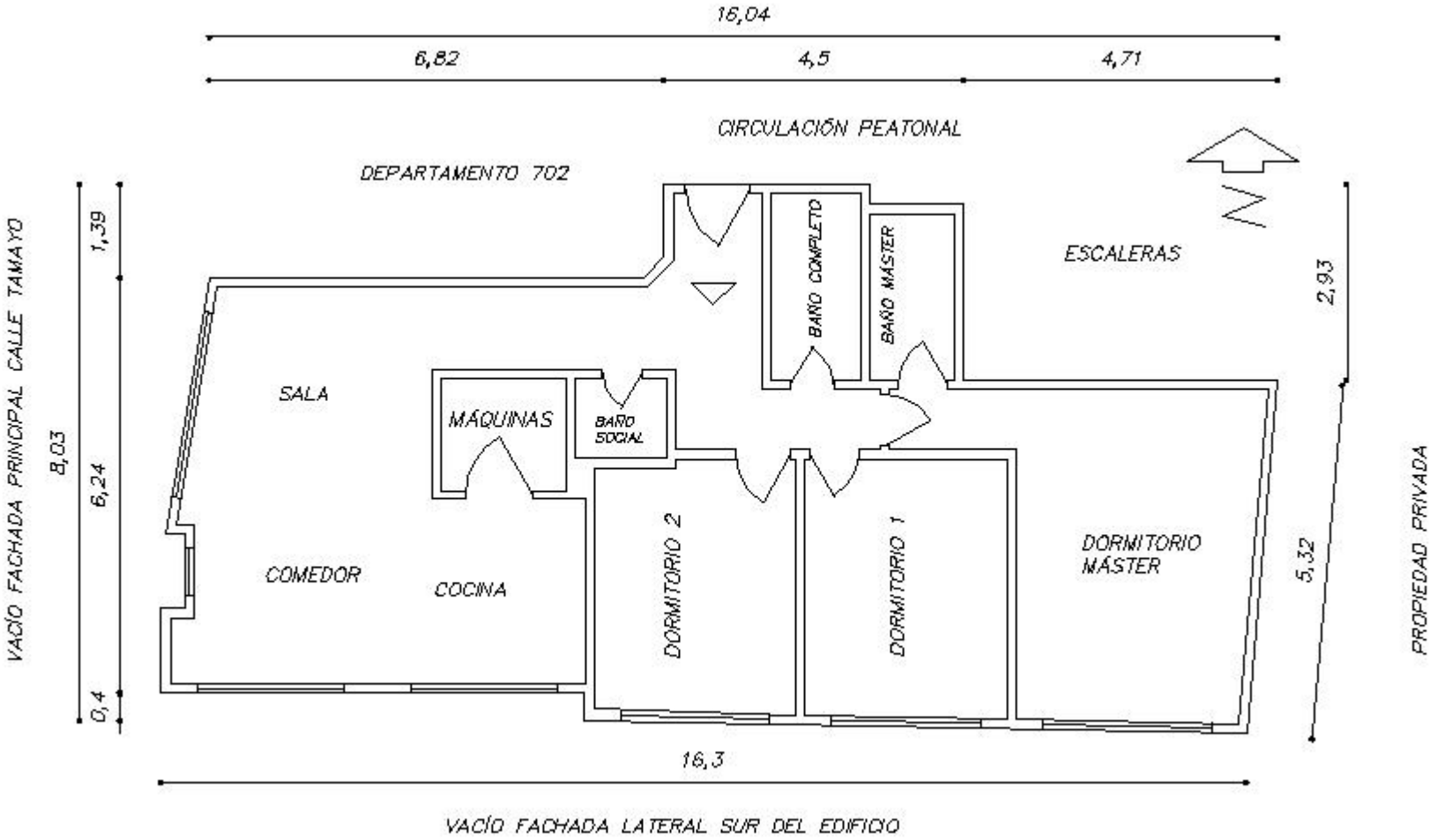
Esc. 1:150

PLANO 25



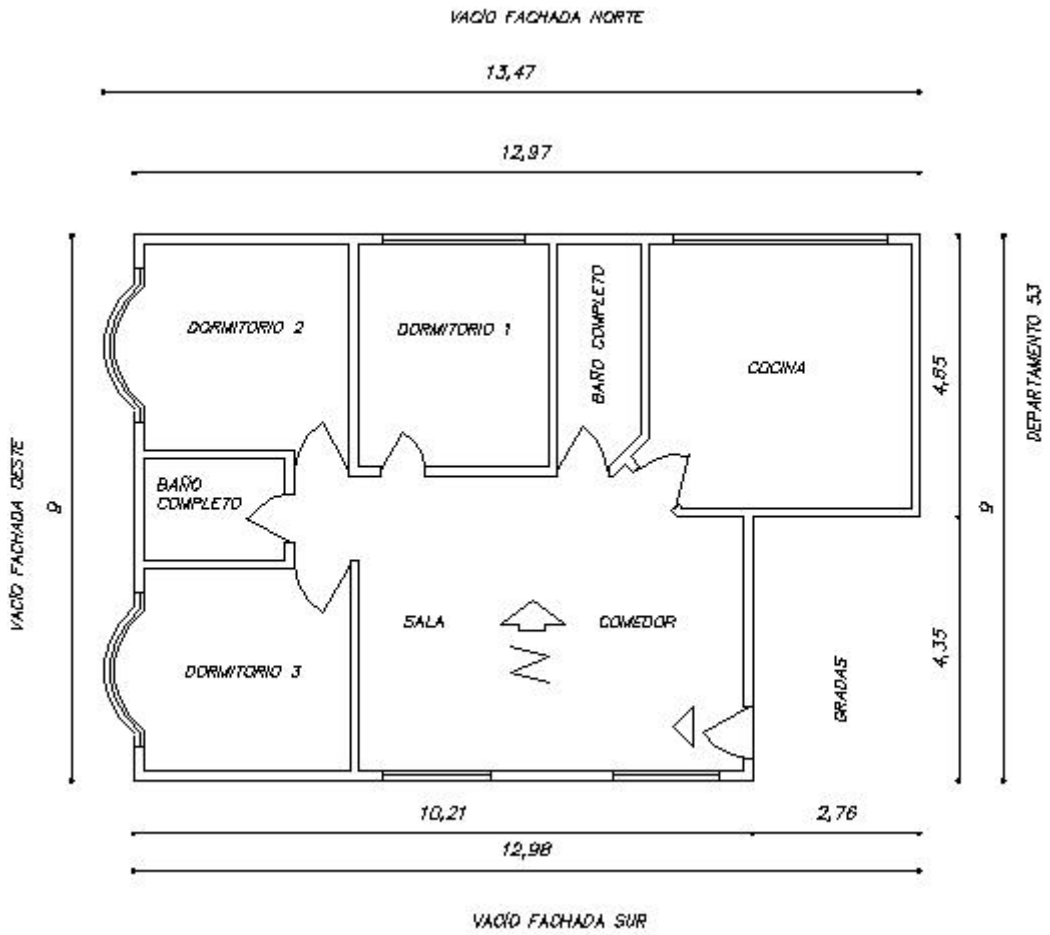
Esc. 1:125

PLANO 26



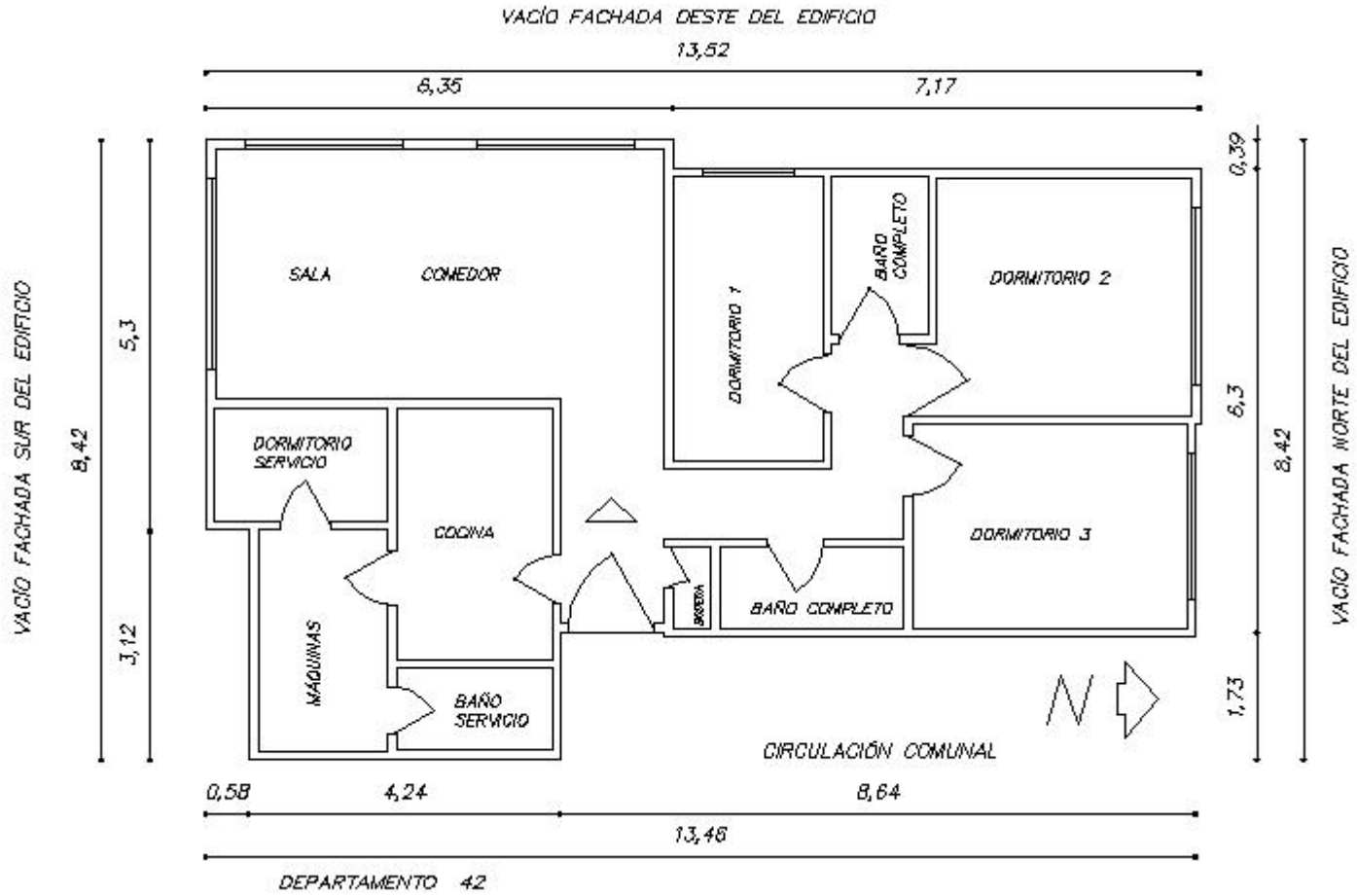
Esc. 1:100

PLANO 27



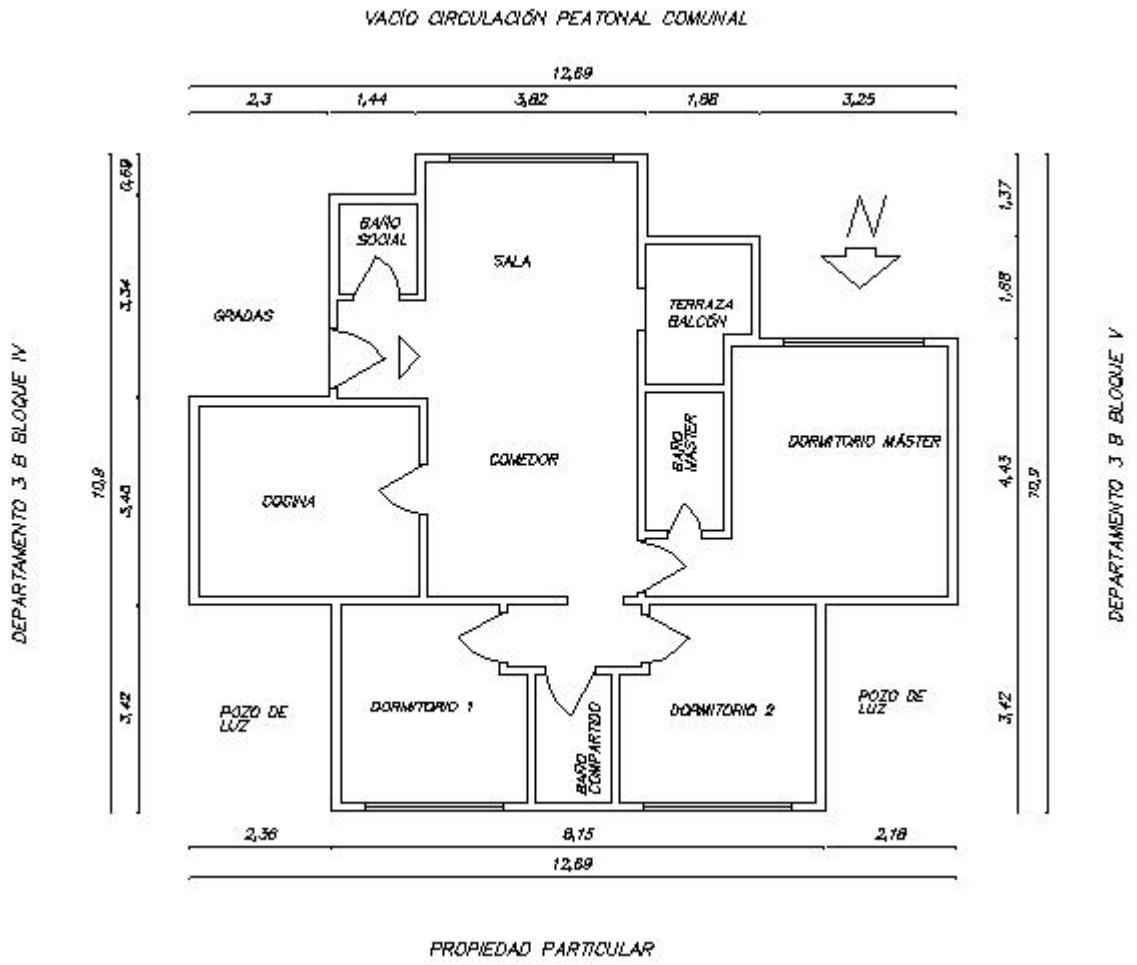
Esc. 1:125

PLANO 28



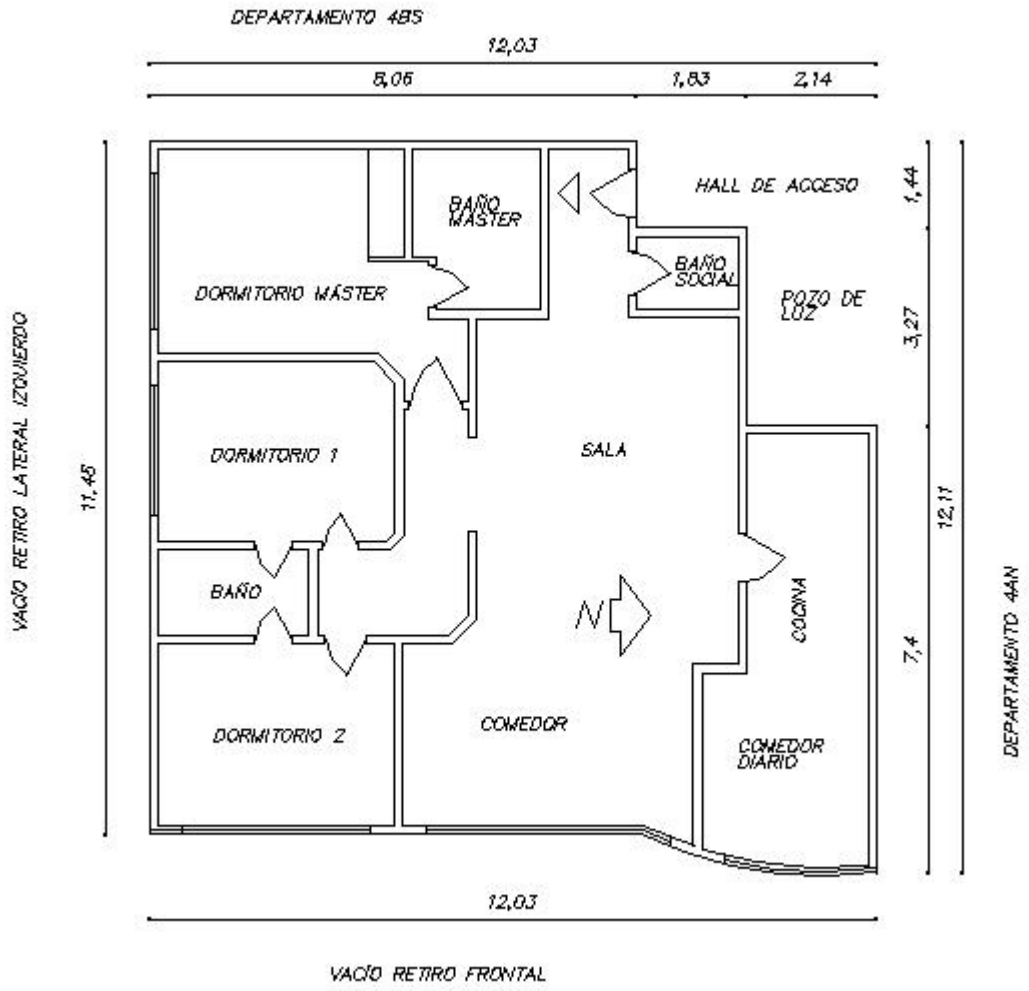
Esc. 1:100

PLANO 29



Esc. 1:125

PLANO 30



Esc. 1:125

Ubicación de los proyectos

Plano N°	Dirección
1	Pinzón y Av. Río Coca, Multifamiliares el Batán, Departamento 102 D.
2	Av. 6 de Diciembre y Portugal, Edificio Jockey Club, Torre Monterrey, Departamento 48 "M".
3	Av. González Suárez 869 y Gonnessiat, Edificio Casabella, Departamento E2.
4	Av. Mariscal Sucre y Diego de Vásquez, Conjunto Balcón del Norte, Departamento 5 Norte, Bloque 3.
5	Av. De los Shyris 3210 y Pasaje Marsella, Edificio Marsella, Departamento 403.
6	Isla Marchena 290 y Av. De los Granados, Conjunto Residencial Isla Marchena, Departamento C-203.
7	Av. Mariscal Sucre y Diego de Vásquez, Urbanización Balcón del Norte, calle "E", lote 119, Edificio Montecarlo, Departamento 3.
8	Av. Portugal 442 y Av. Eloy Alfaro, Edificio Villa Portugal, Departamento B20.
9	Av. Gaspar de Villaroel y Pasaje José Puerta, Edificio Torre Cabana, Departamento 804.
10	Jerónimo Carrión y Murillo, Edificio Tiara, Departamento D 404, Estacionamiento 18, Secadero 20.
11	Cochapata E13 31 y Abascal, Edificio Alcázar 2001, Departamento 104.
12	Calle San José E15-85 y Av. De los Guayacanes, Edificio Venosti, Departamento C3.
13	Manuel Barreto y Av. González Suárez, Edificio Torre Almirante, Departamento 61.
14	Isla Marchena N24-138 y Av. De los Granados, Conjunto Habitacional Portal de Aragón, Departamento 5-101.
15	Manuel Gómez Polanco y Av. De los Granados, Condominios El Inca, Departamento 3A, Bloque 38.
16	Av. Mariscal Sucre y Av. Fernández Salvador, Multifamiliares San Carlos, Bloque Tena, Departamento 101.
17	Av. Gaspar de Villaroel y Juan Abascal, Edificio Torino, Departamento 4A.
18	Agustín Cueva Lote 2, entre Av. Jaime Roldós y Circunvalación, Carcelén, Edificio Orbea, Departamento 10.

Plano N°	Dirección
19	Av. Gran Colombia y Pasaje José Martí, Edificio MM Jaramillo Arteaga, Departamento 1102.
20	Gualleturo Oe6-251 y Av. Mariscal Sucre, Conjunto Habitacional Vencedores, Departamento 3C.
21	Hernández de Girón Oe5-107 (No 765) y Pedregal, Conjunto Torres del Prado, Departamento 3-102.
22	Pasaje Antonio Gross y Panamericana Norte, Conjunto Habitacional Porvenir, Departamento 45.
23	Andrés Coremo E14-18 (3570) y Av. Eloy Alfaro esquina, Edificio Custode, Departamento Penthouse.
24	Av. Coruña N32-413 (2675) y Av. González Suárez, Edificio Ana Mercedes, Departamento 5.
25	Av. Eloy Alfaro y De las Frutillas, Edificio Torres Olivier, Departamento A53.
26	Foch y Tamayo, esquina, Edificio Reina Isabel, Departamento 703.
27	Av. Mariscal Sucre N62-96 y José Figueroa.
28	Calle San Pedro y Rumipamba, Conjunto San Cristóbal, Bloque 4, Departamento 41.
29	Calle Cachabi s/n y Machala, Conjunto Habitacional Akhenaton, Torre 4, Departamento 3A.
30	Calle Sexta y Francisco Dalmau, Edificio Alto Palermo 2, Departamento 4AS.

ANEXO 4 - Comparación de distintas normas de construcción

A.4.1. Bloques de hormigón

Tipo de bloque	Ancho (cm)	Peso unitario obtenido (kg/m^3)	Peso unitario N. argentina (kg/m^3)	Peso unitario N. ecuatoriana (kg/m^3)	Peso unitario N. española (kg/m^3)
Bloque prensado	10	1092,97	1400	1200	1300 - 1600
	15	881,14			
	20	864,25			
Bloque alivianado	10	739,52	1100	850	
	15	639,78			

Tabla A.4.1.1. Pesos unitarios de bloques de hormigón[61]

Tipo de bloque	Ancho (cm)	Peso unitario N. E.E.U.U.* (kg/m^3)	Peso unitario N. peruana (kg/m^3)	Peso unitario N. venezolana (kg/m^3)
Bloque prensado	10	1649	-	1400 - 2000
	15			
	20	1964		
Bloque alivianado	10	2121	1200	1400
	15			

* En esta norma hay tres categorías de bloques: peso liviano, medio y normal.

Tabla A.4.1.2. Pesos unitarios de bloques de hormigón[62]

[61] Ver valores analizados en el capítulo 2 "Referencias a pesos de materiales utilizados en mampostería de bloque".

[62] Ídem.

A.4.2. Mortero de arena y cemento

El mortero elaborado con arena de río con dosificación 1:3 presentó la mayor densidad de todas las muestras elaboradas con un valor de 1809,85 kg/m^3.

Peso unitario obtenido (kg/m^3)	**Peso unitario N. argentina (kg/m^3)**	**Peso unitario N. brasileña (kg/m^3)**	**Peso unitario N. chilena (kg/m^3)**	**Peso unitario N. colombiana (kg/m^3)**
1809,85	2100	2100	2000	2100 - 2250
Peso unitario N. ecuatoriana (kg/m^3)	**Peso unitario N. E.E.U.U. (kg/m^3)**	**Peso unitario N. española (kg/m^3)**	**Peso unitario N. peruana (kg/m^3)**	**Peso unitario N. venezolana (kg/m^3)**
2000	2040 - 2200	1900 - 2300	2000	2150

Tabla A.4.2.1. Pesos unitarios de morteros[63]

A.4.3. Peso por m^2 y peso unitario de paredes de mampostería de bloque

Tipo de bloque	**Acabado**	**Ancho de bloque (cm)**	**Peso unitario obtenido (kg/m^3)**	**Peso unitario N. argentina (kg/m^3)**
Prensado	Con enlucido	10	1319,72	1700
		15	1117,29	
		20	1085,39	
Alivianado		10	1079,33	1500
		15	955,32	

Tabla A.4.3.1. Peso unitario de paredes de mampostería de bloque con enlucido. Norma Argentina.[64]

[63] Ver valores analizados en el capítulo 2 "Referencias a pesos de materiales utilizados en mampostería de bloque".

Tipo de bloque	Acabado	Ancho de bloque (cm)	Peso unitario obtenido (kg/m^3)	Peso unitario N. argentina (kg/m^3)
Prensado	Sin enlucido	10	1023,95	1500
		15	908,51	
		20	925,52	
Alivianado		10	734,74	1250
		15	727,80	

Tabla A.4.3.2. Peso unitario de paredes de mampostería de bloque sin enlucido. Norma Argentina.[65]

Tipo de bloque	Acabado	Ancho de bloque (cm)	Peso por m^2 de pared obtenido (kg/m^2)	Peso por m^2 de pared N. chilena (kg/m^2)
Prensado	Sin enlucido	15	154,45	200 - 250
	Con enlucido	15	189,94	230 - 310
	Sin enlucido	20	205,46	225 - 250

Tabla A.4.3.3. Peso por m^2 de paredes de mampostería de bloque. Norma Chilena.[66]

[64] Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles, *Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios y otras Estructuras*, Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, 2005, pp. 8.

[65] Ídem.

[66] Instituto Nacional de Normalización, *Diseño estructural – Cargas permanentes y cargas de uso*, Santiago de Chile, Autor, 2009, pp. 25.

Tipo de bloque	Acabado	Ancho de bloque (cm)	Peso por m^2 de pared obtenido (kg/m^2)	Peso por m^2 de pared N. colombiana* (kg/m^2)
Prensado	Con enlucido	10	158,37	140
		15	189,94	145
		20	240,96	190

* Se consideran los mayores pesos obtenidos (con bloque prensado y enlucido) para realizar la comparación con los valores de esta norma.

Tabla A.4.3.4 Peso por m^2 de paredes de mampostería de bloque.

Norma Colombiana.[67]

Tipo de bloque	Acabado	Ancho de bloque (cm)	Peso por m^2 de pared obtenido (kg/m^2)	Peso por m^2 de pared N. E.E.U.U.* B. peso liviano (kg/m^2)	Peso por m^2 de pared N. E.E.U.U.* B. peso medio (kg/m^2)	Peso por m^2 de pared N. E.E.U.U.* B. peso normal (kg/m^2)
Prensado	Con enlucido	10	158,37	153	173	187
		15	189,94	177	182	216
		20	240,96	216	220	263

* Se tiene en cuenta el peso recomendado para considerar el enlucido de 24 kg/m^2 por cada superficie enlucida.

Tabla A.4.3.5. Peso por m^2 de paredes de mampostería de bloque.

Norma de Estados Unidos.[68]

[67] Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 Título B – Cargas*, Bogotá, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010, pp. 13.

[68] American Society of Civil Engineers, *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures ASCE Standard ASCE SEI 7-10*, Virginia, Autor, 2010, pp. 403. Traducción.

Acabado	Tipo de bloque	Ancho de bloque (cm)	Peso por m^2 de pared obtenido (kg/m^2)	Peso por m^2 de pared N. venezolana (kg/m^2)
Sin enlucido	Prensado	10	122,87	150,00
		15	154,45	210,00
		20	205,46	270,00

Tabla A.4.3.6. Peso por m^2 de construcción de paredes de mampostería de bloque. Norma Venezolana.[69]

Acabado	Tipo de bloque	Ancho de bloque (cm)	Peso por m^2 de pared obtenido (kg/m^2)	Peso por m^2 de pared N. venezolana (kg/m^2)
Con enlucido	Prensado	10	158,37	210,00
		15	189,94	270,00
		20	240,96	330,00

Tabla A.4.3.7. Peso por m^2 de construcción de paredes de mampostería de bloque. Norma Venezolana.[70]

[69] Dirección General Sectorial de Edificaciones, *Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones,* Caracas, Comisión Venezolana de Normas Industriales, 1988, pp. 25.

[70] Ídem.

A.4.4. Carga por unidad de superficie debida al peso de mampostería de bloque

Comparación de valores mínimos de cargas por unidad de superficie

Carga mínima por unidad de superficie N. brasileña (kg/m^2)	Carga mínima por unidad de superficie N. española (kg/m^2)	Carga mínima por unidad de superficie N. venezolana (kg/m^2)
100	100	100 - 150

Tabla A.4.4.1. Valores mínimos de cargas por unidad de superficie[71]

Análisis de referencias a cargas por unidad de superficie

Con referencia al Reglamento Brasileño de Cargas para el Cálculo de Estructuras de Edificaciones

Este reglamento establece que: *"Cuando fueran previstas paredes divisorias, cuya posición no esté definida en el proyecto, el cálculo de cargas que va a soportar el piso, cuando no se realiza por proceso exacto, se puede realizar suponiendo una carga uniformemente distribuida por metro cuadrado de superficie no menor que un tercio del peso por metro lineal de pared completa, considerando un valor mínimo de 100 kg/m^2 (1 kN/m^2).*[72]

[71] Ver valores analizados en el capítulo 2 "Referencias a pesos de materiales utilizados en mampostería de bloque".

[72] Comitê Brasileiro de Construção Civil, *Cargas para o cálculo de estruturas de edificações,* Rio de Janeiro, ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1980, pp. 1.

Suponiendo una altura de entrepiso de 2,40 m, los valores recomendados por este reglamento serían los siguientes:

Tipo de bloque	Ancho (cm)	Peso por m^2 de pared (kg/m^2)	Carga por metro lineal (kg/m)	Carga por unidad de superficie (kg/m^2)
Bloque prensado	10	158,37	380,08	126,69
	15	189,94	455,85	151,95
	20	240,96	578,30	192,77
Bloque alivianado	10	111,17	266,81	88,94
	15	149,03	357,67	119,22

Tabla A.4.4.2. Valores de carga por unidad de superficie recomendados por el Reglamento Brasileño de Cargas para el Cálculo de Estructuras

En la Tabla A.4.4.2. los valores de la columna de "Carga por metro lineal (kg/m)" se obtuvieron multiplicando los valores de la columna de "Peso por m^2 de pared (kg/m^2)" por 2,40 m. Los valores de la columna de "Carga por unidad de superficie (kg/m^2)" corresponden a la tercera parte de los valores de la columna de "Carga por metro lineal (kg/m)", tal como indica el procedimiento establecido en este reglamento.

Se puede notar que los valores de carga por unidad de superficie obtenidos son mayores al valor mínimo de 100 kg/m^2, a excepción de paredes hechas con bloques alivianados de 10 cm de espesor.

A continuación se presentan los valores de carga por unidad de superficie calculados en el presente estudio:

Tipo de bloque	Ancho (cm)	Carga por unidad de superficie (kg/m^2)
Bloque prensado	10	233,91
	15	280,54
	20	355,89
Bloque alivianado	10	164,20
	15	220,12

Tabla A.4.4.3. Valores de carga por unidad de superficie obtenidos

Se puede observar que los valores de carga por unidad de superficie obtenidos en el presente estudio (en base al valor promedio de densidad de paredes por m^2 de construcción de 1,477) son mayores que los obtenidos siguiendo el procedimiento recomendado por esta norma.

Con referencia al Reglamento Español "Documento Básico de Seguridad Estructural para Acciones en las Edificaciones"

Este reglamento establece que: *"En caso de paredes ordinarias cuyo peso por metro cuadrado no sea superior a 120 kg/m^2 (1,2 $kN/m)^2$ y cuya distribución en planta sea sensiblemente homogénea, su peso podrá asimilarse a una carga equivalente uniformemente distribuida.*

Como valor de dicha carga equivalente se podrá adoptar el valor del peso por metro cuadrado de alzado multiplicado por la razón entre la superficie de tabiquería y la de la planta considerada."[73]

[73] Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, *Seguridad Estructural Acciones en la Edificación*, Madrid, Autor, 2009, pp. 3.

Tipo de bloque	Ancho (cm)	Peso por m^2 kg/m^2
Bloque prensado	10	158,37
	15	189,94
	20	240,96
Bloque alivianado	10	111,17
	15	149,03

Tabla A.4.4.4. Peso obtenidos de paredes de mampostería

Como se puede observar en la Tabla A.4.4.4., todos los valores de peso por m^2 de pared son mayores a 120 kg/m^2 a excepción de paredes de mampostería hechas con bloque de hormigón alivianado de 10 cm de espesor.

Por lo tanto, el valor de carga por unidad de superficie para este último tipo de pared de mampostería se obtiene multiplicando el peso por m^2 vertical de alzado por la razón entre la superficie de paredes de mampostería y la planta considerada (Se utilizará el valor promedio obtenido en el capítulo 6, sección 6.5. "Cálculo de densidad de paredes por m^2 de construcción").

Pared de mampostería		Peso por m^2 de pared (kg/m^2)	Densidad de paredes por unidad de superficie (m^2/m^2)	Carga por unidad de superficie (kg/m^2)
Tipo de bloque	Alivianado	111,17	1,477	164,20
Espesor (cm)	10			

Tabla A.4.4.5. Cálculo de carga por unidad de superficie para bloques alivianados de 10 cm de espesor

El procedimiento de cálculo propuesto por este reglamento es igual al utilizado en el presente estudio solamente para este tipo de mampostería de bloque.

Para el resto de paredes de mampostería este reglamento establece que: *"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 m^2 de alzado. En general en viviendas bastará considerar como peso propio de la tabiquería una carga de 100 kg (1,0 kN) por cada m^2 de superficie construida."[74]

A continuación se realiza el cálculo indicado por este reglamento:

Tipo de bloque	Ancho (cm)	Peso por m^2 de pared (kg/m^2)	Exceso de peso (kg/m^2)	Carga por unidad de superficie (kg/m^2)	Valor incrementado (kg/m^2)
Prensado	10	158,37	38,37	233,91	272,27
	15	189,94	69,94	280,54	350,48
	20	240,96	120,96	355,89	476,85
Alivianado	15	149,03	29,03	220,12	249,15

Tabla A.4.4.6. Cálculo del valor incrementado de carga por unidad de superficie

En la Tabla A.4.4.6., los valores de la columna de "Exceso de peso (kg/m^2)" se obtienen restando 120 kg/m^2 de los valores de la columna "Peso por m^2 de pared (kg/m^2)". Los valores de la columna de "Valor incrementado (kg/m^2)" se obtienen sumando los valores de la columna de "Exceso de Peso (kg/m^2)" y los valores de la columna de "Carga por unidad de superficie (kg/m^2)".

Se puede observar que los valores de carga por unidad de superficie obtenidos siguiendo el procedimiento recomendado por este reglamento son mayores que el valor mínimo recomendado de 100 kg/m^2.

En comparación con otros reglamentos de construcción, éste es el único que establece un incremento al valor de carga por unidad de superficie calculado en caso de que se supere un valor de peso por m^2 de pared de mampostería.

[74] Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, *Seguridad Estructural Acciones en la Edificación*, Madrid, Autor, 2009, pp. 3.

Con referencia a la Norma Venezolana de Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones de Vivienda

Este reglamento establece que: *"Cuando el peso de los tabiques que actúa sobre las losas o placas no excede 900 kg/m (9 kN/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."*[75]

Suponiendo una altura de entrepiso de 2,40 m se tienen los siguientes valores de carga por unidad de longitud:

Tipo de bloque	Ancho (cm)	Peso por m^2 de pared (kg/m^2)	Carga por metro lineal (kg/m)
Bloque prensado	10	158,37	380,08
	15	189,94	455,85
	20	240,96	578,30
Bloque alivianado	10	111,17	266,81
	15	149,03	357,67

Tabla A.4.4.7. Valores de carga por metro lineal obtenidos

Los valores obtenidos de carga por unidad de longitud son menores a 900 kg/m, por lo tanto se puede utilizar el procedimiento recomendado que establece utilizar una carga distribuida equivalente al peso total de las paredes dividido entre el área del panel de losa (procedimiento utilizado en el presente estudio).

El reglamento también establece que: *"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.*

[75] Dirección General Sectorial de Edificaciones, *Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones,* Caracas, Comisión Venezolana de Normas Industriales, 2002, pp. 19.

La carga distribuida equivalente así estimada no debe ser menor de 150 kg/m^2 (1,5 kN/m^2) sobre la losa o placa. Cuando los tabiques a usar son del de tipo liviano, con un peso unitario menor de 150 kg/m (1,50 kN/m), la carga distribuida equivalente podrá reducirse a 100 kg/m^2 (1,00 kN/m^2). "[76]

Como se puede observar en la Tabla A.4.4.7., la carga por metro lineal de las paredes de mampostería de bloque mostradas es mayor a 150 kg/m por lo tanto éstas no corresponden a tabiques de peso liviano.

Teniendo en cuenta las cargas por unidad de superficie determinadas en base al valor promedio de densidad de paredes por m^2 de construcción (1,477) obtenido en el capítulo 6, sección 6.5.:

Tipo de bloque	**Ancho (cm)**	**Carga por unidad de superficie (kg/m^2)**
Bloque prensado	10	233,91
	15	280,54
	20	355,89
Bloque alivianado	10	164,20
	15	220,12

Tabla A.4.4.8. Valores de carga por unidad de superficie obtenidos

Se puede observar que todos los valores obtenidos en el presente estudio son notablemente mayores al valor mínimo recomendado de 150 kg/m^2 por este reglamento.

[76] Dirección General Sectorial de Edificaciones, *Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones,* Caracas, Comisión Venezolana de Normas Industriales, 2002, pp. 19.

ANEXO 5 – Peso por m^2 de una losa de hormigón de 25 cm de espesor

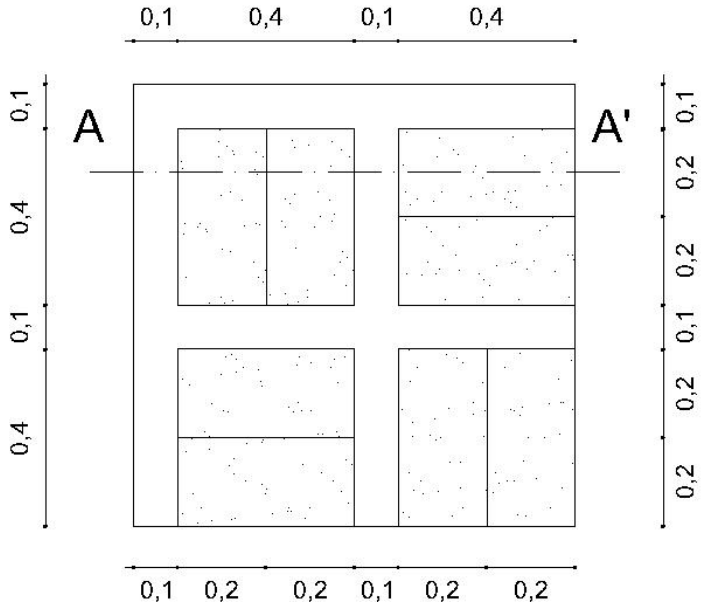


Figura A.5.1. Vista en planta de losa alivianada de hormigón de 25 cm de altura

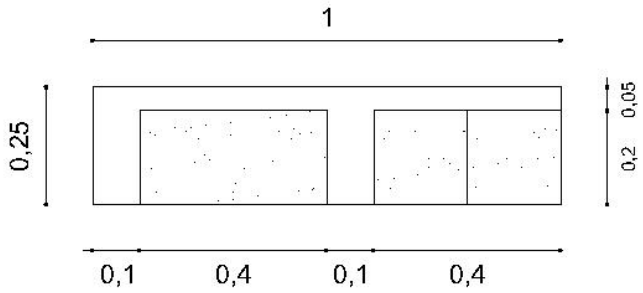


Figura A.5.2. Corte A – A' de losa alivianada de hormigón de 25 cm de altura

Aparte del peso propio de la losa de hormigón, se considerará el peso de una capa de enlucido inferior de 1 cm de espesor, una capa de masillado de 5 cm y un recubrimiento con cerámica.

Para el cálculo del peso por m^2 de una losa alivianada se considerarán los siguientes pesos de los materiales[77]:

- Peso unitario del hormigón: 2400 kg/m^3
- Peso unitario del mortero de enlucido y masillado: 2000 kg/m^3
- Peso unitario de bloques de hormigón: 1200 kg/m^3
- Peso por m^2 de cerámica: 20 kg/m^2

Cálculo de pesos

1. **Capa de compresión**

$= 1m \times 1m \times 0{,}05m \times 2400\ kg/m^3 = 120\ kg$

2. **Nervaduras**

$= (2 \times (1m \times 0{,}2m \times 0{,}1m) + 4 \times (0{,}4m \times 0{,}2m \times 0{,}1m)) \times 2400\ kg/m^3 = 172{,}8\ kg$

3. **Bloques**

$= (4 \times (0{,}4m \times 0{,}4m \times 0{,}2m)) \times 1200\ kg/m^3 = 153{,}6\ kg$

4. **Enlucido inferior y masillado**

$= 1m \times 1m \times 0{,}06m \times 2000\ kg/m^3 = 120\ kg$

5. **Cerámica**

$= 1m^2 \times 20\ kg/m^2 = 20\ kg$

Peso total por m^2 = 586.4 kg

[77] Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, *Norma Ecuatoriana de la construcción*, Quito, Autor, 2011, pp. 5-6.

ANEXO 6 – Cálculo de carga de paredes por unidad de superficie

1. Calcular la superficie de la planta de la edificación. A_{PL} (L^2)

2. Calcular la superficie vertical neta de paredes en base a los planos arquitectónicos A_{PA} (L^2), deduciendo la superficie vertical de ventanas y puertas.

3. Calcular la densidad de paredes por m^2 de construcción dividiendo la superficie vertical de paredes para la superficie de la planta de la edificación. $(d = A_{PA} / A_{PL})$ (adimensional)

4. Calcular el peso por m^2 vertical de las paredes P_{PA} (F / L^2) teniendo en cuenta las cantidades de bloques de hormigón y de mortero para unión de bloques y enlucido así como los pesos unitarios correspondientes.

5. Multiplicar el valor de densidad de paredes por m^2 de construcción, por el peso por m^2 vertical de paredes, para obtener el valor de carga por unidad de superficie.

$$(C_{US} = d \times P_{PA}) \ (F / L^2)$$