



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

“DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS POPULARES TIPO MIDUVI”

AUTORES:

BYRON HERIBERTO QUISHPI LUCERO

JOSÉ LUIS GUEVARA COSTALES

**DIRECTOR:
ING. DANIEL RÍOS**

RIOBAMBA – ECUADOR

2012

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: **DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS POPULARES TIPO MIDUVI** presentado por: Byron Heriberto Quishpi Lucero , José Luis Guevara Costales y dirigida por: Ing. Daniel Ríos.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Ángel Paredes
Presidente del Tribunal

Firma

Ing. Daniel Ríos
Director de Tesis

Firma

Ing. Alexis Martínez
Miembro del Tribunal

Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Byron Heriberto Quishpi Lucero, José Luis Guevara Costales como autores y al Ing. Daniel Ríos en calidad de Director del Proyecto; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.

Byron Heriberto Quishpi Lucero

José Luis Guevara Costales

Ing. Daniel Ríos

AGRADECIMIENTO:

Agradezco a Dios (Señor de la Agonía †) y a la virgen Dolorosa por haberme dado el don de la sabiduría, el conocimiento y valores espirituales necesarios para formarme como persona y profesional, así cumplir una más de mis metas propuestas. Al Ing. Patricio Vasco y los catedráticos los cuales me han permitido convertirme en profesional por medio de su conocimiento y experiencia adquirida. En especial a los miembros del tribunal por apoyarnos en el desarrollo de este trabajo de investigación.

Byron

AGRADECIMIENTO:

Agradezco a la benevolencia del todopoderoso y a la intervención de la virgen de Agua Santa, para regalarme tan linda experiencia de superación, a la Universidad Nacional de Chimborazo y su Facultad de Ingeniería, amigos, maestros y profesionales que desinteresadamente han apoyado con su saber para la realización del presente trabajo de investigación

José Luis

DEDICATORIA:

Dedico este trabajo a mis Padres Guillermo y en especial a mi Madre Elvia, por su sabiduría, amor, paciencia, sacrificio, tiempo y palabras de aliento cuando más necesitaba, a mis hermanas Verónica y Catalina por su apoyo y cariño incondicional. A mi abuelita María por cuidarme y darme fuerzas en los momentos que mas necesite de su apoyo. SIEMPRE ESTARÁN EN MI MENTE Y EN MI CORAZÓN.

Byron

DEDICATORIA:

Dedico esta investigación a la memoria de mi padre que aunque no lo puedo tener a mi lado lo llevaré siempre en mi corazón, al cariño de mi madre, al constante e incondicional apoyo de mi esposa y al incomparable amor de mi hija.

José Luis

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xiii
1. RESUMEN	1
1.1 SUMMARY	2
2. INTRODUCCIÓN	3
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
3.1. Generalidades de los materiales utilizados para la elaboración de bloques huecos de hormigón.	5
3.2.1. Cemento	6
3.1.1.1. Definición	6
3.1.1.2. Clasificación:	6
3.1.1.3. Fabricación del Cemento Portland.....	7
3.1.1.4. Almacenamiento del cemento.....	9
3.1.1.5. Hidratación del cemento	9
3.2.2. Agregados	10
3.1.2.1. Definición	10
3.1.2.2. Clasificación	10
3.1.2.3. Granulometría de agregados	15
3.1.2.4. Módulo de finura (M.F.)	17
3.1.2.5. Tamaño máximo	18
3.1.2.6. Tamaño máximo nominal	18
3.1.2.7. Densidad.	19
3.1.2.8. Absorción y humedad	20
3.1.2.9. Masa unitaria.....	21
3.2.3. Agua	22
3.1.3.1. Generalidades	22
3.2. Generalidades del diseño de mezclas para elaboración de bloques huecos de concreto.	24
3.2.1. Consideraciones Básicas	25
3.2.1.1. Economía	25
3.2.1.2. Trabajabilidad del Hormigón.....	26
3.2.1.3. Resistencia y durabilidad	26

3.2.2. Proceso de producción	27
3.2.2.1. Dosificación	29
3.2.2.2. Mezclado.....	30
3.2.2.3. Moldeado	30
3.2.2.4. Fraguado	30
3.2.2.5. Curado.....	31
3.2.2.6. Secado y Almacenamiento.....	31
3.3. Generalidades del diseño de mampostería de bloques huecos de hormigón.	32
3.2.1. Introducción	32
3.2.2. Sistemas Estructurales	33
3.3.2.1. Mampostería Confinada.....	33
3.3.2.2. Mampostería No Reforzada	34
3.3.2.3. Mampostería parcialmente Reforzada	34
3.3.2.4. Mampostería Reforzada	35
3.2.3. Función de las paredes	38
3.2.4. Consideraciones de diseño estructural	38
3.2.5. Criterios Generales.....	39
3.2.6. Diseño de acuerdo al NEC 2011 (Normas Ecuatorianas de la Construcción).....	41
3.3.6.1. Materiales utilizados para la construcción de mampostería estructural según el NEC 2011	41
3.3.6.2. Materiales utilizados para la construcción de mampostería estructural según la ASTM.....	44
3.3.6.3. Elementos de Mampostería.....	47
3.3.6.4. Requisitos constructivos para mampostería estructural de acuerdo al reglamento para diseño y construcción de edificios en mampostería estructural de República Dominicana.	48
3.3.6.5. Requisitos constructivos para mampostería estructural de acuerdo a las normas ecuatorianas de la construcción NEC 2011.....	52
3.3.6.6. Requerimientos mínimos de diseño del código de práctica ecuatoriano CEC.	55
4. METODOLOGÍA	58
4.1. Tipo de estudio.....	58
4.2. Población y muestra	58

4.2.1.	Población.....	58
4.2.2.	Muestra	59
4.3.	Operacionalización de variables	60
4.4.	Procedimientos:.....	60
4.5.	Procedimiento y análisis	62
5.	RESULTADOS.....	65
5.1.	Materiales.....	65
5.1.1.	Cemento Portland Puzolánico Tipo 1P “Chimborazo”	65
5.1.1.1.	Generalidades.....	65
5.1.1.2.	MUS (Masa unitaria suelta).....	67
5.1.1.3.	Peso Específico del Cemento.....	69
5.1.2.	Agua.....	72
5.1.2.1.	Agua de mezclado.....	72
5.1.2.2.	Agua de curado	73
5.1.3.	Agregados o áridos	74
5.1.3.1.	Clasificación de los agregados.....	74
5.1.3.2.	MUS (Masa unitaria suelta) Agregado fino.....	74
5.1.3.3.	MUC (Masa unitaria compactada) Agregado fino.....	77
5.1.3.4.	Peso específico del agregado fino.....	80
5.1.3.5.	Capacidad de absorción del agregado fino	84
5.1.3.6.	Contenido total de humedad	87
5.1.3.7.	Análisis granulométrico	90
5.1.3.8.	Determinación de los materiales más finos que el tamiz N° 200 mm	104
5.1.3.9.	Densidad óptima de agregados	108
5.1.3.10.	Colorimetría	112
5.1.4.	Método ensayo de la resistencia a la compresión en bloques huecos de hormigón.....	116
5.1.5.	Bloque huecos de hormigón. Ensayos de porcentaje de absorción, contenido de humedad y densidad.....	126
5.1.6.	Análisis del precio unitario del bloque hueco de hormigón tipo A fabricado.....	133
5.1.7.	Modelación estructural de la vivienda aplicando los bloques huecos de hormigón tipo A, como elemento de mampostería portante.....	134
5.1.7.1.	Descripción del Proyecto	134

5.1.7.2. Normatividad del Sector	134
5.1.7.3. Localización de amenaza sísmica	134
5.1.7.4. Especificaciones de los materiales utilizados en la mampostería	135
5.1.7.5. Evaluación de Cargas para sismo de diseño (Análisis Sísmico).....	136
5.1.7.6. Modelación de la estructura de mampostería.....	139
5.1.1.1. Modelación de la Cimentación	166
6. DISCUSIÓN	174
6.1. Análisis, comparación y discusión de resultados	175
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	179
7.1. Conclusiones	179
7.2. Recomendaciones	180
8. PROPUESTA	182
8.1. Título de la propuesta	182
8.2. Introducción	182
8.3. Objetivos	182
8.3.1. Objetivo general:	182
8.3.2. Objetivos específicos:	183
8.4. Fundamentación Científico- Técnica	183
8.4.1. Muestreo, inspección y recepción (INEN 639).....	183
8.4.2. Clasificación y condiciones generales (INEN 638)	184
8.5. Descripción de la propuesta.	185
8.5.1. Proceso de producción del bloque hueco de hormigón tipo A (6 MPa).....	185
8.5.2. Sistema constructivo del modelo de vivienda tipo MIDUVI.....	189
8.6. Diseño Organizacional.	192
8.7. Monitoreo y Evaluación de la propuesta.....	193
9. BIBLIOGRAFÍA	194
10. ANEXOS	196
- Anexo A.....	196
- Anexo B.....	212
- Anexo C.....	220

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultados obtenidos de los ensayos para el control de calidad en bloques de la provincia de Chimborazo.	3
Tabla 2: Clasificación de los agregados según su masa unitaria	12
Tabla 3: Clasificación de los agregados según el tamaño de sus partículas	13
Tabla 4: Clasificación de las partículas del agregado según su forma.....	14
Tabla 5: Clasificación de las partículas del agregado según su textura superficial.	15
Tabla 6: Tamices empleados en el análisis granulométrico.....	16
Tabla 7: Clasificación del agregado fino de acuerdo con el valor del modulo de finura	18
Tabla 8: Tipos de mortero, dosificación y resistencia mínima a compresión a los 28 días.	43
Tabla 9: Clasificación y dosificación por volumen de mortero de relleno	44
Tabla 10: Especificación por propiedades, para morteros de cemento y cal, preparados en laboratorio.....	45
Tabla 11: Especificación por proporciones, para morteros de cemento y cal.....	45
Tabla 12: Valores de f'_{b} en kg/cm^2	48
Tabla 13: Valores de f'_{m} en kg/cm^2	49
Tabla 14: Espesor equivalente (te) para bloques de hormigón	50
Tabla 15: Análisis de requerimientos mínimos para diseño sismo resistente.....	55
Tabla 16: Bloques huecos de hormigón muestreo, inspección y recepción.....	59
Tabla 17: Operacionalización de variables	60
Tabla 18: Factor de mayoración k	63
Tabla 19: Requisitos que exigen la norma NTE INEN 490 para el cemento Chimborazo.	67
Tabla 20. Masa unitaria suelta del cemento Chimborazo	69
Tabla 21: Peso Específico del cemento Chimborazo.....	71
Tabla 22: Masa Unitaria Suelta A. Fino hormigones Moreno de Penipe.	76
Tabla 23: Masa Unitaria Suelta A. Cerro Negro.....	77
Tabla 24: Masa Unitaria Compactada A. Fino hormigones Moreno de Penipe. ...	79
Tabla 25: Masa Unitaria Compacta A. Cerro Negro	80
Tabla 26: Densidad A. Fino hormigones Moreno de Penipe.....	83

Tabla 27: Densidad A. Fino Cerro Negro.....	83
Tabla 28: Capacidad de Absorción hormigones Moreno de Penipe.....	86
Tabla 29: Capacidad de Absorción A. Fino Cerro Negro.....	86
Tabla 30: Contenido de Humedad A. Fino hormigones Moreno de Penipe.....	89
Tabla 31: Contenido de Humedad A. Fino Cerro Negro.....	89
Tabla 32: Análisis Granulométrico Cerro Negro (E1).....	98
Tabla 33: Análisis Granulométrico Cerro Negro (E2).....	99
Tabla 34: Análisis Granulométrico Cerro Negro (E3).....	99
Tabla 35: Análisis Granulométrico Cerro Negro (E4).....	100
Tabla 36: Análisis Granulométrico Cerro Negro (E5).....	101
Tabla 37: Análisis granulométrico de macadán (Cerro Negro).....	102
Tabla 38: Material más fino que el tamiz N° 200 A. Fino hormigones moreno de Penipe.....	106
Tabla 39: Material más fino que el tamiz N° 200 A. Fino Cerro Negro.....	107
Tabla 40: Densidad óptima de una mezcla de agregados.....	112
Tabla 41: Colorimetría: Cerro Negro y Penipe.....	114
Tabla 42: Determinación de la resistencia a la compresión de un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (7 días).....	118
Tabla 43: Determinación de la resistencia a la compresión de un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (14 días).....	119
Tabla 44: Determinación de la resistencia a la compresión de un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (21 días).....	120
Tabla 45: Determinación de la resistencia a la compresión de un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (28 días).....	120
Tabla 46: Determinación de la resistencia a la compresión de un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (35 días).....	121
Tabla 47: Curva esfuerzo vs tiempo.....	121
Tabla 48: Determinación de la resistencia a la compresión para un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (7 días).....	123
Tabla 49: Determinación de la resistencia a la compresión para un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (14 días).....	123
Tabla 50: Determinación de la resistencia a la compresión para un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (21 días).....	124

Tabla 51: Determinación de la resistencia a la compresión para un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (28 días).....	125
Tabla 52: Determinación de la resistencia a la compresión para un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (35 días).....	125
Tabla 53: Curva esfuerzo vs tiempo	126
Tabla 54: Determinación del porcentaje de absorción.....	128
Tabla 55: Determinación del contenido de humedad.....	128
Tabla 56: Determinación de la densidad.....	129
Tabla 57: Determinación del porcentaje de absorción.....	130
Tabla 58: Determinación del contenido de humedad.....	131
Tabla 59: Determinación de la densidad.....	131
Tabla 60: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.....	137
Tabla 61: Coeficiente del suelo S y coeficiente Cm	137
Tabla 62: Tipo de suelo destino e importancia de la estructura.....	138
Tabla 63: Coeficiente de reducción de respuesta estructural R	138
Tabla 64: Requisitos de resistencia a la compresión que deben cumplir los bloques huecos de hormigón.	175
Tabla 65: Dosificaciones utilizadas para el estudio	175
Tabla 66: Curva esfuerzo vs tiempo.	176
Tabla 67: Curva esfuerzo vs tiempo	176
Tabla 68: Resumen de los ensayos.	177
Tabla 69: Criterio de aceptación o rechazo de los lotes de inspección.....	184
Tabla 70: Bloques huecos de hormigón uso y resistencia mínima a la compresión	184
Tabla 71: Presupuesto referencial de la vivienda tipo MIDUVI quintil 1 incluido U.B.S (sistema tradicional).	191
Tabla 72: Presupuesto referencial de la vivienda tipo MIDUVI quintil 1 incluido U.B.S (mampostería portante).	192

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Cemento	6
Ilustración 2: Proceso de Fabricación	8
Ilustración 3: Tamices para ensayo de granulometría.....	16
Ilustración 4: Distribución de los tamaños, áridos de granulometría continua – mínimos vacíos	17
Ilustración 5: Ensayo de la densidad del agregado fino.....	20
Ilustración 6: Ensayo de masa unitaria.	22
Ilustración 7: Flujograma de Producción.....	28
Ilustración 8: Diagrama de dosificación	29
Ilustración 9: Mampostería Confinada.....	34
Ilustración 10: Mampostería Confinada.....	35
Ilustración 11: Mampostería estructural.	36
Ilustración 12: Mampostería Estructural.....	38
Ilustración 13: Diseño en espacios libres. Mampostería estructural.....	39
Ilustración 14: Disposición de los muros de carga.	40
Ilustración 15: Configuración estructural de las viviendas.....	40
Ilustración 16: Disposición vertical de los muros cargueros	41
Ilustración 17: Factor k vs. Números de ensayos.	63
Ilustración 18: Cemento Chimborazo de 50 Kg.	66
Ilustración 19: Instrumental para el ensayo de MUS.....	68
Ilustración 20: Instrumental el ensayo del peso específico.....	70
Ilustración 21: Agua de mezclado utilizado en esta investigación.	73
Ilustración 22: Instrumental para el ensayo de MUS.....	75
Ilustración 23: Instrumental del ensayo	78
Ilustración 24: Instrumental del ensayo	81
Ilustración 25: Instrumental del ensayo para capacidad de absorción.....	85
Ilustración 26: Instrumental del ensayo del contenido total de humedad.....	88
Ilustración 27: Instrumental del ensayo para granulometría.....	91
Ilustración 28: Instrumental del ensayo	105
Ilustración 29: Instrumental del ensayo de la densidad óptima	108
Ilustración 30: Serie de colores gardner estándar	112
Ilustración 31: Instrumental de ensayo para colorimetría.....	113

Ilustración 32: Ensayo a compresión de los bloques huecos de hormigón	117
Ilustración 33: Datos ingresados en la máquina para el ensayo a compresión de los bloques huecos de hormigón.....	117
Ilustración 34: Instrumental de los ensayos	127
Ilustración 35: Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño.....	135
Ilustración 36: Mapa de zonificación sísmica de los suelos de la ciudad de Riobamba (2007).	136
Ilustración 37: Espectro sísmico elástico	136
Ilustración 38: Nuevo modelo de iniciación.	139
Ilustración 39: Definir el sistema de mallas de la vivienda y datos de los pisos .	140
Ilustración 40: Dato de piso	140
Ilustración 41: Datos de la malla	141
Ilustración 42: Datos de las propiedades de los materiales (concreto)	141
Ilustración 43: Datos de las propiedades de los materiales (mampostería)	142
Ilustración 44: Datos de las propiedades de los materiales (acero)	142
Ilustración 45: Datos de la correa G80x40x15x1.5.....	143
Ilustración 46: Dibujo de la correa G.....	143
Ilustración 47: Definir la sección rectangular (riestra)	144
Ilustración 48: Definir la sección deck (estilpanel)	144
Ilustración 49: Definir la sección del muro (mampostería)	145
Ilustración 50: Dibujo de la mampostería	145
Ilustración 51: Dividir áreas seleccionadas	146
Ilustración 52: Áreas eliminadas de la vivienda	146
Ilustración 53: Dibujo de la riestra	147
Ilustración 54: Dibujo de las correas	147
Ilustración 55: Dibujo de la cubierta.....	148
Ilustración 56: Espectro inelástico de diseño CEC 2000 (Microsoft office Excel 2007)	150
Ilustración 57: Espectro inelástico de diseño (Notepad).....	151
Ilustración 58: Definir la función del espectro de respuesta.....	151
Ilustración 59: Definir los nombres de casos estáticos de carga.....	152
Ilustración 60: Definir la carga sísmica por el usuario (X Dir)	152
Ilustración 61: Definir la carga sísmica por el usuario (Y Dir)	152

Ilustración 62: Nombre de los Pier	153
Ilustración 63: Factores de mayoración	153
Ilustración 64: Datos de caso del espectro de respuesta 1 y 2	154
Ilustración 65: Combos de mayoración	155
Ilustración 66: Asignar restricciones (articulación)	155
Ilustración 67: Visualización en 3D	155
Ilustración 68: Resultados de los esfuerzos por unidad de área a compresión en kg/cm ² (eje 1)	156
Ilustración 69: Resultados de los esfuerzos por unidad de área a compresión en kg/cm ² (eje 2)	156
Ilustración 70: Resultados de los esfuerzos por unidad de área a compresión en kg/cm ² (eje 3)	157
Ilustración 71: Resultados de los esfuerzos por unidad de área a compresión en kg/cm ² (eje 4)	157
Ilustración 72: Resultados de los esfuerzos por unidad de área a compresión en kg/cm ² (eje A)	158
Ilustración 73: Resultados de los esfuerzos por unidad de área a compresión en kg/cm ² (eje B)	158
Ilustración 74: Resultados de los esfuerzos por unidad de área a compresión en kg/cm ² (eje C)	159
Ilustración 75: Datos de la sección pier	164
Ilustración 76: Diseño del muro	165
Ilustración 77: Desplazamientos en la dirección X	165
Ilustración 78: Desplazamientos en la dirección Y	166
Ilustración 79: Pasos para exportar del Etabs V9.6.0 al Safe 13.3.1	167
Ilustración 80: Pasos para seleccionar las condiciones de carga	167
Ilustración 81: Selección del documento a ser exportado	168
Ilustración 82: Selección del documento a ser importado	168
Ilustración 83: Ventana con la geometría de la cimentación	169
Ilustración 84: Datos de las propiedades de los materiales (Concreto)	169
Ilustración 85: Datos de las propiedades de los materiales (cimentación corrida)	170
Ilustración 86: Datos de las propiedades del suelo	170

Ilustración 87: Módulos de reacción del Suelo (conocido también como Coeficiente de Balasto o Modulo de Winkler).....	171
Ilustración 88: Dibujo de la cimentación corrida.....	171
Ilustración 89: Soporte del suelo de la vivienda	172
Ilustración 90: Verificación de los esfuerzos de la cimentación en función de la resistencia del suelo	172
Ilustración 91: Chequeo del diseño de la sección	173
Ilustración 92: Proceso de producción.	185
Ilustración 93: Proceso de Producción.....	188

1. RESUMEN

La presente investigación está enfocada a desarrollar una metodología para la fabricación de bloques huecos de hormigón tipo A, siguiendo un proceso secuencial para obtener el diseño de una dosificación adecuada, que se determinará partiendo de los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio, conociendo así las propiedades físicas, químicas y mecánicas de cada uno de los agregados (cemento, arena, macadán y agua) a ser utilizados permitiendo conocer la calidad de los mismos, llegando a producir un bloque hueco de hormigón tipo A y su precio unitario, para que este pueda proveer simultáneamente soporte estructural al sistema de vivienda, división de los espacios interiores e incluso una apariencia externa atractiva desde el punto de vista arquitectónico.

Con la información obtenida se estudiará una aplicación del bloque hueco de hormigón tipo A, como elemento de mampostería portante en el análisis de un proyecto de vivienda tipo MIDUVI que brinde las condiciones de seguridad, habitabilidad y bajo costo, tomando como referente las condiciones de diseño de la normativa ecuatoriana de la construcción.

1.1 SUMMARY

This research is focused to develop a methodology for the manufacture of hollow concrete blocks type A, following a sequential process to obtain the design of an adequate dosing which will be determined by the obtained results through laboratory tests, thereby knowing the physical, chemical and mechanic properties of every aggregate (cement, sand, macadan, water) which are used, allowing to know their quality and producing a hollow concrete block type A with its unit price, so this one can provide simultaneously structural support to the housing system, division of indoor spaces, even an attractive external appearance from an architectural point of view.

With the obtained information, an application of the hollow concrete block type A will be studied as a load- bearing masonry element in the analysis of a MIDUVI type housing project that gives security, habitability conditions and low cost, taking as a reference the design requirements of the Construction Ecuadorian Standards.



2. INTRODUCCIÓN

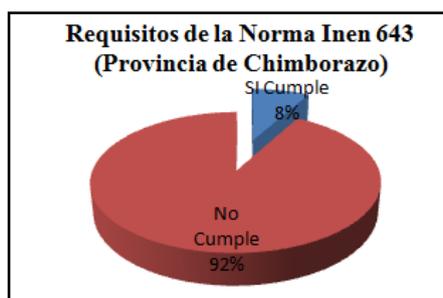
En el Ecuador debido al crecimiento poblacional y la falta de soluciones habitacionales es primordial implementar nuevas alternativas de vivienda, pero en nuestro país se realiza de manera poco frecuente estudios e investigaciones para disminuir este déficit, por lo tanto es necesario proponer nuevos sistemas constructivos no convencionales en nuestro medio.

Por lo expuesto anteriormente la ciudad de Riobamba no cuenta con la producción del bloque tipo A (6 MPa) para ser utilizado como mampostería estructural, por lo tanto se sigue un proceso técnico para su elaboración y posteriormente su aplicabilidad como sistema constructivo.

La ausencia de estudios de la calidad de materiales y la falta de preparación de los fabricantes de bloques hacen que la producción sea empírica y artesanal sin la verificación de la calidad de su producto, por parte de ningún organismo de control.

En la Universidad Nacional de Chimborazo se desarrolló el proyecto “Base de datos para el control de calidad de los materiales de construcción de la provincia de Chimborazo”, con este proyecto se busca determinar la calidad de los materiales de construcción de la provincia, los resultados de los ensayos realizados a los bloques de la provincia de Chimborazo fueron los siguientes:

Tabla 1: Resultados obtenidos de los ensayos para el control de calidad en bloques de la provincia de Chimborazo.



INEN 643	f	fa	fr	Fra
SI Cumple	5	5	8	8
No Cumple	60	65	92	100
	N=	65		

Fuente: Proyecto: “Base de datos para el control de calidad de los materiales de construcción de la provincia de Chimborazo”

Al no existir la producción del bloque hueco de hormigón tipo A que cumpla con la norma INEN 643 y que sea aplicable en la mampostería estructural se cierra las puertas a los amplios campos de aplicación, las bondades y beneficios que tiene, por lo tanto su desconocimiento permitirá seguir con las técnicas comunes que se utilizan actualmente sin ninguna mejora en el sistemas constructivos tradicionales. Una vez investigado la característica de los materiales utilizados y determinando una dosificación adecuada para alcanzar la resistencia requerida en la fabricación de este tipo de bloque, se tendrá una información real para proseguir con el proceso de fabricación y evaluar el comportamiento del producto final.

El desarrollo de la metodología para producir bloques huecos de hormigos tipo A permitirá que las entidades públicas, entidades profesionales (colegios y cámaras de la construcción), ingenieros, arquitectos y constructores, la aplicación de nuevas técnicas para soluciones habitacionales mediante su uso para paredes portantes en viviendas populares tipo MIDUVI.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Esta investigación contribuye al proceso de aprendizaje tanto de los profesionales dedicados a la construcción como a los fabricantes de bloques, para la producción y uso de estos, en forma estructural en muros portantes.

Los Bloques huecos de hormigón con una resistencia a la compresión de 6 MPa según la norma INEN 643 son aptos para soportar carga, este producto no se ha elaborado en nuestra provincia, justificado por sus ventajas constructivas y su gran versatilidad de usos en la construcción de viviendas, esto debido a su capacidad portante, evitando en algunos casos el sistema estructural convencional de pórticos.

3.1. Generalidades de los materiales utilizados para la elaboración de bloques huecos de hormigón.

El concreto comúnmente usado para hacer bloques de concreto es una mezcla del poderoso cemento Portland, agua, arena y piedra (macadán). Esto produce un bloque de color gris claro con una fina textura superficial y una gran resistencia a la compresión. En general, la mezcla de concreto usada para los bloques contiene un gran porcentaje de piedra (macadán), un bajo porcentaje de arena y agua que las mezclas de concreto usadas con propósitos de construcción. Este método da como resultado un producto muy seco, de mezcla homogénea que mantiene su forma cuando es removido del molde.

En adición a los componentes básicos, la mezcla de concreto usada tradicionalmente para elaborar bloques puede contener varios químicos para alterar el tiempo de curado, incrementar la resistencia a la compresión o improvisar su manejo. Las mezclas pueden contener pigmentos que produzcan una apariencia uniforme en el bloque.

La información con la que se debe contar para efectuar el diseño de la mezcla es la siguiente:

- Análisis granulométrico de los agregados
- Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
- Peso específico de los agregados (fino y grueso)
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso)
- Perfil y textura de los agregados
- Tipo y marca del cemento
- Peso específico del cemento
- Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

3.2.1. Cemento

3.1.1.1. Definición

El cemento Portland es un polvo muy fino y de color grisáceo, que se compone principalmente de silicatos de calcio y aluminio, que proviene de la combinación de calizas, arcillas o pizarras, y yeso, mediante procesos especiales. El color parecido a las piedras de la región de Portland, en Inglaterra, dio origen a su nombre.



Ilustración 1: Cemento

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

3.1.1.2. Clasificación:

Existen diversos tipos de cemento portland y se clasifican en:

Tipo I: Se lo conoce como cemento Portland ordinario, que es el de mayor utilización en el mercado. Se lo utiliza en hormigón normal que no estará expuesto a sulfatos en el ambiente, en el suelo o en el agua del subsuelo.

Tipo II: Son cementos con propiedades modificadas para cumplir propósitos especiales, como cemento antibacteriales que pueden usarse en piscinas; cementos hidrófobos que se deterioran muy poco en contacto con sustancias agresivas líquidas; cemento de albañilería que se los emplea en la colocación de mampostería; cemento impermeabilizantes que se los utiliza en elementos estructurales en que se desea evitar las filtraciones de agua u otros fluidos, etc.

Tipo III: Son los cementos de fraguado rápido, que suelen utilizarse en obras de hormigón que están en contacto con flujos de agua durante su construcción o en obras que pueden inestabilizarse rápidamente durante la construcción.

Tipo IV: Son los cementos de fraguado lento, que producen poco calor de hidratación. Se los emplea en obras que contienen grandes volúmenes continuos de hormigón como las prensas, permitiendo controlar el calor durante el proceso de fraguado.

Tipo V: Son cemento resistentes a los sulfatos que pueden estar presentes en los agregados de hormigón o en el propio ambiente. La presencia de sulfatos junto con otros tipos de cemento provoca la desintegración progresiva del hormigón y la destrucción de la estructura del material compuesto.

3.1.1.3.Fabricación del Cemento Portland

Existe una gran variedad de cementos según la materia prima base y los procesos utilizados para producirlo, que se clasifican en procesos de vía seca y procesos de vía húmeda.

El proceso de fabricación del cemento comprende cuatro etapas principales:

- ✓ Extracción y molienda de la materia prima.

- ✓ Homogeneización de la materia prima.
- ✓ Producción del Clínker.
- ✓ Molienda de cemento.

La materia prima para la elaboración del cemento (caliza, arcilla, arena, mineral de hierro y yeso) se extrae de canteras o minas, dependiendo de la dureza y ubicación del material, se aplican ciertos sistemas de explotación y equipos. Una vez extraída la materia prima es reducida a tamaños que puedan ser procesados es decir triturados por los molinos de crudo (calizas y arcillas).

La etapa de homogeneización puede ser por vía húmeda o por vía seca, dependiendo de si se usan corrientes de aire o agua para mezclar los materiales. En el proceso húmedo la mezcla de materia prima es bombeada a balsas de homogeneización y de allí hasta los hornos en donde se produce el clínker a temperaturas superiores a los 1500 °C. En el proceso seco, la materia prima es homogeneizada en patios, prima con el uso de maquinarias especiales. En este proceso el control químico es más eficiente y el consumo de energía es menor, ya que al no tener que eliminar el agua añadida con el objeto de mezclar los materiales, los hornos son más cortos y el clínker requiere menos tiempo sometido a las altas temperaturas. El clínker obtenido, separadamente del proceso utilizado en la etapa de homogeneización, es luego es molido con pequeñas cantidades de yeso para finalmente obtener un polvo fino llamado cemento Portland.

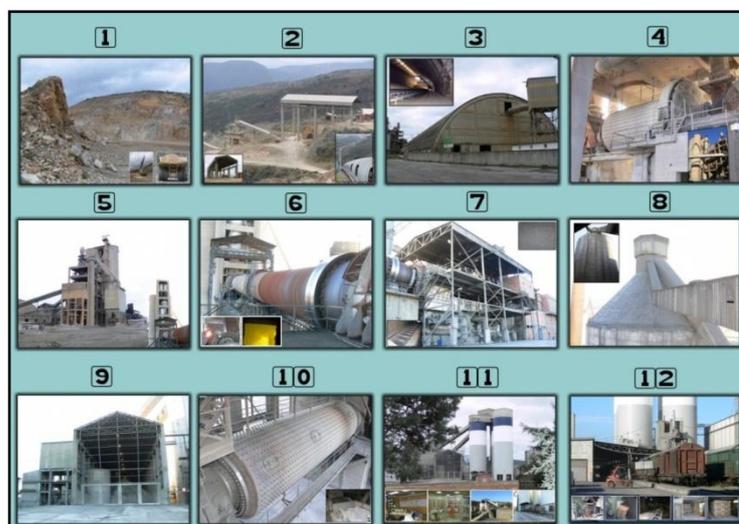


Ilustración 2: Proceso de Fabricación

Fuente: Eleman CS, World S.L.

3.1.1.4. Almacenamiento del cemento

Si es cemento en sacos, deberá almacenarse sobre parrillas de madera o piso de tablas; no se apilará en hileras superpuestas de más de 14 sacos de altura para almacenamiento de 30 días, ni de más de 7 sacos de altura para almacenamientos hasta de 2 meses. Para evitar que el cemento envejezca indebidamente, después de llegar al área de las obras, el contratista deberá utilizarlo en la misma secuencia cronológica de su llegada. No se utilizará bolsa alguna de cemento que tenga más de dos meses de almacenamiento en el área de las obras, salvo que nuevos ensayos demuestren que está en condiciones satisfactorias.

3.1.1.5. Hidratación del cemento

Es la reacción química entre las partículas de cemento y el agua, muchas reacciones químicas ocurren ya que el cemento tiene muchos compuestos químicos:

- ✓ Los aluminatos se hidratan más rápido que los silicatos
- ✓ La reacción del aluminato tricalcio con el agua es inmediata y libera mucho calor
- ✓ El yeso se usa para retrasar la velocidad de esta reacción produciendo iones de sulfato.
- ✓ El balance entre el aluminato y sulfato determina la velocidad de fraguado.
- ✓ El cemento de fraguado normal tiene poca concentración de aluminato y sulfato. Permanece manejable por ~45 min y empieza a solidificarse a las 2~4 horas.
- ✓ Exceso de aluminato y sulfato la manejabilidad dura ~10 min y se solidifica a las 1~2 horas.
- ✓ Alto aluminato con bajo sulfato produce un fraguado rápido (10~45 min) o un fraguado instantáneo (<10 min).
- ✓ Bajo aluminato y alto sulfato produce también un fraguado instantáneo.
- ✓ El silicato tricalcio se hidrata más rápido que el silicato dicalcio, contribuyendo al tiempo de fraguado final y la ganancia de resistencia inicial.

3.2.2. Agregados

3.1.2.1. Definición

Son materiales granulares sólidos inertes que se emplean en los firmes de las carreteras con o sin adición de elementos activos y con granulometrías adecuadas; se utilizan para la fabricación de productos artificiales resistentes, mediante su mezcla con materiales aglomerantes de activación hidráulica (cementos, cales, etc.) o con ligantes asfálticos.

3.1.2.2. Clasificación

En general los agregados se han clasificado de varias maneras a través del tiempo, pero principalmente desde los puntos de vista de su procedencia, densidad, tamaño, forma y textura.

a) Clasificación según su procedencia

De acuerdo con el origen de los agregados, según su procedencia ya sea de fuentes naturales o a partir de productos industriales, se pueden clasificar de la siguiente manera:

✓ Agregados naturales

Son aquellos procedentes de la explotación de fuentes naturales tales como: depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) o glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales. Pueden usarse tal como se hallen o variando la distribución de tamaños de sus partículas, si ello se requiere. Todas las partículas que provienen de los agregados tienen su origen en una masa mayor la que se ha fragmentado por procesos naturales como intemperismo y abrasión, o mediante trituración mecánica realizada por el hombre, por lo que gran parte de sus características vienen dadas por la roca madre que le dio su origen. De acuerdo a la geología histórica; estos se transforman por fenómenos internos de la tierra, al solidificarse y enfriarse el magma (masa de materias en fusión), se forman las rocas originales o ígneas y

posteriormente, por fenómenos geológicos externos, tales como la meteorización, con el tiempo se forman las rocas sedimentarias, al sufrir la acción de procesos de presión y temperatura forman el tercer grupo de las denominadas rocas metamórficas, esto se conoce como el ciclo geológico que está en permanente actividad.

✓ **Agregados artificiales**

Por lo general, los agregados artificiales se obtienen a partir de productos y procesos industriales tales como: arcillas expandidas, escorias de alto horno, clínker, limaduras de hierro y otros, comúnmente estos son de mayor o menor densidad que los agregados corrientes

Actualmente se están utilizando concretos ligeros o ultraligeros, formados con algunos tipos de áridos los cuales deben presentar ciertas propiedades como son: forma de los granos compacta, redondeada con la superficie bien cerrada, ninguna reacción perjudicial con la pasta de cemento ni con el refuerzo, invariabilidad de volumen, suficiente resistencia a los fenómenos climatológicos; además deben tener una densidad lo menor posible, con una rigidez y una resistencia propia suficientemente elevada y ser de calidad permanente y uniforme.

b) Clasificación según su densidad

Depende de la cantidad de masa por unidad de volumen y del volumen de los poros, ya sean agregados naturales o artificiales. Esta distinción es necesaria porque afecta la densidad del concreto (ligero, normal o pesado) que se desea producir, como lo indica la siguiente tabla.

Tabla 2: Clasificación de los agregados según su masa unitaria

TIPO DE CONCRETO	MASA UNITARIA APROX. DEL CCTO. kg/m ³	MASA UNITARIA DEL AGREGADO kg/m ³	EJEMPLO DE UTILIZACIÓN	EJEMPLO DE AGREGADO
Ultraligero	500 – 800		Concreto para aislamiento.	Piedra pómez Ag. Ultraligero.
Ligero	950 – 1350 1450 – 1950	480 – 1040	Rellenos y mampostería no estruct. Ccto. Estructural	Perlita Ag. Ultraligero.
Normal	2250 – 2450	1300 – 1600	Ccto. Estruct. Y no estruct.	Agregado de río o triturado.
Pesado	3000 – 5600	3400 – 7500	Ccto. Para proteger de radiación gamma ó X, y contrapesos	Hematita, barita, coridón, magnetita.

Fuente: Concreto simple, Ing. Gerardo A. Rivera L. Cap. 2-52

c) Clasificación según su tamaño.

La forma más generalizada de clasificar los agregados es según su tamaño, el cual varía desde fracciones de milímetros hasta varios centímetros de sección; ésta distribución del tamaño de las partículas, es lo que se conoce con el nombre de GRANULOMETRÍA.

De acuerdo con la clasificación unificada, los suelos se dividen en suelos finos (material de tamaño inferior a 0,074 mm o 74µm-tamiz No. 200) y suelos gruesos (material de tamaño superior o igual a 0,074 mm o 74µm-tamiz No. 200); para la elaboración de mezclas de mortero o de concreto se emplean los suelos gruesos y se limita el contenido de suelo fino.

La fracción fina de los suelos gruesos, cuyas partículas tienen un tamaño inferior a 4,76 mm (tamiz No. 4) y no menor de 0,074 mm o 74µm (tamiz No. 200), es lo que comúnmente se denomina “agregado fino” y la fracción gruesa es considerada aquellas partículas que tienen un tamaño superior a 4,76 mm (tamiz No. 4), es lo que normalmente se llama “agregado grueso”.

Grava: Agregado grueso de tamaño máximo mayor o igual a 20 mm.

Gravilla: Agregado grueso de tamaño máximo menor a 20 mm.

La grava y la gravilla son resultantes de la desintegración natural y abrasión de las rocas o del procesamiento de conglomerados débilmente ligados.

Arena: Agregado fino resultante de la desintegración natural y abrasión de las rocas o del procesamiento de conglomerados débilmente ligados.

Grava triturada o triturado: Agregado grueso resultante de la trituración artificial de la roca.

Arena manufacturada o arena triturada: Agregado fino resultante de la trituración artificial de la roca, piedra o escoria (residuo mineral de hierro).

Escoria de alto horno: Producto no metálico, constituido esencialmente por silicatos y aluminosilicatos de calcio y de otras bases, que se produce en forma líquida o fluida simultáneamente con el hierro en un alto horno.

Una clasificación más específica es la que aparece en la tabla No 3, donde se muestra los nombres más usuales de las fracciones y su aptitud para morteros o concretos según el tamaño de sus partículas.

Tabla 3: Clasificación de los agregados según el tamaño de sus partículas

TAMAÑO EN mm.	DENOMINACIÓN MÁS COMÚN	CLASIFICACIÓN	USO COMO AGREGADO DE MEZCLAS
< 0,002	Arcilla	Fracción muy fina	No recomendable
0,002 – 0,074	Limo	Fracción fina	No recomendable
0,074 – 4,76 #200 - #4	Arena	Agregado fino	Material apto para mortero o concreto
4,76 – 19,1 #4 – ¾"	Gravilla	Agregado grueso	Material apto para concreto
19,1 – 50,8 ¾" – 2"	Grava		Material apto para concreto
50,8 – 152,4 2" – 6"	Piedra		
> 152,4 6"	Rajón, Piedra bola		Concreto ciclópeo

Fuente: Concreto Simple, Ing. Gerardo A. Rivera I. Cap. 2-53

d) Clasificación según su forma y textura superficial

La forma y la textura de los agregados tienen un efecto directo en la resistencia influenciando las concentraciones de esfuerzo en el material compuesto y el grado de micro fisuras y fisuras antes y después de la falla. El requerimiento de pasta de cemento de la mezcla de concreto está asociado a la superficie específica de los agregados.

La presencia de partículas alargadas o aplanadas puede afectar la trabajabilidad, la resistencia, la durabilidad de las mezclas y la colocación, porque tienden a orientarse en un solo plano lo cual dificulta la manejabilidad, además debajo de las partículas se forman huecos de aire y se acumula agua perjudicando las propiedades de la mezcla endurecida.

Por otro lado, la textura superficial de las partículas del agregado influye en la manejabilidad y la adherencia entre la pasta y el agregado, por lo tanto, afecta la resistencia (en especial la resistencia a la flexión).

Partícula larga.- Es aquella cuya relación entre la longitud y el ancho es mayor de 1,5.

Partícula plana.- Es aquella cuya relación entre el espesor y el ancho es menor de 0,5.

Tabla 4: Clasificación de las partículas del agregado según su forma

FORMA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
Redondeadas	Totalmente desgastada por el agua o completamente limada por frotamiento.	Grava de río o playa, arena del desierto, playa.
Irregular	Irregularidad natural, o parcialmente limitada por frotamiento y con orillas redondeadas.	Otras gravas, pedernales del suelo o de excavación.
Escamosa	Material en el cual el es pequeño en relación a las otras dos dimensiones.	Roca laminada.
Angular	Posee orillas bien definidas que se forman en la intersección de caras más o menos planas.	Rocas trituradas de todo tipo, escoria triturada.
Alongadas	Material normalmente angular en el cual la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones.	

Fuente: Concreto Simple, Ing. Gerardo A. Rivera I. Cap. 2-54

La clasificación de las partículas del agregado según su textura superficial se basa en el grado en que la superficie de una partícula es pulida o mate, suave o áspera; es preciso describir el tipo de aspereza.

La textura depende de la dureza, el tamaño del grano y las características porosas de la roca original (las rocas densas, duras y de grano fino generalmente tienen superficies con fracturas suaves), así como del grado en que las fuerzas que actúan sobre la superficie de la partícula han modificado sus características.

Tabla 5: Clasificación de las partículas del agregado según su textura superficial.

TEXTURA	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLO
Vítrea	Fractura concooidal.	Pedernal negro, escoria vítrea.
Lisa	Desgastada por el agua, o liso debido a la fractura de roca laminada o de grano	Gravas, pizarras, mármol, algunas reolitas.
Granular	Fractura que muestra granos más o menos uniformemente redondeados.	Arenisca.
Áspera	Fractura áspera de roca con granos finos o medianos que contienen constituyentes cristalinos no fácilmente visibles.	Basalto, felsita, pórfido, caliza.
Cristalina	Contiene constituyentes cristalinos fácilmente visibles.	Granito, Gabro, Gneis.
Apanalada	Con poros y cavidades visibles	Pómez, escoria espumosa, arcilla expandida.

**Fuente: Concreto Simple, Ing. Gerardo A. Rivera I. Cap. 2-55
3.1.2.3. Granulometría de agregados**

Es la distribución de los tamaños de las partículas que constituyen una masa de agregados; se determina mediante el análisis granulométrico que consiste en dividir una muestra representativa del agregado en fracciones de igual tamaño de partículas; la medida de la cuantía de cada fracción se denomina como granulometría.

El análisis granulométrico consiste en hacer pasar el agregado a través de una serie de tamices que tienen aberturas cuadradas y cuyas características deben ajustarse a la norma. Actualmente la designación de tamices se hace de acuerdo a la abertura de la malla, medida en milímetros o en micras. Se incluye algunos tamices intermedios que no cumplen la relación 1:2 de la abertura, pero se usan frecuentemente para evitar intervalos muy grandes entre dos mallas consecutivas.

Por fines prácticos, la serie de tamices que se emplea en agregados para morteros o concreto se ha establecido de manera que la abertura de cualquier tamiz es aproximadamente la mitad de la abertura del tamiz inmediatamente superior, esto es relación 1:2; en la tabla 6 se incluyen tamices que no cumplen esta relación, pero son de uso frecuente para determinar mejor la granulometría, principalmente de la fracción gruesa.



Ilustración 3: Tamices para ensayo de granulometría

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Los tamices se colocaran de mayor a menor, permitiendo obtener un porcentaje de retención de árido en cada uno y sobre todo preservando la integridad del tamiz.

Tabla 6: Tamices empleados en el análisis granulométrico

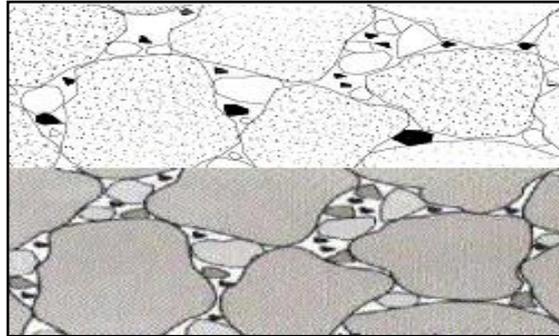
DESIGNACION ICONTEC	DESIGNACION A.S.T.M.
---	6"
---	5"
---	4 ½"
* 101,6 mm	4"
* 90,5 mm	3 ½"
76,1 mm	3"
* 64,0 mm	2 ½"
* 50,8 mm	2"
38,1 mm	1 ½"
* 25,4 mm	1"
19,0 mm	¾"
* 12,7 mm	½"
9,51 mm	3/8"
4,76 mm	No. 4
2,38 mm	No. 8
1,19 mm	No. 16
595 µm	No. 30
297 µm	No. 50
149 µm	No. 100
74 µm	No. 200

* Tamices que no cumplen la relación 1:2.

Fuente: Concreto Simple, Ing. Gerardo A. Rivera I. Cap. 2-57

a) Curvas granulométricas.

Para una mejor comprensión e interpretación de los resultados se acostumbra a representar gráficamente el análisis granulométrico en la curva denominada granulométrica o línea de cribado. En la curva de granulometría se representa generalmente sobre el eje de las ordenadas el porcentaje pasa, en escala aritmética; y en las abscisas la abertura de los tamices en escala logarítmica.



**Ilustración 4: Distribución de los tamaños, áridos de granulometría continua
– mínimos vacíos**

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

3.1.2.4. Módulo de finura (M.F.)

El módulo de finura es un factor empírico que permite estimar que tan fino o grueso es un material. Está definido como la centésima parte del número que se obtiene al sumar los porcentajes retenidos acumulados en la siguiente serie de tamices: 149 μ m(No.100), 297 μ m(No.50), 595 μ m(No.30), 1,19mm(No.16), 2,38mm(No.8), 4,76mm(No.4), 9,51mm(3/8"), 19mm(3/4"), 38,1mm(1½") y los tamices siguientes cuya abertura está en relación de 1 a 2.

El módulo de finura se puede calcular a cualquier material, sin embargo se recomienda determinar el módulo de finura al agregado fino y según su valor, este agregado se puede clasificar tal como se presenta en la tabla 7.

Tabla 7: Clasificación del agregado fino de acuerdo con el valor del modulo de finura

MODULO DE FINURA	AGREGADO FINO
Menor que 2,00	Muy fino o extra fino
2,00 – 2,30	Fino
2,30 – 2,60	Ligeramente fino
2,60 – 2,90	Mediano
2,90 – 3,20	Ligeramente grueso
3,20 – 3,50	Grueso
Mayor que 3,50	Muy grueso o extra grueso

Fuente: Concreto Simple, Ing. Gerardo A. Rivera I. Cap. 2-60

3.1.2.5. Tamaño máximo

Está definido como la mayor abertura del tamiz que permite el paso de la totalidad del agregado. De manera práctica representa el tamaño de la partícula más grande que tiene el material.

3.1.2.6. Tamaño máximo nominal

El tamaño nominal máximo de las partículas es el mayor tamaño del tamiz, listado en la norma aplicable, sobre el cual se permite la retención de cualquier material. Es más útil que el tamaño máximo porque indica de mejor manera el promedio de la fracción gruesa, mientras que el tamaño máximo solo indica el tamaño de la partícula más grande de la masa de agregados, la cual puede ser única. El tamaño máximo y el tamaño máximo nominal se determinan generalmente al agregado grueso únicamente.

Existen varias razones para especificar límites en las granulometrías y el tamaño máximo del agregado. La granulometría y el tamaño máximo afectan las proporciones relativas de los agregados, así como la cantidad de agua y cemento necesarios en la mezcla y también la manejabilidad, la economía, la porosidad y la contracción del concreto. Las variaciones en la gradación pueden afectar seriamente la uniformidad de una mezcla a otra. En general, los agregados deben de tener partículas de todos los tamaños con el fin de que las partículas pequeñas llenen los espacios dejados por las partículas más grandes, de ésta forma se obtiene un mínimo de huecos o sea una máxima densidad; como la cantidad de

pasta (agua más cemento) que se necesita para una mezcla es proporcional al volumen de huecos de los agregados combinados, es conveniente mantener este volumen al mínimo.

3.1.2.7.Densidad.

Las partículas del agregado están conformadas por masa del agregado, vacíos que se comunican con la superficie llamados poros permeables o saturables y vacíos que no se comunican con la superficie, es decir que quedan en el interior del agregado llamados poros impermeables o no saturables; de acuerdo con lo anterior tenemos tres densidades a saber:

DENSIDAD REAL: Masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, excluyendo sus poros permeables o saturables y los no saturables o impermeables.

DENSIDAD NOMINAL: Masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, excluyendo únicamente los poros permeables o saturables.

DENSIDAD APARENTE: Masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, incluyendo tanto poros permeables o saturables como poros impermeables o no saturables (volumen aparente o absoluto).

Si la masa de agregado se determina con material seco tendríamos densidad aparente seca, pero si la masa del agregado se determina con material saturado y superficialmente seco (S.S.S.), tendríamos densidad aparente saturada.

De los tres tipos de densidades antes definidas, la **DENSIDAD APARENTE** es la que se emplea en el cálculo de mezclas, porque se parte que el material primero se satura, es decir, todos los poros permeables de cada partícula quedan llenos de agua y el agua adicional a éste estado (agua libre) es la que reacciona con el cemento; si la densidad del agregado que se toma en el diseño es la aparente saturada las masas que se calculen del agregado serán masas saturadas, pero si se toma para dosificación de mezclas la densidad aparente seca las masas que se determinen del agregado serán masas secas.



Ilustración 5: Ensayo de la densidad del agregado fino
Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

3.1.2.8. Absorción y humedad

La absorción (porcentaje de agua necesaria para saturar los agregados o el hormigón expresado con respecto a la masa de los materiales secos) y la humedad, deben determinarse de acuerdo con las normas, de manera que la cantidad de los materiales en la mezcla pueda controlarse y se establezca las masas correctas de cada uno de ellos.

La estructura interna de las partículas de un agregado está conformada por materia sólida y por poros o huecos los cuales pueden contener agua o no. Las condiciones de humedad en que se puede encontrar un agregado serán:

SECO: Ningún poro con agua.

HÚMEDO NO SATURADO: Algunos poros permeables con agua.

SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (S.S.S.): Todos los poros permeables llenos de agua y el material seco en la superficie.

HÚMEDO SOBRESATURADO: Todos los poros permeables contienen agua y además el material tiene agua en la superficie (agua libre).

Dependiendo de las condiciones de humedad que tenga el agregado, puede quitar o aportar agua a la mezcla (porque se considera que el agregado se satura y el agua libre es la que reacciona con el cemento). Si la humedad del agregado es mayor que la absorción, el material tiene agua libre y está aportando agua a la mezcla; pero si por el contrario la humedad del agregado es menor que la absorción, el agregado le va a quitar agua a la mezcla para saturarse. Esto es importante para poder definir la cantidad de agua de mezcla y no alterar la relación agua-cemento.

De otra parte, el agregado fino aumenta de volumen cuando está húmedo, la humedad superficial mantiene separadas las partículas produciendo el aumento de volumen conocido como "hinchamiento o expansión del agregado fino". La expansión varía con la humedad y con la granulometría, las arenas finas se expanden más que las gruesas para una humedad dada; la expansión es baja para humedades bajas (cerca de 0%) o humedades altas (mayores al 15%) y el hinchamiento es alto (algunas veces hasta un 40%) para humedades intermedias (entre 4 y 8%). Como la mayor parte de las arenas se entregan húmedas pueden ocurrir grandes variaciones en las cantidades de las mezclas si se hacen de acuerdo con el volumen (volumen suelto); por esta razón no se recomienda la dosificación por volumen.

3.1.2.9. Masa unitaria

La masa unitaria de un material es la masa del material necesaria para llenar un recipiente de volumen unitario. En la masa unitaria además del volumen de las partículas del agregado se tiene en cuenta los vacíos que hay entre partículas.

La masa unitaria puede determinarse compactada o suelta; la masa unitaria compactada se emplea en algunos métodos de dosificación de mezclas y la masa unitaria suelta sirve para estimar la cantidad de agregados a comprar si estos se venden por volumen (volumen suelto) como ocurre comúnmente. El ensayo consiste en llenar un recipiente normalizado en forma estandarizada; la masa unitaria se determina como el cociente entre la masa del agregado que contiene el recipiente y el volumen del recipiente.

Si el recipiente se llena dejando caer libremente el material desde una altura no mayor de 5 cm por encima de su borde, la masa unitaria determinada es suelta; pero si el llenado se realiza en tres capas, compactando el material, la masa unitaria será compactada. El método de compactación puede ser vibrado proporcionando 50 caídas normalizadas del recipiente por capa y se emplea para agregados de tamaño máximo entre 38 y 100 mm – 1 ½" y 4"; o apisonado dando 25 golpes estándar por capa, para agregados de tamaño máximo menor o igual a 38 mm – 1 ½ ".



Ilustración 6: Ensayo de masa unitaria.

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

3.2.3. Agua

3.1.3.1. Generalidades

Para asegurar que las reacciones de fraguado continúen, a partir del endurecimiento inicial de la mezcla (que normalmente se produce en las primeras doce horas después del mezclado), se requiere dotar continuamente al hormigón de agua de curado, la que sirve para reponer el agua de amasado evaporada por el calor emanado como producto de las reacciones químicas.

La calidad del agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón, no debe contener sustancias nocivas o perjudiciales que puedan afectar la calidad y que ocasionen una reducción en la resistencia del hormigón. Esta agua

de curado usualmente se la proporciona humedeciendo la superficie de los elementos de hormigón.

La propiedad de diseño más importante del hormigón constituye su resistencia; la propiedad constructiva más importante es su trabajabilidad. Usualmente estas dos propiedades son mutuamente conflictivas durante la construcción.

En general una relación agua/cemento (a/c) baja, medida al peso, que mantenga una adecuada trabajabilidad en el hormigón fresco, conduce a hormigones de mayor resistencia y mejor calidad. Lamentablemente la disminución de la cantidad de agua en el hormigón produce hormigones menos trabajables que pueden presentar defectos tipo hormigueros.

Se requiere aproximadamente una relación a/c mínima de 0.25 para que todo el cemento presente en la mezcla reaccione químicamente con el agua formando pequeños puentes cristalizados entre las superficies de las partículas de áridos. Estos cristales son los responsables de la cohesividad entre las partículas y de la resistencia del hormigón en general.

Cualquier exceso de agua durante el amasado, por encima de la relación a/c de 0.25, se convertirá, luego del fraguado inicial, en espacios vacíos por la evaporación del agua (o espacios con agua que no alcanza a escapar de los poros luego del fraguado) que disminuyen considerablemente la resistencia del hormigón, y también provocará que los puentes cristalizados tengan mayor longitud y sean menos resistentes.

Lamentablemente una relación a/c cercana a 0.25 (que en teoría nos proporcionaría la mayor resistencia), no puede ser conseguida en un hormigón normal, pues la disminución de agua de amasado provoca una pérdida importante de trabajabilidad e inclusive puede llegar a imposibilitar la consecución de una mezcla apropiada. Para asegurar una mezcla homogénea y una trabajabilidad razonable en un hormigón normal (sin aditivos) serán necesarias relaciones a/c mínimas del orden de 0.60.

La falta de agua de curado durante el fraguado del hormigón (particularmente en los primeros días en que las reacciones son más intensas) tiene efectos adversos sobre la resistencia final del hormigón, pues provoca que las partículas de cemento no reaccionen totalmente, dando lugar a pocos cristales de unión entre partículas de áridos, con lo que disminuye la cohesión.

3.2. Generalidades del diseño de mezclas para elaboración de bloques huecos de concreto.

El diseño de mezclas es un proceso que consiste de pasos dependientes entre sí:

- a) Selección de los ingredientes convenientes (cemento, agregados, agua).
- b) Determinación de sus cantidades relativas “proporcionamiento” para producir un bloque hueco de hormigón, tan económico como sea posible, trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad apropiada.

Estas proporciones dependerán de cada ingrediente en particular los cuales a su vez dependerán de la aplicación particular del concreto. También podrían ser considerados otros criterios, tales como minimizar la contracción y el asentamiento o ambientes químicos especiales.

Aunque se han realizado gran cantidad de trabajos relacionados con los aspectos teóricos del diseño de mezclas, en buena parte permanece como un procedimiento empírico. Y aunque hay muchas propiedades importantes del concreto, la mayor parte de procedimientos de diseño, están basados principalmente en lograr una resistencia a compresión para una edad especificada así como una trabajabilidad apropiada. Además es asumido que si se logran estas dos propiedades las otras propiedades del concreto también serán satisfactorias (excepto la resistencia al congelamiento y deshielo u otros problemas de durabilidad tales como resistencia al ataque químico). Sin embargo antes de pasar a ver los métodos de diseño en uso común en este momento, será de mucha utilidad revisar, en más detalle, las consideraciones básicas de diseño.

3.2.1. Consideraciones Básicas

3.2.1.1. Economía

El costo del hormigón es la suma del costo de los materiales, de la mano de obra empleada y el equipamiento. Sin embargo excepto para algunos concretos especiales, el costo de la mano de obra y el equipamiento son muy independientes del tipo y calidad del concreto producido. Por lo tanto los costos de los materiales son los más importantes y los que se deben tomar en cuenta para comparar mezclas diferentes. Debido a que el cemento es más costoso que los agregados, es claro que minimizar el contenido del cemento en el concreto es el factor más importante para reducir el costo del concreto. En general, esto puede ser echo del siguiente modo:

- ✓ Utilizando el menor asentamiento (slump) que permita una adecuada colocación.
- ✓ Utilizando el mayor tamaño máximo del agregado
- ✓ Utilizando una relación óptima del agregado grueso al agregado fino.
- ✓ Y cuando sea necesario utilizando un aditivo conveniente.

Es necesario además señalar que en adición al costo, hay otros beneficios relacionados con un bajo contenido de cemento. En general, las contracciones serán reducidas y habrá menor calor de hidratación. Por otra parte un muy bajo contenido de cemento, disminuirá la resistencia temprana del concreto y la uniformidad del concreto será una consideración crítica.

La economía de un diseño de mezcla en particular también debería tener en cuenta el grado de control de calidad que se espera en obra. Como discutiremos en capítulos posteriores, debido a la variabilidad inherente del concreto, la resistencia promedio del concreto producido debe ser más alta que la resistencia a compresión mínima especificada. Al menos en pequeñas obras, podría ser más barato “sobre diseñar” el concreto que implementar el extenso control de calidad que requeriría un concreto con una mejor relación costo – eficiencia.

3.2.1.2.Trabajabilidad del Hormigón

Claramente un concreto apropiadamente diseñado debe permitir ser colocado y compactado apropiadamente con el equipamiento disponible. El acabado que permite el concreto debe ser el requerido y la segregación y sangrado deben ser minimizados. Como regla general el concreto debe ser suministrado con la trabajabilidad mínima que permita una adecuada colocación. La cantidad de agua requerida por trabajabilidad dependerá principalmente de las características de los agregados en lugar de las características del cemento.

Cuando la trabajabilidad debe ser mejorada, el rediseño de la mezcla debe consistir en incrementar la cantidad de mortero en lugar de incrementar simplemente el agua y los finos (cemento). Debido a esto es esencial una cooperación entre el diseñador y el constructor para asegurar una buena mezcla de concreto. En algunos casos una menos mezcla económica podría ser la mejor solución. Y se deben prestar oídos sordos al frecuente pedido, en obra, de “**más agua**”.

3.2.1.3.Resistencia y durabilidad

En general las especificaciones del concreto requerirán una resistencia mínima a compresión. Estas especificaciones también podrían imponer limitaciones de la máxima relación agua/cemento (a/c) y el contenido mínimo de cemento. Es importante asegurar que estos requisitos no sean mutuamente incompatibles.

No necesariamente la resistencia a compresión a los 28 días será la más importante, debido a esto la resistencia a otras edades podría controlar el diseño.

Las especificaciones también podrían requerir que el concreto cumpla ciertos requisitos de durabilidad, tales como resistencia al congelamiento y deshielo ó ataque químico. Estas consideraciones podrían establecer limitaciones adicionales en la relación agua cemento (a/c), el contenido de cemento y en adición podría requerir el uso de aditivos.

Entonces, el proceso de diseño de mezcla, envuelve cumplir con todos los requisitos antes vistos.

Así mismo debido a que no todos los requerimientos pueden ser optimizados simultáneamente, es necesario compensar unos con otros; (por ejemplo puede ser mejor emplear una dosificación que para determinada cantidad de cemento no tiene la mayor resistencia a compresión pero que tiene una mayor trabajabilidad). Finalmente debe ser recordado que incluso la mezcla perfecta no producirá un concreto apropiado si no se lleva a cabo procedimientos apropiados de colocación, acabado y curado.

3.2.2. Proceso de producción

En todo proceso productivo de elementos para la construcción, se realizan una serie de actividades las cuales guardan estrecha relación entre sí; la calidad del producto final dependerá de que los diferentes procesos se realicen cumpliendo con los requisitos técnicos. De la misma manera, en cada proceso desde las actividades iniciales hasta las finales, deben organizarse concatenadamente y por etapas claramente definidas, que concluyen en la elaboración del producto. En nuestro caso el producto final es el bloque de concreto; la secuencia del desarrollo de las actividades de este proceso se denominado flujo de producción, el cual se indica a continuación:

FLUJOGRAMA DE PRODUCCION

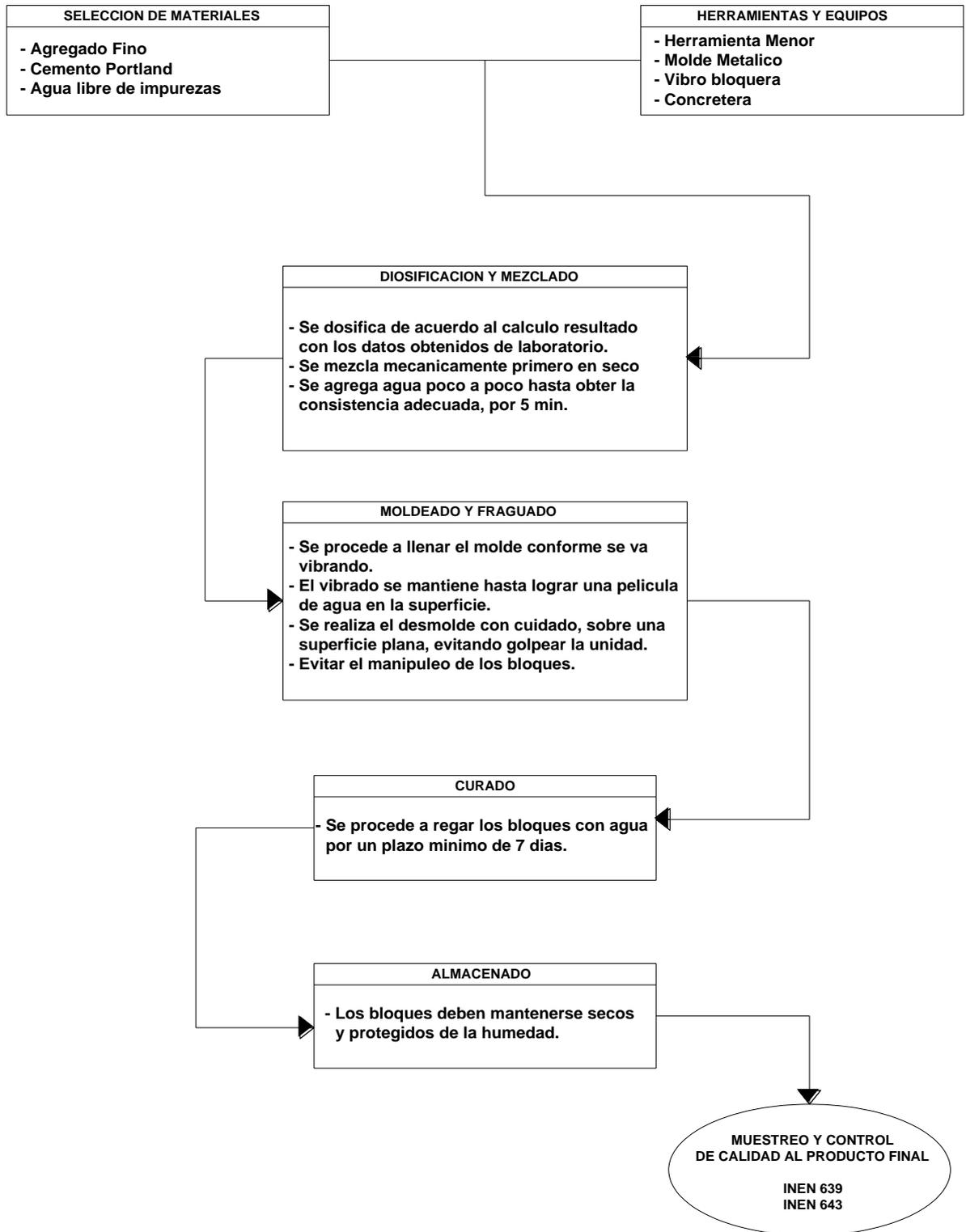


Ilustración 7: Flujo de Producción.

3.2.2.1. Dosificación

Dosificación es el término que se utiliza para definir las proporciones de agregados, agua cemento que conforma la mezcla para la elaboración de la unidad. La dosificación o proporcionamiento de los materiales se hará por volumen, utilizando latas, parihuelas o cajones de madera, carretillas o lampadas, tratando de evitar este último sistema.

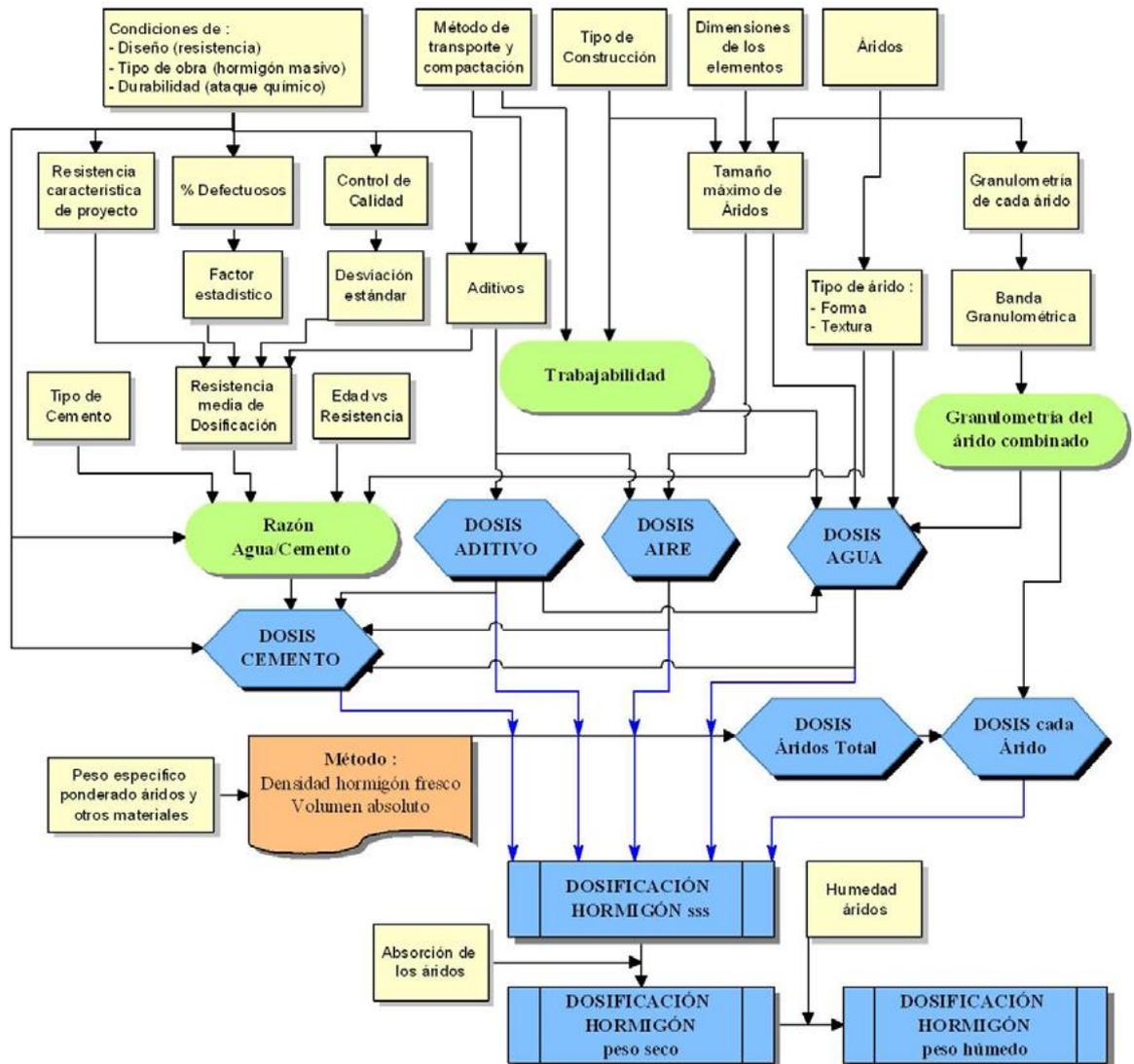


Ilustración 8: Diagrama de dosificación

Fuente: Pontificia universidad católica de chile, profesor C. Videla, curso dosificación hormigones, métodos de dosificación, página 7.

3.2.2.2.Mezclado

Existen 2 tipos de mezclado manual y mecánico.

Mezclado manual.- Definido el proporcionamiento de la mezcla, se acarrea los materiales al área de mezclado. En primer lugar se dispondrá de arena, luego, encima el agregado grueso; seguidamente se agregará el cemento, realizando el mezclado en seco empleando lampa. Será preciso realizar por lo menos dos vueltas de los materiales. Después del mezclado se incorpora el agua en el centro del hoyo de la mezcla, luego se cubre el agua con el material seco de los costados, para luego mezclar todo uniformemente. La mezcla húmeda debe voltearse por lo menos tres vueltas.

Mezclado mecánico.- Para mezclar el material utilizando mezcladora (tipo trompo o de tolva) se debe iniciar mezclando previamente en seco el cemento y los agregados en el tambor, hasta obtener una mezcla de color uniforme; luego se agrega agua y se continua la mezcla húmeda durante 3 a 6 minutos. Si los agregados son muy absorbentes, incorporar a los agregados la mitad o los 2/3 partes de agua necesaria para la mezcla antes de añadir el cemento; finalmente agregar el cemento y el resto del agua, continuando la operación de 2 a 3 minutos.

3.2.2.3.Moldeado

Obtenida la mezcla se procede a vaciarla dentro del molde metálico colocado sobre la mesa vibradora; el método de llenado se debe realizar en capas y con la ayuda de una varilla se puede acomodar la mezcla. El vibrado se mantiene hasta que aparezca una película de agua en la superficie, luego del mismo se retira el molde de la mesa y se lleva al área de fraguado, con la ayuda de pie y en forma vertical se desmolda el bloque.

3.2.2.4.Fraguado

Una vez fabricados los bloques, éstos deben permanecer en un lugar que les garantice protección del sol y de los vientos, con la finalidad de que puedan

fraguar sin secarse. El periodo de fraguado debe ser de 4 a 8 horas, pero se recomienda dejar los bloques de un día para otro. Si los bloques se dejarán expuestos al sol o a vientos fuertes se ocasionaría una pérdida rápida del agua de la mezcla, o sea un secado prematuro, que reducirá la resistencia final de los bloques y provocará fisuramiento del concreto. Luego de ese tiempo, los bloques pueden ser retirados y ser colocados en rumas para su curado.

3.2.2.5. Curado

El curado de los bloques consiste en mantener los bloques húmedos para permitir que continúe la reacción química del cemento, con el fin de obtener una buena calidad y resistencia especificada. Por esto es necesario curar los bloques como cualquier otro producto de concreto. Los bloques se deben colocar en rumas de máximo cuatro unidades y dejando una separación horizontal entre ellas de dos centímetros, como mínimo, para que se puedan humedecer totalmente por todos los lados y se permitan la circulación de aire. Para curar los bloques se riega periódicamente con agua durante siete días. Se humedecen los bloques al menos tres veces al día o lo necesario para que no se comiencen a secar en los bordes. Se les puede cubrir con plásticos, papeles o costales húmedos para evitar que se evapore fácilmente el agua. El curado se puede realizar también sumergiendo los bloques en un pozo o piscina llena de agua saturada con cal, durante un periodo de tres días. Lo más recomendado para el proceso de curado, y también para el almacenamiento, es hacer un entarimado de madera, que permita utilizar mejor el espacio y al mismo tiempo evitar daños en los bloques.

3.2.2.6. Secado y Almacenamiento

La zona destinada para el almacenamiento de los bloques debe ser suficiente para mantener la producción aproximadamente dos semanas y permitir que después del curado los bloques se sequen lentamente.

La zona de almacenamiento debe ser totalmente cubierta para que los bloques no se humedezcan con lluvia antes de los 28 días, que es su período de endurecimiento. Si no se dispone de una cubierta o techo, se debe proteger con plástico. Aunque los bloques fabricados siguiendo todas las recomendaciones, presentan una buena resistencia, se debe tener cuidado en su manejo y transporte. Los bloques no se deben tirar, sino que deben ser manipulados y colocados de una manera organizada, sin afectar su forma final.

3.3.Generalidades del diseño de mampostería de bloques huecos de hormigón

3.2.1. Introducción

La mampostería es uno de los materiales de construcción con mayores usos, ya sea en el pasado como en el presente, así es como hoy en día también se puede encontrar en la construcción de edificaciones modernas. Los materiales utilizados a lo largo de la historia como elementos componentes de la mampostería han sido muchos y muy variados: desde la simple roca unida con mortero de cal (sillería), pasando por los enormes bloques de mármol usados en la construcción de los grandes monumentos del apogeo de la arquitectura del Renacimiento, hasta llegar a elementos cerámicos refractarios y bloques huecos de hormigón y que se utilizan en la construcción de hornos, centrales nucleares e incluso como aislante térmico de naves espaciales, mampostería estructural ,etc.

Entre los elementos innovadores en la fabricación de la mampostería podríamos destacar la incorporación de armaduras a modo de hormigón armado (mampostería armada); mampostería con juntas interiores donde el mortero queda escondido entre los elementos cerámicos permitiendo la regularidad de la colocación e impidiendo la degradación de dichas juntas ; generación de muros de carga de mampostería (la mampostería no sólo tiene aplicación ornamental) ; paneles resistentes a sismos y cargas de viento ; etc. Todos ellos son elementos que hacen atractiva la mampostería como material de construcción con altas prestaciones.

La necesidad de encontrar un método que equilibre sencillez, objetividad y rapidez de cálculo es la que motiva el desarrollo de formulaciones con tratamiento al nivel del modelo de la mampostería.

3.2.2. Sistemas Estructurales

Los sistemas estructurales de mampostería pueden ser de cualquiera de los siguientes tipos:

- ✓ Mampostería confinada, con o sin refuerzo horizontal.
- ✓ Mampostería no reforzada.
- ✓ Mampostería parcialmente reforzada.
- ✓ Mampostería reforzada.

La mampostería confinada y reforzada interiormente ha demostrado tener un excelente desempeño estructural y no necesariamente más costosa. En las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería (NTCM), se pueden consultar los requisitos para cada uno de los sistemas de mampostería; a continuación se definen los más importantes:

3.3.2.1. Mampostería Confinada

Es la construcción con bases en piezas de mampostería unidas por medio de mortero reforzado de manera principal con elementos de concreto reforzado construidos alrededor del muro confinándolo. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sísmo resistente como uno de los sistemas con capacidad moderada de disipación de energía. En las siguientes figuras se definen los requisitos más importantes:

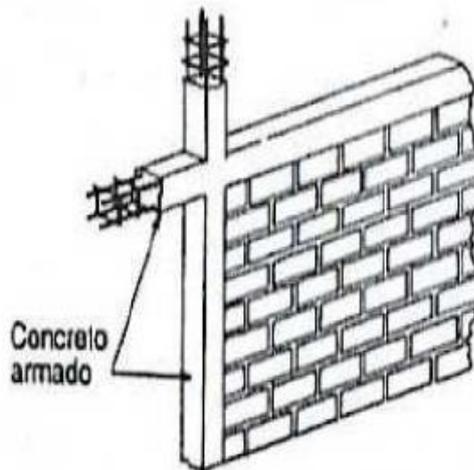


Ilustración 9: Mampostería Confinada

Fuente: Análisis revisión y detallado de estructuras de mampostería, R. Jean J. A. Pérez, Cap. 7-200

3.3.2.2.Mampostería No Reforzada

Es la construcción en base a pieza de mamposterías unidas por medio de mortero que no cumplen con las cuantías mínimas de esfuerzo establecidas para la mampostería parcialmente reforzada. Este sistema se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico.

3.3.2.3.Mampostería parcialmente Reforzada

Es la construcción en base a pieza de mamposterías de perforación vertical, unidas por medio de mortero, reforzadas internamente con barras y alambres de acero. Este sistema se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico.

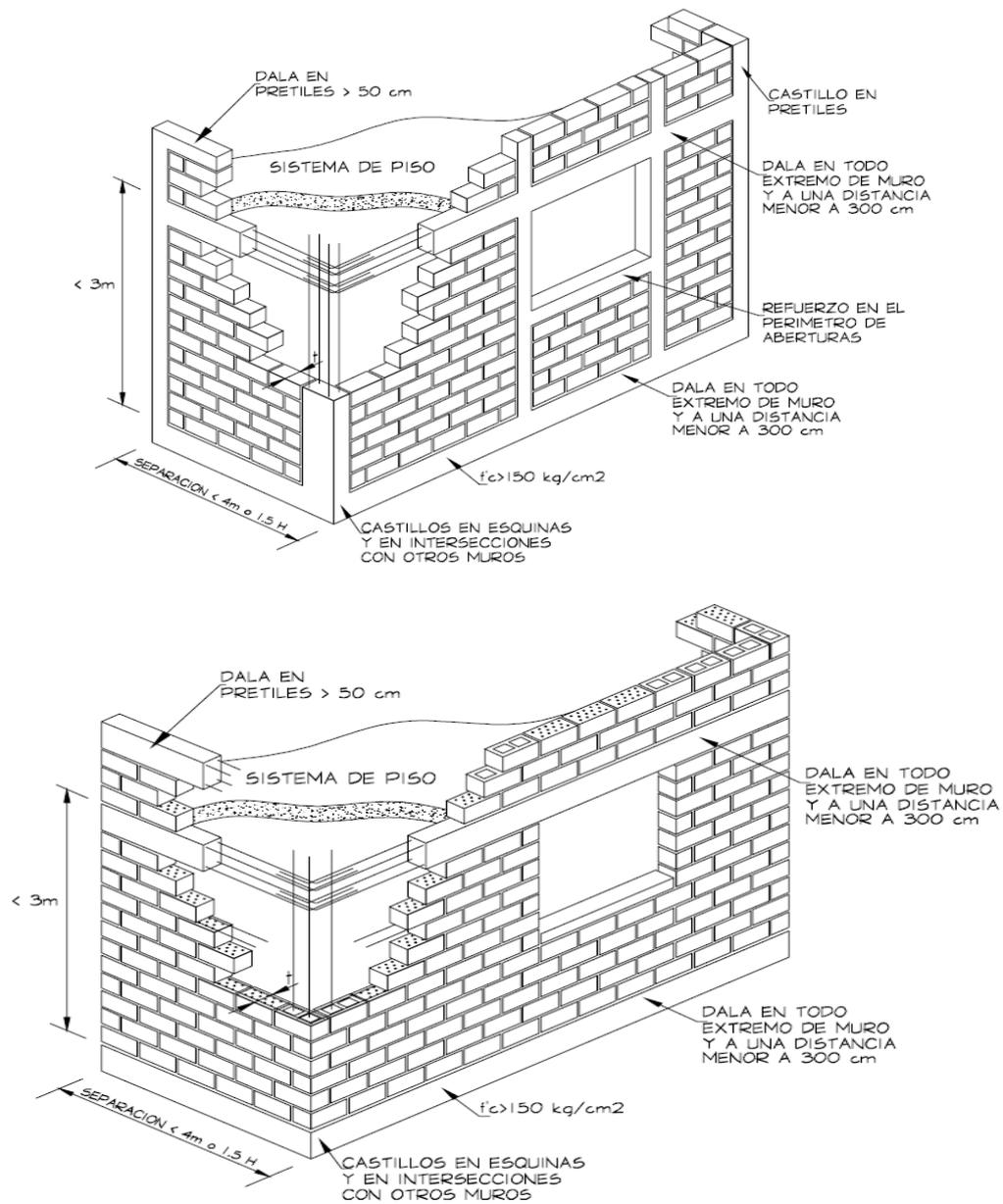


Ilustración 10: Mampostería Confinada

Fuente: Análisis revisión y detallado de estructuras de mampostería, R. Jean J. A. Pérez, Cap. 7-200

3.3.2.4. Mampostería Reforzada

La mampostería reforzada es aquella con muros reforzados con barras o alambres corrugados de acero, horizontales y verticales, situados en las celdas de las juntas. Este sistema estructural se clasifica para efectos de diseño sísmo resistente, como uno de los sistemas con capacidad especial de disipación de energía en el rango inelástico cuando todas sus celdas se inyectan con mortero de relleno, y como uno de los sistemas con capacidad moderada de disipación de energía cuando solo se

inyectan con mortero de relleno las celdas verticales que llevan refuerzo. En las siguientes figuras se definen los requisitos más importantes:

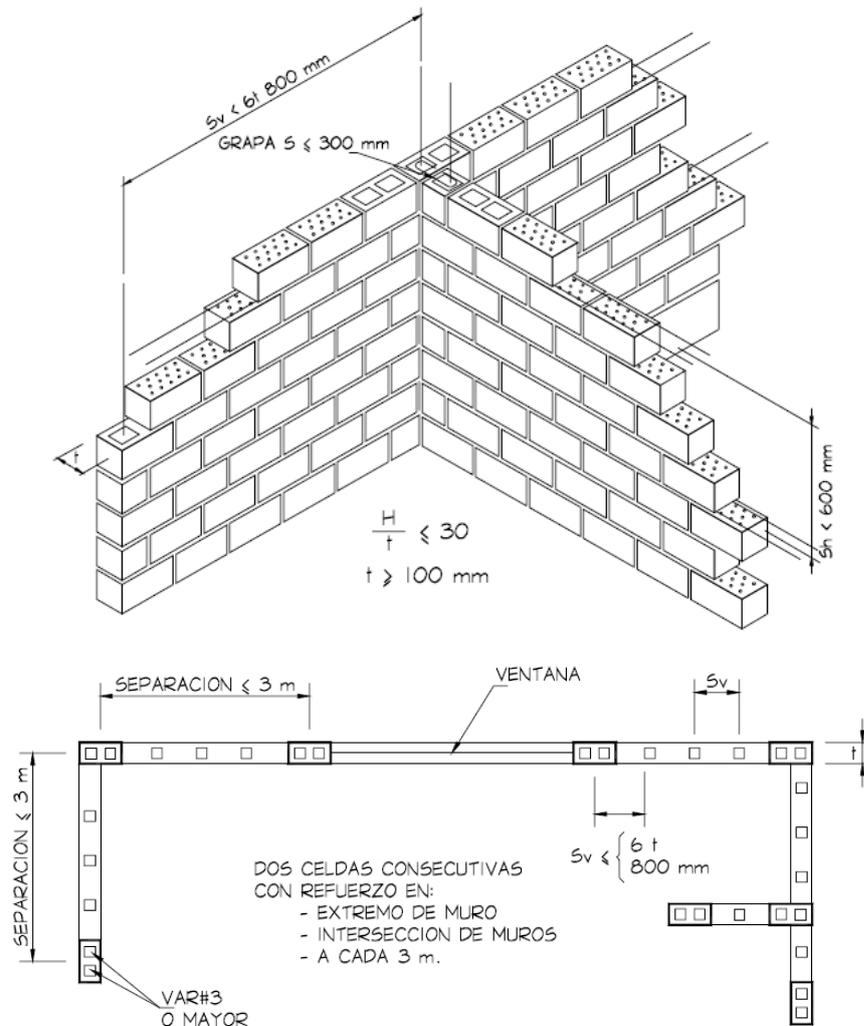


Ilustración 11: Mampostería estructural

Fuente: Análisis revisión y detallado de estructuras de mampostería, R. Jean J. A. Pérez, Cap. 7-200

Requisitos para mampostería reforzada interiormente.

A continuación se describen las funciones y virtudes del confinamiento y del refuerzo horizontal. El confinamiento, ha demostrado tener las siguientes características:

- ✓ Los castillos tienen una función importante para mantener la estabilidad ante cargas verticales, principalmente cuando se ha presentado el agrietamiento inclinado. Para distorsiones elevadas, en las que la mampostería está sumamente dañada, la capacidad de carga es mantenida y garantizada por los castillos.

- ✓ La contribución de los castillos a la carga de agrietamiento diagonal es poco significativa.
- ✓ Los muros confinados con castillos exteriores han exhibido un comportamiento más estable incluso a distorsiones del orden del 0.5%. Los castillos ahogados han demostrado mayor nivel de daño para distorsiones similares, así como la degradación de la rigidez.
- ✓ Los castillos controlan el agrietamiento inclinado que se presenta en el muro.
- ✓ El refuerzo transversal de los estribos con áreas y separaciones adecuadas ha mostrado generar ciclos histeréticos con ciclos estables y con mayor capacidad de deformación y de disipación de energía.
- ✓ El comportamiento post-agrietamiento del muro depende de la resistencia de los elementos confinantes.
- ✓ Los castillos incrementan la capacidad de deformación, la resistencia y la rigidez lateral.

El refuerzo horizontal ha mostrado tener una fuerte influencia para el adecuado desempeño estructural sísmico. Entre las características que aporta al sistema se encuentran (Aguilar y otros, 1994; Zepeda y otros, 1997; y Álvarez y otros, 1994):

- ✓ Favorece a una distribución más uniforme del daño y disminuye la anchura de las grietas.
- ✓ No incrementa sustancialmente el cortante de agrietamiento, ni la rigidez de agrietamiento, ni la distorsión a la que se presenta; se han medido incrementos del orden de un 20%.
- ✓ La rigidez elástica no se modifica por la presencia del refuerzo horizontal.
- ✓ Genera ciclos histeréticos estables, con buena disipación de energía.
- ✓ Incrementa de manera sustancial la resistencia máxima a cortante.
- ✓ Incrementa la capacidad de disipación de energía.
- ✓ Incrementa la capacidad de deformación.
- ✓ Propicia una degradación de la resistencia lateral menos pronunciada, pero no la evita.

3.2.3. Función de las paredes

La función básica de las paredes es:

- ✓ Transmitir las cargas del techo hacia la zapata
- ✓ Dividir el espacio interior de la vivienda
- ✓ Proteger contra la intemperie
- ✓ Las paredes deben ser lo suficientemente resistentes como para resistir el peso del techo.



Ilustración 12: Mampostería Estructural
Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

3.2.4. Consideraciones de diseño estructural

- ✓ Seleccionar, desde la concepción del edificio, las unidades a utilizar. Poder modular muros en longitud, espesor y altura.
- ✓ Hacer coincidir los ejes arquitectónicos con los estructurales. Evitar manejo de ejes múltiples, mayor facilidad constructiva y seguridad estructural.
- ✓ Dibujar la alzada de los muros. Poder verificar la modulación de altura de muros, puertas y ventanas y disposición de juntas.

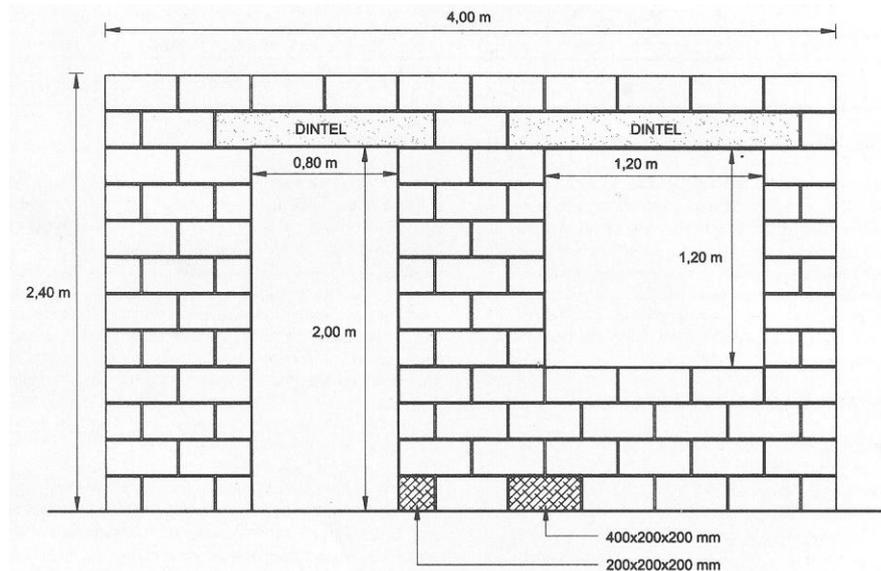


Ilustración 13: Diseño en espacios libres. Mampostería estructural

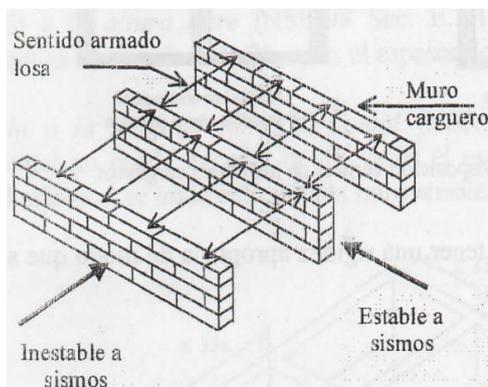
Fuente: Manual de construcción de mampostería de concreto, Instituto colombiano de productores de cemento

- ✓ Demarcar en planos las celdas con refuerzo, las que se van a inyectar con mortero y las que van a conducir instalaciones. Brindar toda la información necesaria a quienes vayan a construir y evitar errores.

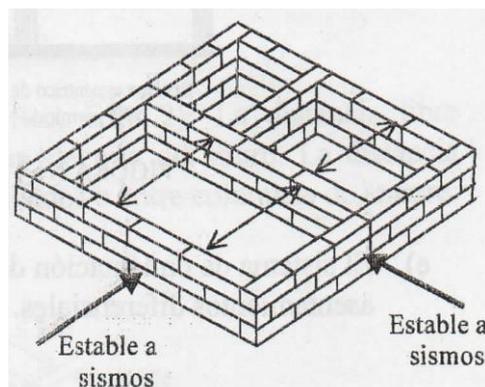
3.2.5. Criterios Generales

El buen comportamiento sísmico de una vivienda de uno o dos pisos depende, en gran parte, de un buen planeamiento estructural, para ello se sugieren los siguientes criterios:

- a) Para un buen comportamiento sísmico las viviendas deben tener muros estructurales en las dos direcciones principales en planta (NSR-98 Sec. E.1.3.a). Viviendas con muros en una sola dirección son inestables pues el efecto sísmico puede presentarse en cualquier dirección.



ESTRUCTURA INESTABLE

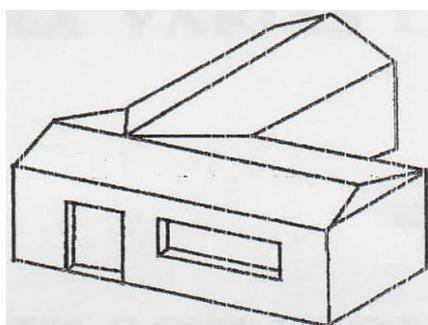


ESTRUCTURA ESTABLE

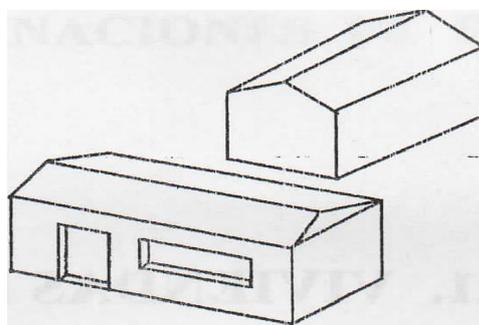
Ilustración 14: Disposición de los muros de carga

Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente

- b) La configuración de los muros debe ser lo más simétrica posible para evitar que se presente el efecto de torsión (NSR-98 Sec. E.1.3.3). cuando la planta asimétrica sea inevitable, la vivienda debe dividirse en módulos independientes, por medio de juntas, de tal manera que los módulos individuales sean simétricos.
- c) Para garantizar que los muros estructurales trabajen como una unidad deben amarrarse tanto horizontal como verticalmente, para lograr con ello que se transmita a cada muro la fuerza lateral que debe resistir, los elementos de amarre horizontales estarán localizados a nivel de la cimentación, de entrepiso y de cubierta (NSR-98 Sec. E.1.3.b).



Estructura asimétrica presenta Problemas torsionales

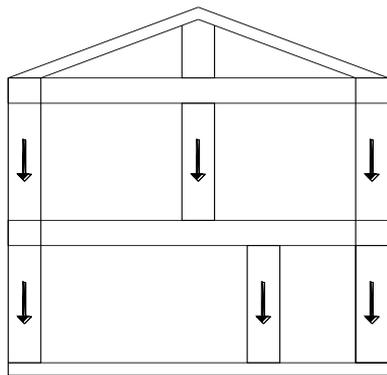


Módulos simétricos obtenidos Mediante junta estructural

Ilustración 15: Configuración estructural de las viviendas

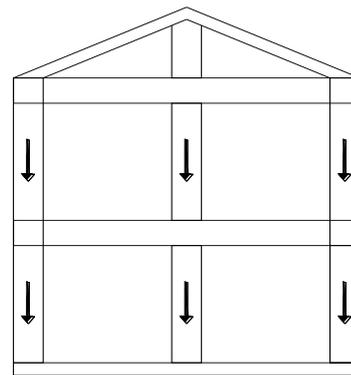
Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente

- d) Debe preocuparse que los muros cargueros tengan continuidad vertical a través de la losa de entrepiso (NSR-98 Sec. E.1.3.4).



Sistema excéntrico de muros

No permitido



Debe existir continuidad

Vertical de muros de carga

Ilustración 16: Disposición vertical de los muros cargueros

Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente

- e) El sistema de cimentación debe tener una rigidez apropiada de modo que se prevengan asentamientos diferenciales.

El Bloque de Concreto

Es importante escoger un buen bloque de concreto para construir la casa, ya que si un bloque está técnicamente elaborado, la construcción será más resistente.

- ✓ También los bloques de buena calidad son más impermeables. Todos son de igual tamaño y pueden dejarse a la vista ahorrando el repello, por el acabado que presentan.
- ✓ El bloque de calidad inferior es quebradizo y se reconoce fácilmente porque no tiene las cualidades anteriores.
- ✓ Los bloques tienen dimensiones modulares de 15 x 20 x 40.

3.2.6. Diseño de acuerdo al NEC 2011 (Normas Ecuatorianas de la Construcción)

3.3.6.1. Materiales utilizados para la construcción de mampostería estructural según el NEC 2011

Los materiales utilizados para la construcción de mampostería estructural deben cumplir los requisitos de calidad que se especifican en esta norma.

Esto se garantiza mediante ensayos realizados sobre muestras representativas.

a) Cemento y cal

El cemento utilizado debe estar en condiciones apropiadas y debe corresponder en su tipo y clase a aquel sobre el cual se basan las dosificaciones del concreto y los morteros. Se debe cumplir con las siguientes normas:

- Cemento Portland: ASTM C150 Y C595
- Cal Viva: ASTM C5
- Cal Hidratada: ASTM C270

b) Acero de refuerzo

El acero de refuerzo debe ajustarse a las normas respectivas. Además, al momento de la colocación, debe estar limpio en la superficie y sin corrosión.

c) Mortero de pega

Los morteros de pega deben cumplir con la norma ASTM C270. Estos morteros deben tener buena plasticidad, consistencia y ser capaces de retener el agua mínima para la hidratación del cemento y además, garantizar su adherencia con las unidades de mampostería para desarrollar su acción cementante.

d) Dosificación del mortero de pega

La dosificación de los componentes de los morteros de pega debe basarse en ensayos previos de laboratorio o en experiencias en obras similares y se clasifican de acuerdo con la dosificación mínima de sus componentes y con la resistencia a la compresión. Esta clasificación se muestra en la tabla N° 8.

Tabla 8: Tipos de mortero, dosificación y resistencia mínima a compresión a los 28 días.

Tipo de Mortero	Resistencia Mínima a Compresión 28 días (MPa)	Composición en partes por volumen		
		Cemento	Cal	Arena
M20	20	1	-	2.5
M15	15	1	-	3
		1	0.5	4
M10	10	1	-	4
		1	0.5	5
M5	5	1	-	6
		1	1	7
M2,5	2.5	1	-	7
		1	2	9

Fuente: Norma ecuatoriana de la construcción (NEC 2011), Cap. 6-11

e) Agregados

Los agregados para el mortero deben cumplir con la norma ASTM 144 y estar libres de materiales contaminantes que pueden deteriorar las propiedades del mortero.

f) Agua

El agua utilizada para el mortero de pega debe estar limpia y libre de elementos perjudiciales tales como aceites, ácidos, alcoholes, sales, materias orgánicas u otras sustancias que puedan ser dañinas para el mortero o el refuerzo embebido.

g) Mortero de relleno

Deben cumplir con la norma ASTM C476. Estos morteros deben tener buena consistencia y buena fluidez suficiente para penetrar en las celdas de inyección sin segregación.

h) Dosificación del mortero de relleno.

La dosificación de los componentes del mortero de relleno debe basarse en ensayos previos de laboratorio o en experiencias en obras similares y se clasifican de acuerdo con la dosificación mínima de sus componentes y con la resistencia a la compresión. Esta clasificación se muestra en la tabla 9.

Tabla 9: Clasificación y dosificación por volumen de mortero de relleno

TIPO DE MORTERO	CEMENTO PORTLAND	AGREGADOS/CEMENTO			
		FINO		GRUESO(tamaño < 10 mm)	
		MIN	MAX	MIN	MAX
FINO	1	2.25	3.5	-	-
GRUESO	1	2.25	3	1	2

Fuente: Norma ecuatoriana de la construcción (NEC 2011), Cap. 6-12

3.3.6.2. Materiales utilizados para la construcción de mampostería estructural según la ASTM.

1) Clasificación de los morteros.

De acuerdo con la norma ASTM C 270, los morteros se clasifican, bien por sus propiedades, o por sus proporciones. Toda especificación debe hacerse por una sola categoría de las indicadas, pero no por ambas.

2) Especificación por propiedades.

Resistencia a la compresión, retención de agua y contenido de aire, adquiere sentido para efectos de diseño con base en pruebas de laboratorio, mas no para morteros mezclados en obra. Se asume que las proporciones establecidas en laboratorio son las que se emplearán al mezclar en obra, esperándose del producto un comportamiento satisfactorio. En la tabla 10 se muestra tal clasificación, referida a los morteros de cemento y cal.

3) Especificación por proporciones

Se basa en el conocimiento previo de los pesos unitarios de los materiales componentes del mortero; en la tabla 10, se muestra tal clasificación para los morteros de cemento y cal.

Tabla 10: Especificación por propiedades, para morteros de cemento y cal, preparados en laboratorio

Tipo de mortero	Resistencia mínima a la compresión a los 28 días kg/cm ² (MPa)	Retención mínima de agua, %	Contenido máximo de aire, %	Relación de agregados (medida en condición humedad y suelta)
M	175 (17.0)	75	12	No menor que 2.25 y no mayor que 3.5 veces separados de materiales cementantes
S	125 (12.5)	75	12	
N	50 (5.0)	75	14*	
O	25 (2.5)	75	14*	

Fuente: Standard Specification for Aggregate for Masonry Mortar (ASTM C 270)

Cuando se coloca acero estructural en el mortero de cemento y cal el contenido máximo de aire debe ser del 12%.

Tabla 11: Especificación por proporciones, para morteros de cemento y cal

Tipo de mortero	Proporciones por volumen (materiales cementantes)		Relación de agregados (medida en condición humedad y suelta)
	Cemento Portland o portland adicionado	cal hidratada o apagada	
M	1	0.25	No menor que 2.25 y no mayor que 3.5 veces la suma de los volúmenes separados de materiales cementantes
S	1	0.25 a 0.50	
N	1	0.50 a 1.25	
O	1	1.25 a 2.50	

Fuente: Standard Specification for Aggregate for Masonry Mortar (ASTM C 270)

En la práctica lo recomendable es especificar el mortero con la resistencia más baja, que se ajuste a los requisitos del trabajo. Es importante anotar además que:

- ✓ Cuando se especifique un mortero de resistencia baja, éste no puede ser sustituido indiscriminadamente por otro mortero de mayor resistencia.
- ✓ No se deben cambiar las proporciones del mortero premezclado diseñado para una obra en particular, ni emplear materiales con características físicas diferentes en la mezcla, a menos que se restablezca su conformidad con los requisitos de la norma.

a. Características del mortero tipo “M”

- ✓ Es una mezcla de alta resistencia
- ✓ Ofrece más durabilidad que otros morteros
- ✓ Se recomienda para mampostería reforzada, o sin refuerzo, pero sometida a grandes cargas de compresión para cuando se prevea congelamiento, altas cargas laterales de tierra, vientos fuertes, temblores.
- ✓ Se debe usar en estructuras en contacto con el suelo: cimentaciones, muros de contención, aceras, tuberías de aguas negras, pozos, etc.

b. Característica del mortero tipo “S”

- ✓ Es un mortero que alcanza la más alta característica de adherencia que un mortero puede alcanzar.
- ✓ Debe usarse para las estructuras sometidas a cargas de compresión normales, pero que requieran a la vez de una alta característica de adherencia.
- ✓ Debe usarse en aquellos casos en los que el mortero es el único agente de adherencia con la pared, como en el caso de revestimientos cerámicos, baldosines de barro cocido, etc.

c. Característica del mortero tipo “N”

- ✓ Es un mortero de propósito general, para ser utilizado en estructuras de mampostería sobre el nivel del suelo
- ✓ Es bueno en enchapes de mampostería, paredes internas y divisiones
- ✓ Representa la mejor combinación resistencia, trabajabilidad y economía

- ✓ Usualmente las mezclas de tipo N, alcanzan cerca de 125 kg/ cm^2 (1800 psi) de resistencia a la compresión, en los ensayos de laboratorio. Debe tenerse presente que la calidad de mano de obra, la succión propia de los elementos de mampostería y otras variables afectan su resistencia una vez colocado

d. Característica del mortero tipo “O”:

- ✓ Es un mortero de baja resistencia y con un alto contenido de cal.
- ✓ Puede usarse en paredes y divisiones sin carga o para revestimientos exteriores que no estén sometidos a congelamiento, aun cuando puedan estar húmedos.
- ✓ Son usuales en construcciones de viviendas de uno o dos pisos.
- ✓ Por su excelente trabajabilidad y bajo costo, son morteros preferidos por los albañiles.

3.3.6.3.Elementos de Mampostería

a) Resistencia a Compresión de la Mampostería.

La resistencia a la compresión de la mampostería se puede determinar de dos maneras:

- ✓ Experimental.
- ✓ Teórica.

En forma experimental, se realiza mediante ensayos sobre probetas de mampostería indicadas en NEC 2011, CAP. 6, pág. 13. Y la forma teórica se puede estimar a partir de las resistencias a la compresión de mampostería y del mortero.

3.3.6.4. Requisitos constructivos para mampostería estructural de acuerdo al reglamento para diseño y construcción de edificios en mampostería estructural de República Dominicana.

La resistencia teórica a compresión de la mampostería se puede calcular en función de las resistencias a la compresión de sus componentes, para lo cual se ha utilizado los datos de la norma de la República Dominicana que a continuación se detalla:

a) Resistencia a compresión del bloque ($f'b$)

Este valor corresponde a la resistencia característica a la compresión a los 28 días de la unidad básica con relación al área *bruta*, y se determinará sobre la base de la información estadística existente sobre el producto. La determinación de la resistencia a la compresión de la unidad podrá hacerse sobre la base de los valores promedios indicados en la tabla siguiente:

Tabla 12: Valores de $f'b$ en kg/cm^2

TIPO	USO	OBSERVACIÓN	$f'b$ (kg/cm^2)
I	Edificaciones que no excedan 4 niveles.	Bloques industrializados con control de calidad.	50 60
II	Edificaciones mayores a 4 niveles.	Bloques industrializados con control de calidad, y que por lo menos el 90% de las piezas ensayadas cumpla con el valor mínimo de este intervalo.	≥ 70

Fuente: Reglamento para construcción en edificios de mampostería estructural, Ing. Luis Abbott, Cap. 2-16

b) Resistencia a la compresión hormigón en cámara ($f'cm$)

La resistencia característica a compresión a los 28 días del hormigón en las cámaras, no deberá ser menor de 120 Kg/cm^2 . El agregado máximo de este hormigón no deberá ser mayor de 1.27 cm ($1/2''$).

c) Revenimiento del hormigón en cámara

El hormigón en las cámaras de los muros deberá ser de alto revenimiento ($\geq 8''$), que no requiera de equipos especializados de vibración para lograr la compacidad.

d) Resistencia a compresión mortero de la junta (f'_j)

La resistencia característica a compresión a los 28 días del mortero de las juntas verticales y horizontales, no deberá ser menor de 80 Kg/cm^2 ni requiere ser mayor de 120 Kg/cm^2 . Los morteros de juntas deben tener una buena plasticidad, consistencia y ser capaces de retener el agua mínima para la hidratación del cemento y, además, garantizar su adherencia con las unidades de bloques en la mampostería para desarrollar su acción íntegra. La dosificación en el diseño de mezcla recomendada deberá basarse en: una parte de cemento y tres partes de arena (1:3).

e) Espesor de juntas

El mortero de las juntas cubrirá totalmente las caras horizontales y verticales de las piezas. Su espesor será el mínimo que permita una capa uniforme de mortero y la alineación de los bloques. El espesor de las juntas no deberá ser mayor 2 cm.

f) Resistencia a compresión de la mampostería (f'_m)

La resistencia a compresión calculada de la mampostería será definida en conformidad a la tabla siguiente.

Tabla 13: Valores de f'_m en kg/cm^2

f'_b (Kg/cm ²)	RESISTENCIA DEL MORTERO (f'_j) = 120 Kg/cm ²			
	AREA BRUTA (A_b)		AREA EFECTIVA (A_e)	
	15 cm (6")	20 cm (8")	15 cm (6")	20 cm (8")
50	28	28	49	58
60	34	34	59	70
70	39	39	69	71

Fuente: Reglamento para construcción en edificios de mampostería estructural, Ing. Luis Abbott, Cap. 2-18

g) Módulo de elasticidad de la mampostería:

$$E_m = 900 \cdot f'_m$$

h) Módulo de Cortante de la Mampostería

Se determinará según la siguiente ecuación, en la cual se tomara el módulo de elasticidad E_m y el módulo de Poisson se fijará en 0.25.

$$E_v = \frac{E_m}{2(1 + \nu)}$$

i) Espesor equivalente

Para fines de la evaluación de la resistencia y el cálculo de las armaduras, se utilizará un espesor equivalente del muro por peso, el cual permitirá el análisis basado en un elemento macizo con un espesor reducido y de la misma longitud del muro. El espesor equivalente se tomará de conformidad a la tabla 14.

Tabla 14: Espesor equivalente (te) para bloques de hormigón

Espaciamiento de Cámaras Llenas de Concreto	Espesores Equivalentes	
	Bloques de Hormigón 8" = 20 cm	Bloques de Hormigón 6" = 15 cm
@ 0.20 m	7.60" = 19.30 cm	5.60" = 14.22 cm
@ 0.40 m	5.80" = 14.73 cm	4.50" = 11.43 cm
@ 0.60 m	5.20" = 13.21 cm	4.10" = 10.42 cm
@ 0.80 m	4.90" = 12.45 cm	3.10" = 7.87 cm

Fuente: Reglamento para construcción en edificios de mampostería estructural, Ing. Luis Abbott, Cap. 3-20

Especificaciones generales:

- ✓ El refuerzo vertical a utilizarse en el diseño de muros de mampostería consistirá en barras redondas corrugadas, y deberá estar embebida en el hormigón de la cámara.
- ✓ El refuerzo horizontal a utilizarse en el diseño de muros de mampostería consistirá en barras redondas corrugadas, estas deberán colocarse en la mitad del espesor del muro y amarradas al refuerzo vertical uniformemente distribuido.

- ✓ La armadura utilizada como refuerzo de muros deberá cumplir con las especificaciones de dobleces, solapes y cuantía mínima especificadas en este reglamento.
- ✓ El armado vertical deberá estar anclado con gancho estándar de 90° en su fundación.
- ✓ El refuerzo horizontal deberá estar anclado con gancho estándar de 90° en las intersecciones perpendiculares de muros, y con gancho estándar de 180° en los extremos libre de muros.
- ✓ Las intersecciones de muros y los extremos libres de los mismos, deberán estar provistos de por lo menos una barra de diámetro de 0.95 cm (3/8”).
- ✓ Se permitirá una desviación horizontal del refuerzo siempre que no sea mayor de 1” a cada 6” vertical.

j) Resistencia a la fluencia de refuerzo

El esfuerzo de fluencia del refuerzo (f_y), no se deberá usar menor a 2,800 Kg/cm² (40 ksi), ni mayor de 4,200 Kg/cm² (60 ksi).

k) Diámetro mínimo de refuerzo

El diámetro del refuerzo vertical uniformemente distribuido no será menor de 3/8” ni mayor de 3/4”. Sin embargo no se permitirá diámetros mayores de 1/2” para muros de mampostería con espesores nominales menores de 20 cm (8”).

El diámetro de refuerzo horizontal uniformemente distribuido no será menor de 3/8” ni mayor de 1/2”.

Para la evaluación de la resistencia fuera del plano, el refuerzo uniformemente distribuido, no será mayor de 1/2”.

l) Espaciamiento máximo de refuerzo vertical

El refuerzo a disponer en las cámaras de los muros nunca tendrá un espaciamiento mayor de 80 cm.

3.3.6.5.Requisitos constructivos para mampostería estructural de acuerdo a las normas ecuatorianas de la construcción NEC 2011.

Los requisitos constructivos que se presentan en mampostería estructural en las normas ecuatorianas de la construcción NEC 2011, cubren los diferentes sistemas de mampostería estructural. Cuando los requisitos sean particulares a un sistema, se los indicará en cada caso.

a) Detalles del refuerzo (diámetros máximos y mínimos permitidos para el refuerzo)

Los refuerzos que se empleen en la mampostería estructural deben cumplir los siguientes diámetros máximos y mínimos:

➤ Para refuerzo longitudinal en celdas y cavidades pura se inyectan

El refuerzo longitudinal que se coloca dentro de celdas de unidades de perforación vertical, celdas de unidades especiales tipo viga o cavidades que posteriormente se inyectan con mortero debe cumplir los siguientes requisitos:

- ✓ El diámetro mínimo es 10 mm.
- ✓ Para muros con espesor nominal de 200 mm o más no puede tener un diámetro mayor que 25 mm.
- ✓ Para muros de menos de 200 mm de espesor nominal no puede tener un diámetro mayor que 20 mm.
- ✓ El diámetro no puede exceder la mitad de la menor dimensión libre de la celda.

➤ Refuerzo de tendel

- ✓ El refuerzo horizontal colocado en los tendeles debe cumplir los siguientes requisitos:
- ✓ El diámetro debe ser mínimo de 4 mm.
- ✓ El diámetro no puede exceder la mitad del espesor del tendel.

➤ Límites para la colocación del refuerzo

Se establecen los siguientes límites respecto a la colocación del refuerzo en la mampostería estructural:

- ✓ Número de varillas por celda vertical
- ✓ En la mampostería de unidades de perforación vertical solo debe colocarse una varilla de refuerzo vertical por celda. Cuando la dimensión menor de la celda sea mayor de 140 mm se permite colocar dos varillas por celda siempre y cuando su diámetro no sea mayor de 16 mm.
- ✓ Recubrimiento del refuerzo.

La distancia de recubrimiento de las varillas de refuerzo en mampostería de unidades de perforación vertical es la siguiente:

1) Recubrimiento de las varillas colocadas en celdas

Las varillas de refuerzo deben tener un recubrimiento incluyendo el mortero de relleno y la pared de la unidad de mampostería no menor a los dos valores siguientes:

- Para mampostería expuesta al contacto con la tierra o intemperie:
 - 51 mm para varillas mayores a 16 mm.
 - 38 mm para varillas menores o iguales a 16 mm.
- Para mampostería no expuesta al contacto con la tierra o intemperie:
 - 38 mm.

2) Recubrimiento de las varillas colocadas en tendeles

El refuerzo horizontal debe estar completamente embebido en mortero de pega con un recubrimiento mínimo de 12 mm cuando la mampostería está en contacto con la tierra o intemperie, y 6 mm cuando no se encuentra en contacto con la tierra o intemperie.

b) Ganchos estándar

Los ganchos estándar en esta norma tienen las siguientes características:

- ✓ Un doblez de 90° mas una extensión recta de al menos 12 veces el diámetro de la varilla en el extremo libre de la varilla.

- ✓ Un dobléz de 135° mas una extensión recta de al menos 6 veces el diámetro de la varilla en el extremo libre de la varilla.
- ✓ Un dobléz de 180° mas una extensión recta de al menos 4 veces el diámetro de la varilla pero no menor de 64 mm. en el extremo libre de la varilla.

c) Diámetros mínimos de dobléz para varillas de refuerzo

Φ 10 mm a Φ 22 mm	240 MPa	5d _b
Φ 10 mm a Φ 25 mm	420 MPa	6d _b

d) Requisitos constructivos para cimentaciones

Las características propias de las cimentaciones para mampostería estructural, obedecen a las condiciones del suelo de cimentación y del proyecto en sí mismo.

e) Anclaje en la cimentación del refuerzo de los muros

Todos los refuerzos verticales de los muros estructurales deben quedar anclados de acuerdo a lo que especifica el ACI en la parte de cimentaciones, mediante varillas de empalme que sobresalgan la longitud necesaria para realizar el traslazo.

f) Tolerancia de localización del refuerzo de empalme con el muro

La tolerancia de colocación longitudinal y transversal de la varilla de empalme debe ser como máximo una cuarta parte de la dimensión de la celda en cada sentido. En caso de que se exceda esta tolerancia, la posición de la varilla de empalme se puede corregir con inclinación suave 1H:16V. Se prohíbe la corrección brusca de la posición de la barra de empalme.

g) Tuberías embebidas

Se pueden embeber tuberías en los muros de mampostería siempre y cuando se coloquen en celdas no inyectadas y que tengan un diámetro inferior de la celda.

h) Ventanas de inspección y limpieza

Deben dejarse ventanas de inspección y limpieza en la base de los muros en cada celda con refuerzo vertical, cumpliendo los siguientes requisitos:

Las dimensiones de las ventanas no deben ser menores de 75 mm x 75 mm, ni mayores de 100 mm x 100 mm.

Cuando se hagan inyecciones parciales en altura no se requiere el uso de ventana de inspección si la porción de muro de inyectar no supera 1.4 metros. Se deben retirar las rebabas internas y externas de la junta de pega.

3.3.6.6.Requerimientos mínimos de diseño del código de práctica ecuatoriano CEC.

Los requerimientos mínimos que se aplicaran para el cálculo y diseño de una estructura para prevenir daños en elementos no estructurales y estructurales, ante terremotos pequeños y frecuentes, con el fin de resistir eventos de origen sísmico de acuerdo a la normativa actual para diseño sismo resistente están establecidos por ACI 318 (requisitos mínimos) y por el código ecuatoriano de la construcción para elementos de concretó estructural.

Tabla 15: Análisis de requerimientos mínimos para diseño sismo resistente

SECCIONES VIVIENDA (MIDUVI)	RECOMENDACIONES DEL ACI Y DEL CEC	OBSERVACIONES
	En zonas sísmicas, la dimensión transversal mínima de las columnas con estribos debe ser de 300 mm. Siendo la sección transversal mínima de una columna rectangular debe ser 900cm^2 . INEN CPE 5:2001.Parte 2,Cap.21-Secc.21.4.1.1	NO CONSIDERADO

COLUMNAS (15X15cm) $As = 0.64 \text{ cm}^2$ (Estructura electrosoldada)	Para zonas sísmicas, el Código Ecuatoriano de la Construcción establece una cuantía mínima de armado principal en columnas de 0.01 y una cuantía máxima más restrictiva de 0.06. INEN CPE 5:2001.Parte 2,Cap.21-Secc.21.4.3.1	NO CONSIDERADO
	En zonas sísmicas el diámetro mínimo de las varillas que conforman el armado longitudinal y los estribos debe ser de 8 mm. INEN CPE 5:2001.Parte 2,Cap.21	NO CONSIDERADO
VIGAS (15x15cm) $As = 0.64 \text{ cm}^2$ (Estructura electrosoldada)	La relación ancho – altura no debe ser menor que 0.3. CPE.CEC.Parte2:1993,Cap.21-Secc.21.3.1.3	NO CONSIDERADO
	El ancho no debe ser menor que 250mm. CPE. CEC. Parte2: 1993,Cap.21-Secc.21.3.1.4	NO CONSIDERADO
	En cualquier sección de un elemento en flexión y para refuerzo superior como inferior no debe ser menor que 1.4 b.d/fy. Al menos dos varillas deben disponerse en forma continua tanto arriba como abajo. CPE5.CEC.Parte2:1993,Cap.21-Secc.21.3.1.5	NO CONSIDERADO
CIMENTACIÓN	Los requisitos prescritos en el capítulo 15 deben aplicarse al diseño de zapatas aisladas y cuando sean aplicables, a zapatas combinadas, parillas y loas de cimentación. CPE5.CEC.Parte2: 1993,Cap.15-Secc.15.1	NO CONSIDERADO

(PLINTOS DE H. CICLÓPEO) (60x60 cm)	Las zapatas deben dimensionarse para resistir las cargas factorizadas y las reacciones inducidas, de acuerdo con los requisitos apropiados del código y conforme al capítulo 15. CPE5. CEC. Parte2: 1993,Cap.15-Secc.15.2	NO CONSIDERADO
---	---	-------------------

Fuente: “Propuesta de vivienda popular conformada por paredes portantes de concreto elaborado con material reciclado”

Se fundamenta el incumplimiento de las especificaciones del CEC debido a las siguientes consideraciones:

- ✓ La vivienda popular tipo Quintil 1 es de interés social, de bajo costo y financiada en su totalidad por el gobierno central como solución habitacional.
- ✓ La cubierta es inaccesible y de un material liviano en comparación con las losas alivianadas o macizas.
- ✓ Tiene una configuración estructural simétrica que permite un comportamiento estructural estable por ser cuadrada.
- ✓ Es construida para beneficiarios del sector rural de bajos recursos económicos y que carecen de vivienda.

Se analizado un modelo de vivienda tipo MIDUVI QUINTIL 1, de acuerdo con su costo actual de:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
I	VIVIENDA NUEVA		Subtotal 1
	VIVIENDA NUEVA QUINTIL 1	U	\$ 6 200.00

4. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de estudio

Para esta investigación, la estrategia metodológica tiene como objetivo elaborar el bloque hueco de hormigón con los materiales de Cerro Negro (macadán) y de la mina de los hormigones Moreno (arena de Penipe), que cumplan con la norma INEN 643 (resistencia a la compresión y porcentaje de absorción).

Esta investigación va hacer clasificada como una investigación aplicada, debido a la utilización de los ensayos para tener una información sobre áridos para ser aplicados a la elaboración de una dosificación adecuada que permita realizar un bloque hueco de hormigón de 6 MPa.

Según la clase de medios utilizados, para obtener los datos es una investigación exploratoria que utiliza la observación de campo mediante una observación directa, por entrevistas y encuestas de hecho.

Esta investigación se va a desarrollar dentro de un campo de conocimientos científicos, cuyos resultados van a ser obtenidos por ensayos realizados a los bloques que determinaran el cumplimiento de las normas vigentes.

Se construyo buenos argumentos para la investigación, permitiendo conocer mejor la realidad de la utilización del bloque hueco de hormigón tipo A, además dentro de la investigación como el tipo de estudio será experimental ya que se manipularán variables, donde se establecerán medidas de diseño para alcanzar el objetivo propuesto.

4.2. Población y muestra

4.2.1. Población

En nuestro caso particular, la población para la investigación será definida, para lo cual se fabricaran 50 bloques con dos dosificaciones para ser ensayados a compresión a los 7, 14, 21, 28 días de edad, porcentaje de absorción, contenido de humedad y densidad.

4.2.2. Muestra

Debido a que en no existe una cantidad de fábricas que tengan una producción de bloques huecos de hormigón de 6 MPa, que cumpla con las especificaciones técnicas de la norma INEN 643 en la ciudad, se realizará un muestreo en la fábrica en la cual contamos con accesibilidad para nuestra investigación, el número de muestras a tomarse será de acuerdo a la producción de cada una de ellas y como lo establece la norma INEN 639.

Del total de muestras elaboradas se ensayaran 5 por cada edad, las mismas que serán ensayadas a los 7, 14, 21 y 28 días de edad, este número de probetas serán para cada dosificación de esta manera obtener la resistencia característica y a los 28 días se ensayara 5 bloques a los ensayos de contenido de humedad, porcentaje de absorción y densidad del diseño realizado.

Tabla 16: Bloques huecos de hormigón muestreo, inspección y recepción

Criterio de Aceptación o Rechazo de lotes de Inspección					
Tamaño de Lote	Muestra	Ac1	Re1	Ac2	Re2
Hasta 1200	3	0	2	1	2
De 1200 a 35000	5	0	3	3	4
Más de 35000	8	1	4	4	5

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 639

Número de productores a entrevistar

Para determinar el número de fábricas a indagar, para conocer la metodología de elaboración se tomo en consideración los siguientes datos:

ENCUESTA A LOS FÁBRICANTES DE BLOQUES DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO

N = Total de la población (fabricantes), se toma de la Base de Datos de la UNACH.	60
$Z_{\alpha}^2 = 1.960$ (si la seguridad es del 95%).	1.96
p = proporción esperada. Se la considera que es representativa cuando por lo menos contempla un 10% de la población.	0.05
q = 1 - p	0.95
d = precisión (en este caso deseamos un 5%).	0.05

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

$$n = 33.1798676$$

$$n = 33$$

El número total de fábricas a entrevistar es n=33

4.3. Operacionalización de variables

Las operacionalización de las variables se ha separado las variables dependiente e independiente, serán calificadas y cuantificadas de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla 17: Operacionalización de variables

Tipo de Variables	Concepto	Categorías	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Dependiente Cumplimiento de las Especificaciones Técnicas del Bloque tipo A	Resistencia mínima a la compresión Tipo A Porcentaje máximo de Absorción.	Resistencia la compresión (INEN 640). Determinación de la Absorción de agua (INEN 642).	Valor del esfuerzo de compresión (tipo A > 6 MPa) Valor del % de absorción no debe ser menor al 15% de la masa del espécimen.	Observación Observación Observación	Guía de Observación (Tabla de datos del Laboratorio)
Aplicabilidad en construcción de viviendas populares tipo Miduvi.	Mampostería Estructural.	Muros Portantes de Mampostería Reforzada	Resistencia a la compresión de la Mampostería f.m. Refuerzo de Muros (Cuantías Mínimas)	Observación	Hoja de Cálculo de Diseño
Independiente Proceso de Producción.	Es la utilización de materiales en la dosificación y la metodología de producción correcta para llagar a obtener Bloques tipo A, producidos con un costo unitario	-Materiales -Dosificación -Metodología de Producción -Análisis de Precios Unitarios	-Resultados de los ensayos. -Proporciones de los Materiales en función de la unidades de Cemento. Nombrar metodología.	Encuesta	Cuestionarios y/o Tablas de comparación

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

4.4. Procedimientos:

a) Recopilar información.

La persona que va a recolectar la información en campo es el tesista, a través de encuestas.

b) Suministro de material.

Se realizará el estudio trayendo la materia prima como son el macadán y arena.

Procedentes las materias primas de las canteras de Cerro Negro y de los Hormigones Moreno.

c) Ensayo de hormigón.

Las muestras de suelo en estudio serán llevadas hasta el laboratorio de para determinar:

Áridos para Hormigón.

- 1.- Determinación del Contenido Total de Humedad (INEN 862).
- 2.- Determinación de la Masa Unitaria Suelta (INEN 858).
- 3.- Determinación de la Masa Unitaria Compacta (INEN 858).
- 4.- Árido Fino: Determinación de la Densidad (INEN 856).
- 4.1.- Árido Fino: Absorción de Agua (INEN 856).
- 5.- Análisis Granulométrico: Árido Fino (INEN 696).
- 6.- Árido Fino Determinación de los Materiales más Finos que el Tamiz N° 200 (INEN 697).
- 7.- Agregado Fino para Hormigón Determinación de Impurezas Orgánicas (INEN 855).
- 8.- Densidad Óptima de una Mezcla de Agregados.

Cemento

- 9.- Peso Específico del Cemento (INEN 156)
- 10.- Determinación de la Masa Unitaria Suelta del Cemento.

d) Análisis de la metodología de producción.

El análisis se lo realiza en las fábricas que constituyen la muestra y donde se realizara los bloques, debido a que cuenta con una vibroprensadora hidráulica.

e) Fabricación.

Con la ayuda del productor de bloques, se elaborará adecuadamente este producto. Se impondrá como un mínimo de muestras a realizarse serán 5 para cada edad y 5 para los ensayos de porcentaje de absorción, contenido de humedad, dando un total de 25 bloques para 1 dosificación.

f) Ensayo del bloque terminado.

Se obtendrán las muestras a los 28 días de edad, se ensayara a compresión, porcentaje de absorción, contenido de humedad y densidad.

4.5. Procedimiento y análisis

Para el análisis del proyecto de investigación se procedió al levantamiento de línea base, mediante encuestas dirigidas a los fabricantes de bloques. Los datos obtenidos detallan claramente si se realiza por parte de los productores un control de calidad del material como del producto final.

Con lo cual se parte para la investigación de los bloques desde la materia prima (agregados). Con los resultados obtenidos una vez realizado los ensayos se procederá a interpretar un resultado para lo cual se utiliza procedimientos estadísticos, permitiendo suministrar medios valiosos para la apreciación de los resultados ratificar especificaciones y criterios.

Para los ensayos correspondientes se realizarán un número de 50 muestras (bloques huecos de hormigón) de dimensiones de 150mm x 200mm x 400mm para dos dosificaciones, con los materiales de las minas a ser analizadas, cumpliendo de esta manera con las normas básicas para obtener valores representativos estadísticamente.

Luego de haber obtenido una serie de resultados de pruebas de resistencia serán colocados en una ilustración de frecuencias.

El valor característico se calcula con la siguiente fórmula:

$$f'c = \bar{f}'cr - 1.34 * k * \delta \text{ (Fórmula para calcular el valor característico)}$$

X = $\bar{f}'cr$ promedio general de los ensayos

Xi = resultados de cada ensayo

N = total de ensayos

δ = desviación estándar

k = factor de mayoración

1.- Encontrar el promedio general X, que será conocido también como \bar{x} .

$$X = \frac{\sum x_i}{N}$$

2.- Hallar la desviación estándar

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum x_i - \frac{\sum x_i}{N}}{N - 1}}$$

3.- Hallar el factor de mayoración **k**.

Tabla 18: Factor de mayoración k

Número total de ensayos considerados	Factor k para incrementar la desviación estándar
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30	1
31 o mas	

Fuente: Norma INEN 1855-2:2002 Anexo B

Se realiza una interpolación para un número de ensayos dentro de este rango. De requerir un factor de mayoración (k), cuyos números de ensayos estén fuera del rango tabulado se puede obtener basándose en la curva.

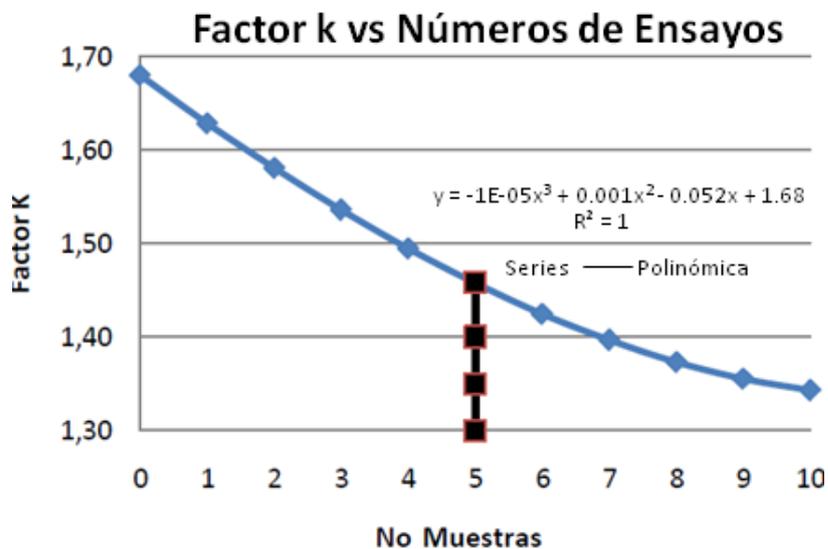


Ilustración 17: Factor k vs. Números de ensayos.

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Para el cálculo del factor **k** se reemplaza el valor de **x** por el número de ensayos realizados en la formula polinómica. Se obtiene que para un Número de 5 ensayos el factor de mayoración (k) sea 1,44375.

4. Al final obtenemos el valor final.

$$X=Xi-1,34*k*\delta$$

Donde:

X_i = Promedio general de los ensayos.

K = Factor de mayoración.

δ = Desviación estándar.

5. RESULTADOS

Para realizar la dosificación y obtener un bloque hueco de hormigón tipo A (6 MPa), se realiza los ensayos a la materia prima para obtener las proporciones de una dosificación adecuada. Se determinara partiendo de los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio, que permiten conocer las propiedades físicas, químicas y mecánicas de cada uno de los agregados a ser utilizados y así saber la calidad de los mismos (cemento Chimborazo, arena, macadán y agua), los agregados son de las minas de Cerro Negro y de los hormigones Moreno de Penipe.

Después de realizar los ensayos a los materiales se procede a elaborar el bloque hueco de hormigón tipo A (6 MPa), se realizara la dosificación adecuada llegando a obtener el bloque.

Después de la dosificación se realizara los ensayos de compresión donde se graficara la curva “Resistencia en función del Tiempo” y a los 28 días de la elaboración se ensayara el porcentaje de absorción, contenido de humedad y densidad. Se encontrara la resistencia en la curva, a las diferentes edades que son 7, 14, 21 y 28 días después de haber sido elaborados, para garantizar que alcanzará la resistencia requerida (6 MPa).

5.1. Materiales

5.1.1. Cemento Portland Puzolánico Tipo 1P “Chimborazo”

5.1.1.1. Generalidades

Este cemento es recomendable para todo tipo de obras desde la autoconstrucción hasta aquellas donde se requiere de alta ingeniería y arquitectura.



Ilustración 18: Cemento Chimborazo de 50 Kg.

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Los tipos de cemento que ofrece la empresa Cemento Chimborazo son:

Cemento Portland tipo 1P, en presentaciones de 50 kg.

Cemento Portland 1P, en presentación granel.

El mismo que a decir del fabricante cumple con las normas NTE INEN 490: 2003 tercera revisión, NTE INEN 152:2010 cuarta revisión y la norma Norteamericana ASTM C-595 para cemento IP.

De los ensayos realizados en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, en los cuales se ha investigado a fondo las características del cemento Chimborazo se puede incluir algunos de los resultados obtenidos que sirven de guía para la utilización de este en la elaboración de bloques huecos de hormigón.

Consistencia Normal del Cemento Chimborazo

$C=24.54\%$

Tiempo de Fraguado del Cemento Chimborazo

Método de Vicat

Tiempo de fraguado inicial = 3h 13 min

Tiempo de fraguado final = 6h 50 min

Método de Gillmure

Tiempo de fraguado inicial = 3h 29 min

Tiempo de fraguado final = 6h 49 min.

Densidad del Cemento Chimborazo

$$G_c = 3,03 \text{ g / cm}^3$$

Tabla 19: Requisitos que exigen la norma NTE INEN 490 para el cemento Chimborazo.

CEMENTOS CHIMBORAZO CONTROL DE CALIDAD	CARACTERÍSTICAS CEMENTO GRANEL Y ENVASE	ABRIL/2011 DISTRIBUCIÓN GT- JCC	
PARÁMETROS	INEN 490	GRANEL	ENVASE
QUÍMICOS			
Perdida al Fuego (%)	5.0 máximo	4.0	3.7
SiO ₂		27.9	32.7
Al ₂ O ₃		6.4	7.5
Fe ₂ O ₃		3.2	3.3
CaO		53.8	47.7
MgO	6.0 máximo	0.8	0.8
SO ₃	4.0 máximo	1.7	1.5
Na ₂ O		1.2	1.4
K ₂ O		0.7	1.0
TiO ₂		0.4	0.4
TOTAL		100.0	100.0
Cal Libre		1.4	1.2
Residuo Insoluble		11.6	21.4

Fuente: Norma INEN 490.

5.1.1.2. MUS (Masa unitaria suelta)

Este procedimiento es un ensayo que se realiza al cemento antes de realizar la dosificación, permite determinar la masa unitaria en estado suelto del cemento Chimborazo.

Equipo e instrumental

- ✓ Cemento.
- ✓ Balanza electrónica digital (precisión 0.10 g).
- ✓ Recipiente cilíndrico metálico.
- ✓ Pipetas.
- ✓ Agua.
- ✓ Placa de vidrio.
- ✓ Cucharón pequeño.

Gráfico de los equipos e instrumentales



Ilustración 19: Instrumental para el ensayo de MUS
Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Procedimiento del ensayo

- a) Aforar el recipiente con agua y cubrirlo con una placa de vidrio, para evitar el exceso de agua y eliminar las burbujas de aire.
- b) Registrar la masa del recipiente más agua.
- c) Calcular el volumen del recipiente.
- d) Retirar el agua del recipiente y secar el mismo.
- e) Llenar el recipiente con cemento; en forma lenta y progresiva.
- f) Nivelar la superficie del recipiente, con la varilla de compactación.
- g) Determinar la masa del recipiente más el cemento.
- h) Repetir los pasos e, f y g cinco veces más.
- i) Calcular el promedio de las masas unitarias sueltas.
- j) Calcular y tabular la masa de árido suelto.
- k) Finalmente calcular la masa unitaria suelta del cemento.

Tabla 20. Masa unitaria suelta del cemento Chimborazo

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:						
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"						
NORMAS:	REFERENCIA INEN 858	Determinación de la Masa Unitaria Suelta				
UBICACIÓN:	CHIMBORAZO - SAN JUAN	MATERIAL: CEMENTO	FÁBRICA: CEM. CHIMBORAZO			
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO						
Descripción:	Unidad:	E1	E2	E3	E4	E5
Masa del recipiente	g	2634.40	2634.40	2634.40	2634.40	2634.40
Masa del recipiente + agua	g	5523.00	5523.00	5523.00	5523.00	5523.00
Masa 1= cemento suelto + recipiente	g	5804.60	5787.80	5804.60	5787.80	5804.60
Masa 2= cemento suelto + recipiente	g	5813.20	5789.20	5813.20	5789.20	5813.20
Masa 3= cemento suelto + recipiente	g	5801.60	5762.00	5801.60	5762.00	5801.60
Promedio masa cemento suelto + recipiente	g	5806.47	5779.67	5806.47	5779.67	5806.47
Masa del cemento suelto	g	3172.07	3145.27	3172.07	3145.27	3172.07
Volumen del recipiente	cm3	2888.60	2888.60	2888.60	2888.60	2888.60
MUS (MASA UNITARIA SUELTA)	g/cm3	1.10	1.09	1.10	1.09	1.10

$\sum_{i=1}^n (MUS) = 5.47$				
$MUS_{PROMEDIO} = 1.09$				
E1	E2	E3	E4	E5
$MUS - MUS_{PROMEDIO} =$				
0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00
$(MUS - MUS_{PROMEDIO})^2 =$				
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\sum_{i=1}^n (MUS - MUS_{PROMEDIO})^2 = 0.00$				
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (MUS - MUS_{PROMEDIO})^2}{n - 1}} = 0.01$				

Factor de Mayoración (k)	
$\delta =$ desviación estandar	$k = -1E-05n^3 + 0,001n^2 - 0,052n + 1,68$
n = número de ensayos	n 5 ensayos
k= factor de mayoración	k 1,44375
$MUS_{CORRECT} = MUS_{PROMEDIO} - 1,34 * K * S = 1.08$	
Masa Unitaria Suelta 1.09 g/cm3	

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

5.1.1.3. Peso Específico del Cemento

Este procedimiento esta determinado de acuerdo a las norma INEN 156, permite determinar el peso específico del cemento Chimborazo.

Equipo e instrumental

- ✓ Frasco de lechatelier.
- ✓ Balanza electrónica digital (precisión 0.10 g).

- ✓ Gasolina.
- ✓ Termómetro.
- ✓ Papel toalla.
- ✓ Embudo.
- ✓ Cucharón pequeño.
- ✓ Cemento Chimborazo.

Gráfico de los equipos e instrumentales



Ilustración 20: Instrumental el ensayo del peso específico

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Procedimiento del ensayo

- a) Encerar y calibrar la balanza.
- b) Revisar que el picnómetro se encuentre completamente limpio y seco.
- c) Determinar la masa del picnómetro vacío.
- d) Insertar 64 gr de cemento en el frasco de lechatelier, con la ayuda de un embudo y un recolector.
- e) Registrar la masa del picnómetro más cemento.
- f) Aforar el picnómetro con gasolina hasta la marca de los 500 ml. Por capilaridad, el correcto aforamiento del frasco de lechatelier nos indicará que la concavidad de la gasolina quedará sobre la línea marcada en el frasco.
- g) Eliminar el aire atrapado con movimientos lentos y circulares. Esta operación durará varios minutos.

- h) Limpiar la boca del frasco de lechatelier con papel toalla.
- i) Registrar el peso del frasco de lechatelier más cemento más gasolina.
- j) Lavar el frasco de lechatelier y secarlo completamente.
- k) Pesar el frasco de lechatelier más gasolina (picnómetro calibrado).
- l) Calcular masa del cemento, masa de gasolina hasta completar los 500 ml peso específico de la gasolina, volumen de gasolina añadida, volumen de cemento y finalmente el peso específico del cemento.
- m) Repetir el procedimiento cinco veces.

Tabla 21: Peso Específico del cemento Chimborazo.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN						
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"						
NORMAS:		INEN 156	Peso Específico			
UBICACIÓN:		CHIMBORAZO - SAN JUAN	MATERIAL:	CEMENTO	FÁBRICA:	CEM. CHIMBORAZO
DATOS DEL CEMENTO						
Marca:	Cemento Chimborazo	Tipo de Cemento:	1P			
Descripción:	Unidad:	E1	E2	E3	E4	E5
Fecha de los ensayos realizados	días	13-mar-12	13-mar-12	14-mar-12	14-mar-12	15-mar-12
Temperatura en el frasco	°C	21	21	20	20	20
DATOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS						
Descripción:	Unidad:	E1	E2	E3	E4	E5
Masa de la muestra cemento	g	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00
Volumen del líquido registrado primera lectura	cm³	0.40	0.10	0.10	0.00	0.30
Volumen del líquido registrado segunda lectura	cm³	21.00	20.60	21.20	21.20	21.00
PESO ESPECIFICO CEMENTO	g/cm³	3.11	3.12	3.03	3.02	3.09

$\sum_{i=1}^n (\text{Peso Específico}) = 15.37$				
$\text{Peso Específico}_{\text{PROMEDIO}} = 3.07$				
E1	E2	E3	E4	E5
$\text{Peso Específico} - \text{Peso Específico}_{\text{PROMEDIO}} =$				
0.03	0.05	-0.04	-0.06	0.02
$(\text{Peso Específico} - \text{Peso Específico}_{\text{PROMEDIO}})^2 =$				
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\sum_{i=1}^n (\text{Peso Esp} - \text{Peso Esp}_{\text{PROMEDIO}})^2 = 0.01$				
$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Peso Esp} - \text{Peso Esp}_{\text{PROMEDIO}})^2}{n - 1}} = 0.05$				

Factor de Mayoración (k)	
δ - desviación estandar	$k = -1E-05n^3 + 0,001n^2 - 0,052n + 1,68$
n= número de ensayos	n k
k= factor de mayoración	5 ensayos 1,44375
$\text{Peso Esp}_{\text{CORRECT}} = \text{Peso Esp}_{\text{PROMEDIO}} - 1,34 * K * \delta = 2.99$	
PESO ESPECÍFICO 2.99 g/cm³	

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

5.1.2. Agua

Es muy importante el agua en la realización de los bloques huecos de hormigón, debido a que afecta las propiedades de fraguar y endurecer para formar un sólido único con los agregados. Los agentes que contaminan el agua como grasas o aceites, sales y sustancia orgánicas.

5.1.2.1. Agua de mezclado

Debe ser cualquier agua natural, que sea potable (pH neutro y sales e impurezas mínimas) y que no tenga sabor u olor pronunciado, se puede utilizar para producir bloques de hormigón. Sin embargo, algunas aguas no potables pueden ser inadecuadas para el este uso.

Las impurezas excesivas en el agua no solo pueden afectar el tiempo de fraguado y la resistencia de el concreto, si no también pueden ser causa de eflorescencia, manchado, corrosión del esfuerzo, inestabilidad volumétrica y una menor durabilidad. El agua que contiene menos de 2,000 partes de millón (ppm) de sólidos disueltos totales generalmente pueden ser utilizada de manera satisfactoria para elaborar concreto. El agua que contenga más de 2,000 ppm de sólidos disueltos deberá ser ensayada para investigar su efecto sobre la resistencia y el tiempo de fraguado.

Se puede almacenar en cualquier depósito, pero este no debe ser contaminante y debe protegerse para no contaminarla, además debe limpiarse periódicamente (mínimo 1 vez por semana). Se debe proteger de las condiciones extremas de clima.

No son recomendadas aguas:

- De desagües y alcantarillas
- De relaves de minas
- Residuales de industrias
- Con sabor u olor desagradable

- Provenientes de canales o pozos que estén contaminados por uso animal o humano.
- Que tengan exceso de material en suspensión (muy turbias), excepto que puedan decantarse.

El agua de mezclado que se usó en esta investigación fue potable (Ilustración 20), la misma que cumple con un amplio margen con las exigencias de pureza.



Ilustración 21: Agua de mezclado utilizado en esta investigación.

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

5.1.2.2. Agua de curado

La reacción química entre el cemento y el agua empleados, requiere tiempo y buenas condiciones de humedad y temperatura. Para esto mantenemos húmedos los bloques y protegidos de temperaturas extremas al menos durante 7 días, contados desde su fabricación. Es recomendable el riego directo con agua natural que sea potable (pH neutro y sales e impurezas mínimas), unas dos veces al día.

El aumento de resistencia con el tiempo es cierto, mientras se evite secarse el concreto. Si se pierde agua cesan las reacciones químicas, requiriéndose mantenerse húmedo cuanto más sea posible. Cuando cesa el curado, aumenta la resistencia pero sólo por un corto periodo de tiempo, sin embargo si se renueva la cura por humedad, aún después de un prolongado periodo de secado, la resistencia

volverá a aumentar. Por esta razón se recomienda una curación húmeda continua de los bloques, desde su fabricación hasta que ha logrado la calidad deseada.

5.1.3. Agregados o áridos

Se entiende como árido a los materiales granulares inertes que no reaccionarán con el cemento y los agentes medioambientales.

5.1.3.1. Clasificación de los agregados

En cuanto a su procedencia se clasifican los dos áridos usados en este trabajo en Agregados naturales, con lo que se está cumpliendo con unos de los propósitos de esta investigación.

Se escogió para la investigación la arena lavada de la mina de los hormigones moreno de Penipe debido a que no tiene sustancias perjudiciales para el hormigón y por sus propiedades que se darán a conocer en los ensayos realizados.

Se escogió para la investigación el macadán de la mina de cerro negro, debido a es un material con buenas propiedades, además un costo accesible para realizar los bloques como un material económico en relación a otros.

5.1.3.2. MUS (Masa unitaria suelta) Agregado fino.

Este procedimiento esta determinado de acuerdo a las norma INEN 858 y permite determinar la masa unitaria en estado suelto de los agregados: macadán (Cerro Negro) y arena (Penipe).

Equipo e instrumental

- ✓ Agregados Macadán Cerro Negro y Arena de Penipe.
- ✓ Balanzas electrónica digital de diferentes intervalos.
- ✓ Recipiente cilíndrico metálico.
- ✓ Varilla lisa de Compactación.
- ✓ Pipetas.

- ✓ Agua.
- ✓ Placa de vidrio.
- ✓ Carretilla.

Gráfico de los equipos e instrumentales



Ilustración 22: Instrumental para el ensayo de MUS

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Procedimiento del ensayo

- a) Tomar el recipiente cilíndrico metálico de $\frac{1}{2}$ pie³ y determinar su masa.
- b) Aforar el recipiente con agua y cubrirlo con una placa de vidrio, para evitar el exceso de agua y eliminar las burbujas de aire.
- c) Registrar la masa del recipiente más agua.
- d) Calcular el volumen del recipiente.
- e) Realizar un nuevo procedimiento de muestreo según lo indicado en la práctica anterior.
- f) Depositar en el recipiente, una porción del árido procedente del muestreo, hasta un tercio de su altura, para posteriormente compactarlo con 25 golpes (utilizar la varilla lisa), distribuidos en toda la superficie del árido. Evitar golpear bruscamente el fondo del recipiente.
- g) Volver a llenar el recipiente metálico hasta los dos tercios, y repetir la operación de compactación.
- h) Llenar el recipiente hasta rebozarlo y compactarlo nuevamente.

- i) Nivelar la superficie, con la varilla de compactación.-Tomar en cuenta que se utilizará la fuerza necesaria para que la varilla no penetre los tercios anteriores.
- j) Determinar la masa del recipiente más el agregado.
- k) Repetir los pasos f, g, h e i dos veces más.
- l) Calcular el promedio de las masas unitarias compactadas.
- m) Calcular y tabular la masa del árido compactado.
- n) Finalmente calcular la masa unitaria compactada del árido.

Tabla 22: Masa Unitaria Suelta A. Fino hormigones Moreno de Penipe.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:						
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"						
NORMAS:	INEN 858	Determinación de la Masa Unitaria Suelta				
UBICACIÓN:	CHIMBORAZO - PENIPE	MINA: HOR. MORENO	MATERIAL: ARENA			
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO						
Descripción:	Unidad:	E1	E2	E3	E4	E5
Masa del recipiente de 1/2 pie ³	g	2634.40	2634.40	2634.40	2634.40	2634.40
Masa del recipiente + agua	g	5524.30	5523.00	5535.10	5524.20	5523.90
Masa 1= arido + recipiente	g	7545.50	7550.20	7557.10	7567.40	7568.20
Masa 2= arido + recipiente	g	7567.70	7551.90	7568.10	7595.30	7559.20
Masa 3= arido + recipiente	g	7543.10	7566.40	7565.50	7570.30	7581.10
Promedio del arido (arena) + recipiente	g	7552.10	7556.17	7563.57	7577.67	7569.50
Masa del arido (Arena)	g	4917.70	4921.77	4929.17	4943.27	4935.10
Volumen del recipiente	cm ³	2889.90	2888.60	2900.70	2889.80	2889.50
MUS (MASA UNITARIA SUELTA)	g/cm³	1.70	1.70	1.70	1.71	1.71

$\sum_{i=1}^n (MUS) =$		8.52
$MUS_{\text{PROMEDIO}} =$		1.70
E1	E2	E3
$MUS - MUS_{\text{PROMEDIO}} =$		
-0.13	-0.13	-0.13
$(MUS - MUS_{\text{PROMEDIO}})^2 =$		
0.02	0.02	0.02
$\sum_{i=1}^n (MUS - MUS_{\text{PROMEDIO}})^2 =$		0.08
$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (MUS - MUS_{\text{PROMEDIO}})^2}{n - 1}}$		0.14

Factor de Mayoración (k)	
$\delta =$ desviación estandar	$k = -1E-05n^3 + 0,001n^2 - 0,052n + 1,68$
n= número de ensayos	n k
k- factor de mayoración	5 ensayos 1,44375
$MUS_{\text{CORRECT}} = MUS_{\text{PROMEDIO}} - 1,34 * K * \delta = 1.43$	
MASA UNITARIA SUELTA	1.43 g/cm³

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 23: Masa Unitaria Suelta A. Cerro Negro.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:						
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"						
NORMAS:	INEN 858	Determinación de la Masa Unitaria Suelta				
UBICACIÓN:	CHIMBORAZO - RIOBAMBA	MINA: CERRO NEGRO	MATERIAL: MACADÁN			
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO						
Descripción:	Unidad:	E1	E2	E3	E4	E5
Masa del recipiente de 1/2 pie ³	g	2634.10	2634.30	2634.20	2634.20	2634.10
Masa del recipiente + agua	g	5520.20	5523.00	5521.00	5521.70	5522.60
Masa 1= arido + recipiente	g	7880.20	7931.10	7992.10	7908.90	7962.80
Masa 2= arido + recipiente	g	7856.60	7929.50	7915.10	7918.10	7861.00
Masa 3= arido + recipiente	g	7943.30	7969.30	7947.10	7977.10	7920.80
Promedio del arido (arena) + recipiente	g	7893.37	7943.30	7951.43	7934.70	7914.87
Masa del arido (Arena)	g	5259.27	5309.00	5317.23	5300.50	5280.77
Volumen del recipiente	cm3	2886.10	2888.70	2886.80	2887.50	2888.50
MUS (MASA UNITARIA SUELTA)	g/cm3	1.82	1.84	1.84	1.84	1.83

$\sum_{i=1}^n (MUS) = 9.17$				
$MUS_{\text{PROMEDIO}} = 1.83$				
E1	E2	E3	E4	E5
$MUS - MUS_{\text{PROMEDIO}} =$				
-0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
$(MUS - MUS_{\text{PROMEDIO}})^2 =$				
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\sum_{i=1}^n (MUS - MUS_{\text{PROMEDIO}})^2 = 0.00$				
$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (MUS - MUS_{\text{PROMEDIO}})^2}{n - 1}} = 0.01$				

Factor de Mayoración (k)	
$\delta =$ desviación estandar	$k = -1E-05n^3 + 0,001n^2 - 0,052n + 1,68$
n= número de ensayos	n k
k= factor de mayoración	5 ensayos 1,44375
$MUS_{\text{CARACT}} = MUS_{\text{PROMEDIO}} - 1,34 * K * \delta = 1.82$	
MASA UNITARIA SUELTA 1.82 g/cm3	

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

5.1.3.3.MUC (Masa unitaria compactada) Agregado fino.

Este procedimiento esta determinado de acuerdo a las norma INEN 858 y permite determinar la masa unitaria en estado compactado de los agregados: macadán (Cerro Negro) y Arena (Penipe).

Equipo e instrumental

- ✓ Agregados (Macadán y Arena).

- ✓ Balanzas electrónica digital.
- ✓ Recipiente cilíndrico metálico.
- ✓ Varilla lisa de compactación.
- ✓ Pipeta.
- ✓ Agua.
- ✓ Cucharón pequeño.
- ✓ Placa de vidrio.
- ✓ Carretilla.

Gráfico de los equipos e instrumentales



Ilustración 23: Instrumental del ensayo

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Procedimiento del ensayo

- a) Aforar el recipiente con agua y cubrirlo con una placa de vidrio, para evitar el exceso de agua y eliminar las burbujas de aire.
- b) Registrar la masa del recipiente más agua.
- c) Calcular el volumen del recipiente.
- d) Retirar el agua del recipiente y secar el mismo.
- e) Llenar el recipiente para agregados finos, con una porción del árido procedente del muestreo, en forma lenta y progresiva.
- f) Nivelar la superficie del recipiente, con la varilla de compactación.
- g) Determinar la suma del recipiente más el agregado.
- h) Repetir los pasos e, f y g cinco veces más.

- i) Calcular el promedio de las masas unitarias sueltas.
- j) Calcular y tabular la masa del árido suelto.

Tabla 24: Masa Unitaria Compactada A. Fino hormigones Moreno de Penipe.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:						
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"						
NORMAS:	INEN 858	Determinación de la Masa Unitaria Compacta				
UBICACIÓN:	CHIMBORAZO - PENIPE	MINA:	HOR. MORENO	MATERIAL:	ARENA	
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO						
Descripción:	Unidad:	E1	E2	E3	E4	E5
Masa del recipiente de 1/2 pie ³	g	2634.30	2634.20	2634.30	2634.40	2634.30
Masa del recipiente + agua	g	5525.00	5549.32	5528.00	5526.70	5531.20
Masa 1= arido + recipiente	g	7814.30	7827.10	7821.60	7832.00	7833.90
Masa 2= arido + recipiente	g	7826.80	7789.80	7844.00	7817.10	7826.60
Masa 3= arido + recipiente	g	7833.50	7808.70	7834.00	7822.20	7845.40
Promedio del arido (arena) + recipiente	g	7824.87	7808.53	7833.20	7823.77	7835.30
Masa del arido (Arena)	g	5190.57	5174.33	5198.90	5189.37	5201.00
Volumen del recipiente	cm ³	2890.70	2915.12	2893.70	2892.30	2896.90
MUS (MASA UNITARIA COMPACTA)	g/cm³	1.80	1.77	1.80	1.79	1.80

$\sum_{i=1}^n (MUC) =$		8.96				
$MUC_{\text{PROMEDIO}} =$		1.79				
E1	E2	E3	E4	E5		
$MUC - MUC_{\text{PROMEDIO}} =$						
-0.21	-0.23	-0.21	-0.21	-0.21		
$(MUC - MUC_{\text{PROMEDIO}})^2 =$						
0.05	0.05	0.04	0.05	0.05		
$\sum_{i=1}^n (MUC - MUC_{\text{PROMEDIO}})^2 =$		0.24				
$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (MUC - MUC_{\text{PROMEDIO}})^2}{n - 1}}$		0.24				

Factor de Mayoración (k)	
δ = desviación estandar	$k = -1E-05n^3 + 0,001n^2 - 0,052n + 1,68$
n= número de ensayos	n k
k= factor de mayoración	5 ensayos 1,44375
$MUC_{\text{CORRECT}} = MUC_{\text{PROMEDIO}} - 1,34 * K * \delta =$	
MASA UNITARIA SUELTA 1.32 g/cm³	

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 25: Masa Unitaria Compacta A. Cerro Negro

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:						
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"						
NORMAS:	INEN 858	Determinación de la Masa Unitaria Compacta				
UBICACIÓN:	CHIMBORAZO - RIOBAMBA	MINA: CERRO NEGRO	MATERIAL: MACADÁN			
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO						
Descripción:	Unidad:	E1	E2	E3	E4	E5
Masa del recipiente de 1/2 pie ³	g	2635.00	2634.00	2634.10	2634.20	2634.00
Masa del recipiente + agua	g	5520.40	5521.80	5522.30	5521.50	5521.60
Masa 1= arido + recipiente	g	8635.00	8410.00	8396.00	8421.00	8415.00
Masa 2= arido + recipiente	g	8412.00	8444.00	8410.00	8415.00	8410.00
Masa 3= arido + recipiente	g	8412.00	8410.00	8493.00	8393.00	8412.00
Promedio del arido (arena) + recipiente	g	8486.33	8421.33	8433.00	8409.67	8412.33
Masa del arido (Arena)	g	5851.33	5787.33	5798.90	5775.47	5778.33
Volumen del recipiente	cm3	2885.40	2887.80	2888.20	2887.30	2887.60
MUS (MASA UNITARIA COMPACTA)	g/cm3	2.03	2.00	2.01	2.00	2.00

$\sum_{i=1}^n (MUC) = 10.04$				
$MUC_{\text{PROMEDIO}} = 2.01$				
E1	E2	E3	E4	E5
$MUC - MUC_{\text{PROMEDIO}} =$				
0.02	0.00	0.00	-0.01	-0.01
$(MUC - MUC_{\text{PROMEDIO}})^2 =$				
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\sum_{i=1}^n (MUC - MUC_{\text{PROMEDIO}})^2 = 0.00$				
$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (MUC - MUC_{\text{PROMEDIO}})^2}{n - 1}} = 0.01$				

Factor de Mayoración (k)	
$\delta =$ desviación estandar	$k = -1E-05n^3 + 0,001n^2 - 0,052n + 1,68$
n= número de ensayos	n k
k= factor de mayoración	5 ensayos 1,44375
$MUC_{\text{CORRECT}} = MUC_{\text{PROMEDIO}} - 1,34 * K * \delta = 1.99$	
MASA UNITARIA SUELTA 1.99 g/cm3	

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

5.1.3.4. Peso específico del agregado fino

Este procedimiento esta determinado de acuerdo a las norma INEN 856 y la ASTM C128, permite determinar el peso especifico en estado saturado superficialmente seco y el porcentaje de absorción de agua en los Agregados: macadán (Cerro Negro) y arena (Penipe).

Equipo e instrumental

- ✓ Balanza electrónica digital precisión 0.10 g.
- ✓ Picnómetro de 500 cm³ de capacidad.
- ✓ Molde troncónico metálico.
- ✓ Varilla de compactación.
- ✓ Horno para secado de muestras.
- ✓ Bandejas.
- ✓ Pipeta.

Gráfico de los equipos e instrumentales



Ilustración 24: Instrumental del ensayo

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Procedimiento de ensayo

- 1) Preparación de la muestra para el ensayo:
 - a) La preparación de la muestra nos permitirá determinar tanto el peso específico como la capacidad de Absorción.
 - b) Pesar 1000 g de árido fino.
 - c) Sobresaturar la muestra de árido fino llenando el recipiente con agua durante 24 horas.
 - d) Luego de transcurrido este período de tiempo, retirar el agua contenida en el recipiente, con la precaución de evitar la pérdida de finos.
 - e) Secar la muestra esparciéndole sobre una superficie plana, revolviéndola continuamente para obtener un secado uniforme.

- f) Tomar el molde troncónico y asentarlos en una superficie lisa no absorbente, llenarlo en su totalidad con una parte de árido fino parcialmente seca para finalmente apisonar 25 veces con la varilla de compactación.
- g) Levantar el molde en forma lenta y vertical, si conserva la forma del molde significa que la muestra todavía contiene humedad superficial. Caso contrario continuamos revolviendo la muestra hasta que el árido se desmorone un poco al retirar el molde, obteniendo así su estado de superficialmente saturado seco (S.S.S.).

2) Procedimiento de ensayo-peso específicos:

- a) Pesar el picnómetro vacío.
- b) Tomar cierta cantidad de la muestra en S.S.S. (500 g aproximadamente) e introducir inmediatamente en el picnómetro.
- c) Registrar el peso del picnómetro más árido en S.S.S.
- d) Llenar con agua destilada el picnómetro hasta un 90% de su capacidad.
- e) Agitar el picnómetro con movimientos lentos circulares para eliminar las burbujas de aire.
- f) Completar el nivel de agua hasta su aforamiento, es decir hasta la marca de 500 cm³, con la ayuda de una pipeta.
- g) Pesar y registrar el conjunto picnómetro, agua y muestra.
- h) Vaciar el picnómetro, limpiarlo y secarlo cuidadosamente.
- i) Tabular la masa del picnómetro calibrado (llenar hasta la marca de 500 cm³ con agua destilada).
- j) Calcular y tabular masa de árido en superficialmente seco saturado S.S.S., volumen desalojado y finalmente el peso específico.

Tabla 26: Densidad A. Fino hormigones Moreno de Penipe.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN						
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"						
NORMAS:	INEN 856	Aridos Fino: Determinación de la Densidad y Absorción del Agua				
UBICACIÓN:	CHIMBORAZO - PENIPE	MINA: HOR. MORENO	MATERIAL: ARENA			
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO						
Descripción:	Unidad:	E1	E2	E3	E4	E5
Masa picnómetro vacío	g	450.20	450.30	450.30	450.10	450.20
Masa de picnómetro + árido en SSS	g	950.20	950.30	950.30	950.10	950.20
Masa de picnómetro + árido en SSS + agua	g	1538.60	1532.30	1538.10	1536.80	1538.10
Masa del picnómetro calibrado	g	1226.60	1226.60	1228.30	1229.60	1226.60
Masa del árido en SSS	g	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
Volumen Desalojado	cm3	188.00	194.30	190.20	192.80	188.50
Peso Específico	g/cm3	2.66	2.57	2.63	2.59	2.65

$\sum_{i=1}^n (\text{Peso Específico}) = 13.11$				
Peso Específico _{promedio} = 2.62				
E1	E2	E3	E4	E5
Peso Específico - Peso Específico _{promedio} =				
0.12	0.04	0.09	0.06	0.12
$(\text{Peso Específico} - \text{Peso Específico}_{\text{promedio}})^2 =$				
0.02	0.00	0.01	0.00	0.01
$\sum_{i=1}^n (\text{Peso Esp} - \text{Peso Esp}_{\text{promedio}})^2 = 0.04$				
$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Peso Esp} - \text{Peso Esp}_{\text{prom}})^2}{n - 1}} = 0.10$				

Factor de Mayoración (k)	
$\delta =$ desviación estandar	$k = -1E-05n^3 + 0,001n^2 - 0,052n + 1,68$
n= número de ensayos	n
k= factor de mayoración	5 ensayos
k = 1,44375	
Peso Esp _{correct} = Peso Esp _{promedio} - 1,34 * K * s = 2.42	
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD 2.42 g/cm3	

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 27: Densidad A. Fino Cerro Negro.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN						
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"						
NORMAS:	INEN 856	Arido Fino: Determinación de la Densidad y Absorción del Agua				
UBICACIÓN:	CHIMBORAZO - RIOBAMBA	MINA: CERRO NEGRO	MATERIAL: MACADÁN			
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO						
Descripción:	Unidad:	E1	E2	E3	E4	E5
Masa picnómetro vacío	g	450.10	450.40	450.20	450.20	450.10
Masa de picnómetro + árido en SSS	g	949.30	950.40	950.20	950.20	950.10
Masa de picnómetro + árido en SSS + agua	g	1527.20	1528.60	1554.90	1523.80	1525.50
Masa del picnómetro calibrado	g	1231.60	1233.90	1231.80	1232.40	1220.50
Masa del árido en SSS	g	499.20	500.00	500.00	500.00	500.00
Volumen Desalojado	cm3	203.60	205.30	176.90	208.60	195.00
Peso Específico	g/cm3	2.45	2.44	2.83	2.40	2.56

$\sum_{i=1}^n (\text{Peso Específico}) = 12.67$				
$\text{Peso Específico}_{\text{promedio}} = 2.53$				
E1	E2	E3	E4	E5
$\text{Peso Específico} - \text{Peso Específico}_{\text{promedio}} =$				
-0.08	-0.10	0.29	-0.14	0.03
$(\text{Peso Específico} - \text{Peso Específico}_{\text{promedio}})^2 =$				
0.01	0.01	0.08	0.02	0.00
$\sum_{i=1}^n (\text{Peso Esp} - \text{Peso Esp}_{\text{promedio}})^2 = 0.12$				
$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Peso Esp} - \text{Peso Esp}_{\text{promedio}})^2}{n - 1}} = 0.17$				

Factor de Mayoración (k)	
$\delta =$ desviación estandar	$k = -1E-05n^3 + 0,001n^2 - 0,052n + 1,68$
$n =$ número de ensayos	n k
$k =$ factor de mayoración	5 ensayos 1,44375
$\text{Peso Esp}_{\text{correct}} = \text{Peso Esp}_{\text{promedio}} - 1,34 * K * s = 2.20$	
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD 2.20 g/cm³	

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

5.1.3.5. Capacidad de absorción del agregado fino

Este ensayo determina la absorción en los agregados: macadán (Cerro Negro) y arena (Penipe). Es el incremento en la masa del agregado debido al agua en los poros del material, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, expresado como un porcentaje de la masa seca. El agregado se considera como "seco" cuando se ha mantenido a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por suficiente tiempo para remover toda el agua no combinada. Esta determinado de acuerdo a las norma INEN 856.

Equipo e instrumental

- ✓ Balanza electrónica digital, que tenga una capacidad de 1kg o más, la tenemos con capacidad de 2610 g, una sensibilidad de 0.1 g o menos
- ✓ Horno para secado de muestras.
- ✓ Bandejas.
- ✓ Áridos (macadán y arena).
- ✓ Agua.

Gráfico de los equipos e instrumentales



Ilustración 25: Instrumental del ensayo para capacidad de absorción

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Procedimiento de ensayo

- a) Determinar el peso del recipiente o bandeja.
- b) Registrar el peso de una porción de árido fino en estado S.S.S. más el recipiente que lo contiene.
- c) Introducir el árido en S.S.S. al horno para secarlo durante 24h hasta obtener masa constante.
- d) Retirar la muestra del horno una vez culminado el período de secado y tabular el peso de la muestra seca más el recipiente.
- e) Calcular Masa del árido en S.S.S., Masa de árido seco, Masa del agua contenida en la muestra finalmente la Capacidad de Absorción.
- f) Repetir los procedimientos cinco veces, para cada agregado en estudio.

Tabla 28: Capacidad de Absorción hormigones Moreno de Penipe.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:						
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"						
NORMAS:	INEN 856	Aridos Fino: Absorción del Agua				
UBICACIÓN:	CHIMBORAZO - PENIPE	MINA: HOR. MORENO	MATERIAL: ARENA			
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO						
Descripción:	Unidad:	E1	E2	E3	E4	E5
Masa del recipiente	g	329.3	329.7	329.7	172.8	172.9
Masa del recipiente + árido en sss	g	1329.3	1329.7	1329.7	1172.8	1172.9
Masa del árido seco + recipiente	g	1310.5	1308.7	1307.4	1154.3	1153.0
Masa del árido en sss	g	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
Masa del árido seco	g	981.2	979.0	977.7	981.5	980.1
Masa del agua contenida en el árido	g	18.8	21.0	22.3	18.5	19.9
Capacidad de Absorción	%	1.9	2.1	2.3	1.9	2.0

$\sum_{i=1}^n (\% Absor) = 10.26$				
$\% Absor_{PROMEDIO} = 2.05$				
E1	E2	E3	E4	E5
$\% Absor - \% Absor_{PROMEDIO} =$				
-0.14	0.09	0.23	-0.17	-0.02
$(\% Absor - \% Absor_{PROMEDIO})^2 =$				
0.02	0.01	0.05	0.03	0.00
$\sum_{i=1}^n (\% Absor - \% Absor_{PROMEDIO})^2 = 0.11$				
$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\% Absor - \% Absor_{PROMEDIO})^2}{n - 1}} = 0.16$				

Factor de Mayoración (k)		
δ = desviación estandar	$k = -1E-05n^3 + 0,001n^2 - 0,052n + 1,68$	
n= número de ensayos	n	k
k= factor de mayoración	5 ensayos	1,44375
$\% Absor_{CORRECT} = \% Absor_{PROMEDIO} - 1,34 * K * s = 1.73$		
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN		1.73 %

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 29: Capacidad de Absorción A. Fino Cerro Negro.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:						
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"						
NORMAS:	INEN 856	Arido Fino: Absorción del Agua				
UBICACIÓN:	CHIMBORAZO - RIOBAMBA	MINA: CERRO NEGRO	MATERIAL: MACADÁN			
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO						
Descripción:	Unidad:	E1	E2	E3	E4	E5
Masa del recipiente	g	172.7	173.3	329.6	329.5	328.6
Masa del recipiente + árido en sss	g	1172.7	1173.3	1329.6	1329.5	1328.6
Masa del árido seco + recipiente	g	1129.2	1134.3	1290.7	1290.3	1295.8
Masa del árido en sss	g	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
Masa del árido seco	g	956.5	961.0	961.1	960.8	967.2
Masa del agua contenida en el árido	g	43.5	39.0	38.9	39.2	32.8
Capacidad de Absorción	%	4.5	4.1	4.0	4.1	3.4

$\sum_{i=1}^n (\% \text{ Absor}) = 20.12$				
$\% \text{ Absor}_{\text{PROMEDIO}} = 4.02$				
E1	E2	E3	E4	E5
$\% \text{ Absor} - \% \text{ Absor}_{\text{PROMEDIO}} =$				
0.52	0.03	0.02	0.05	-0.63
$(\% \text{ Absor} - \% \text{ Absor}_{\text{PROMEDIO}})^2 =$				
0.27	0.00	0.00	0.00	0.40
$\sum_{i=1}^n (\% \text{ Absor} - \% \text{ Absor}_{\text{PROMEDIO}})^2 = 0.68$				
$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\% \text{ Absor} - \% \text{ Absor}_{\text{PROMEDIO}})^2}{n - 1}} = 0.41$				

Factor de Mayoración (k)	
$\delta =$ desviación estandar	$k = -1E-05n^2 + 0,001n^2 - 0,052n + 1,68$
n= número de ensayos	n k
k= factor de mayoración	5 ensayos 1,44375
$\% \text{ Absor}_{\text{CORRECT}} = \% \text{ Absor}_{\text{PROMEDIO}} - 1,34 * K * s = 3.23$	
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN	3.23 %

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

5.1.3.6. Contenido total de humedad

Este procedimiento esta determinado de acuerdo a las norma INEN 862 y permite determinar el contenido total de humedad por secado de los agregados: macadán (Cerro Negro) y arena (Penipe). Se realiza en dos partes, la primera 24 horas antes de realizar el diseño de los bloques de hormigón y la segunda el día mismo del diseño.

Equipo e instrumental

- ✓ Áridos (Macadán y Arena).
- ✓ Balanza electrónica digital.
- ✓ Cuarteador universal.
- ✓ Horno para secado de muestras.
- ✓ Recipientes metálicos varios.

Gráfico de los equipos e instrumentales



Ilustración 26: Instrumental del ensayo del contenido total de humedad
Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Procedimiento del ensayo

- a) Tomar una muestra representativa del árido a ensayar (1000 g. para el macadán y 1000 g. para la arena.), siguiendo los procedimientos de muestreo.
- b) Pesar y registrar la masa del recipiente en el que se va a colocar el árido.
- c) Registrar en el cuadro de tabulación el peso exacto de la muestra en estado natural más recipiente, e identificar claramente la misma. Evitar la pérdida de humedad contenida en el material.
- d) Ingresar el árido contenido en el recipiente al horno y secar durante un lapso de 24h.
- e) Registrar en el cuadro de tabulación el peso exacto de la muestra en estado seco.
- f) Calcular y registrar el contenido total de humedad.
- g) Se realizará cinco ensayos por cada agregado.

Tabla 30: Contenido de Humedad A. Fino hormigones Moreno de Penipe.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN						
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"						
NORMAS:	INEN 862	Aridos para Hormigón: Determinación del Contenido Total de Humedad				
UBICACIÓN:	CHIMBORAZO - PENIPE	MINA: HORM. MORENO	MATERIAL: ARENA			
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO						
Descripción:	Unidad:	E1	E2	E3	E4	E5
Masa del recipiente	g	329.60	329.60	903.50	456.20	876.40
Masa del árido humedo + recipiente	g	1329.60	1329.60	1903.50	1456.20	1876.40
Masa del árido seco + recipiente	g	1321.10	1320.20	1894.44	1447.20	1868.40
Masa del árido humedo	g	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
Masa del árido seco	g	991.50	990.60	990.94	991.00	992.00
Masa del agua contenida en el árido	g	8.50	9.40	9.06	9.00	8.00
Contenido de Humedad	%	0.86	0.95	0.91	0.91	0.81

$\sum_{i=1}^n (\% \text{ Humedad}) = 4.44$				
$\% \text{ Humedad}_{\text{promedio}} = 0.89$				
E1	E2	E3	E4	E5
$\% \text{ Humedad} - \% \text{ Humedad}_{\text{promedio}} =$				
-0.03	0.06	0.03	0.02	-0.08
$(\% \text{ Humedad} - \% \text{ Humedad}_{\text{promedio}})^2 =$				
0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
$\sum_{i=1}^n (\% \text{ Hum} - \% \text{ Hum}_{\text{promedio}})^2 = 0.01$				
$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\% \text{ Hum} - \% \text{ Hum}_{\text{promedio}})^2}{n - 1}} = 0.06$				

Factor de Mayoración (k)	
$\delta =$ desviación estandar	$k = -1E-05n^3 + 0,001n^2 - 0,052n + 1,68$
n= número de ensayos	n k
k= factor de mayoración	5 ensayos 1,44375
$\% \text{ Hum}_{\text{correc}} = \% \text{ Hum}_{\text{promedio}} - 1,34 * K * \delta = 0.78$	
Contenido de Humedad	0.78 %

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 31: Contenido de Humedad A. Fino Cerro Negro.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN						
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"						
NORMAS:	INEN 862	Aridos para Hormigón: Determinación del Contenido Total de Humedad				
UBICACIÓN:	CHIMBORAZO - RIOBAMBA	MINA: CERRO NEGRO	MATERIAL: MACADÁN			
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO						
Descripción:	Unidad:	E1	E2	E3	E4	E5
Masa del recipiente	g	329.70	328.60	329.70	329.40	354.40
Masa del árido humedo + recipiente	g	1329.70	1328.60	1329.70	1329.40	1354.40

Masa del árido seco + recipiente	g	1322.00	1320.40	1320.70	1319.40	1344.20
Masa del árido humedo	g	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
Masa del árido seco	g	992.30	991.80	991.00	990.00	989.80
Masa del agua contenida en el árido	g	7.70	8.20	9.00	10.00	10.20
Contenido de Humedad	%	0.78	0.83	0.91	1.01	1.03

$\sum_{i=1}^n (\% \text{ Humedad}) = 4.55$				
$\% \text{ Humedad}_{\text{promedio}} = 0.91$				
E1	E2	E3	E4	E5
$\% \text{ Humedad} - \% \text{ Humedad}_{\text{promedio}} =$				
-0.13	-0.08	0.00	0.10	0.12
$(\% \text{ Humedad} - \% \text{ Humedad}_{\text{promedio}})^2 =$				
0.02	0.01	0.00	0.01	0.01
$\sum_{i=1}^n (\% \text{ Humad} - \% \text{ Humad}_{\text{promedio}})^2 = 0.05$				
$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\% \text{ Humad} - \% \text{ Humad}_{\text{promedio}})^2}{n - 1}} = 0.11$				

Factor de Mayoración (k)	
$\delta =$ desviación estandar	$k = -1E-05n^3 + 0,001n^2 - 0,052n + 1,68$
n= número de ensayos	n
k= factor de mayoración	5 ensayos 1,44375
$\% \text{ Humad}_{\text{correct}} = \% \text{ Humad}_{\text{promedio}} - 1,34 * K * \delta = 0.70$	
Contenido de Humedad 0.70 %	

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

5.1.3.7. Análisis granulométrico

Este procedimiento está determinado de acuerdo a la norma INEN 696, permite determinar la distribución de tamaños de las partículas de los agregados, el módulo de finura del agregado, tamaño máximo y tamaño nominal máximo.

Equipo e instrumental

- ✓ Tamices.
- ✓ Balanzas electrónicas digitales.
- ✓ Recipientes.
- ✓ Agregado fino y grueso.
- ✓ Brocha.

- ✓ Tamizadora.

Gráfico de los equipos e instrumentales



Ilustración 27: Instrumental del ensayo para granulometría

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Procedimiento del ensayo

- 1) Preparación de la muestra.
 - a) Extraemos mediante el procedimiento de muestreo una cantidad aproximada a 2500 g de agregado fino para realizar el ensayo.
 - b) Registramos la masa por el recipiente en el que se va a colocar el árido (2500 g).
 - c) Depositar el agregado en los recipientes.
 - d) Registrar los pesos con el agregado.
 - e) Antes de depositar los 2500 g del agregado en la tamizadora, debemos limpiar los residuos de otros agregados con la ayuda de la brocha para evitar errores.
 - f) Seguidamente se arman los tamices de acuerdo con la serie empleada para agregados finos (3/8", N° 4, N° 8, N°16, N° 30, N° 50 , N° 100).
 - g) Se vierte todo el contenido de la bandeja en el tamiz superior (teniendo en cuenta que hay que tapar y ajustar bien antes de proceder a tamizar).

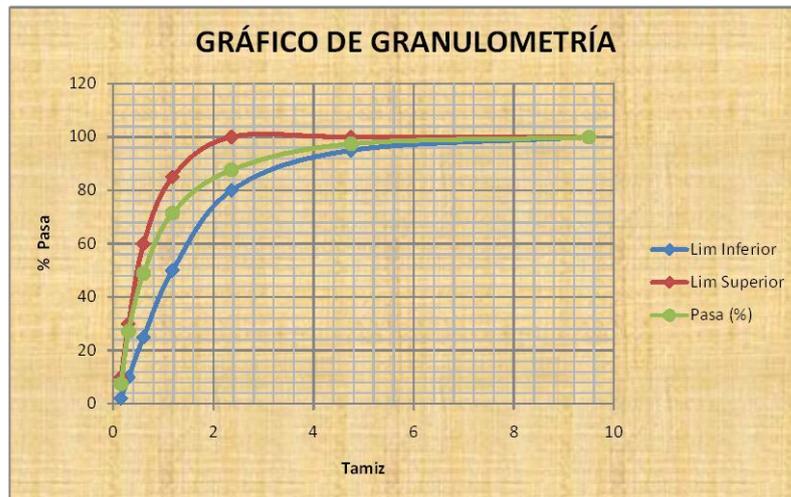
- h) Una vez depositado el agregado procedemos a tamizarlo durante un intervalo de tiempo no menor a 3 minutos y no mayor a 5 minutos.
- i) Colocamos el agregado que permaneció en cada tamiz, en recipientes de masa conocida, para determinar el retenido de agregado en cada tamiz (teniendo precaución al momento de poner la muestra en las bandejas ya que se puede regar).
- j) Registramos los valores de retenidos parciales.
- k) Repetimos nuevamente todo el proceso descrito con la misma cantidad de agregado (2500g), por cinco veces para cada agregado en estudio.
- l) Con los datos obtenidos calculamos:
- Retenido parcial promedio
 - Retenido acumulado
 - % de Retenido acumulado
 - % Pasa
- m) Trazamos la curva de granulometría.

Tabla 32: Análisis Granulométrico hormigones Moreno de Penipe (E1)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:								
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"								
UBICACIÓN:			MINA:		MATERIAL:		NORMAS:	
PENIPE - CHIMBORAZO			HORM. MORENO		ARENA		INEN 696 Análisis Granulométrico: Á. F	
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO N°01								
mm	Tamices	Masa retenida		Porcentajes acumulados		LIMITES	Límite Inferior	Límite Superior
		Parcial (gr) PROMEDIO	Acumulada (gr)	% Retenido	% Pasa			
9.5	3/8"	2.7	2.7	0	100	100	100	100
4.75	Nº 4	67.1	69.8	3	97	95-100	95	100
2.36	Nº 8	263.5	333.3	12	88	80-100	80	100
1.18	Nº 16	437.2	770.5	29	71	50-85	50	85
0.6	Nº 30	608.3	1378.8	51	49	25-60	25	60
0.3	Nº 50	588.6	1967.4	73	27	10_30	10	30
0.15	Nº 100	529.5	2496.9	92	8	2_10	2	10
	Bandeja	202.8	2699.7	100	0			
		2699.7						

$$M_r = \frac{\sum \%R_n (\text{excepto la bandeja})}{100 \%} = 2.60$$

Tamaño Máximo= 3/8"



Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 33: Análisis Granulométrico hormigones Moreno de Penipe (E2)

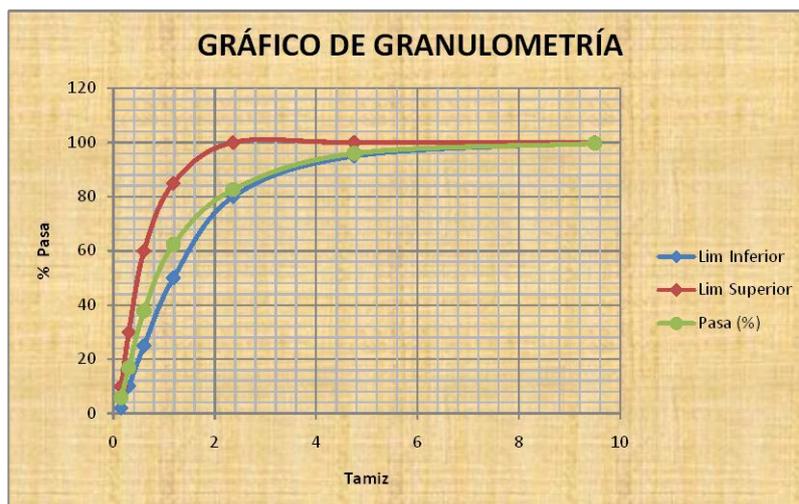
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:			
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"			
UBICACIÓN:	MINA:	MATERIAL:	NORMAS: INEN 696
PENIPE - CHIMBORAZO	HORM. MORENO	ARENA	Análisis Granulométrico: Á. F

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO N°02

mm	Tamices	Masa retenida		Porcentajes acumulados		LIMITES	Límite Inferior	Límite Superior
		Parcial (gr)	Acumulada (gr)	% Retenido	% Pasa			
		PROMEDIO						
9.5	3/8"	7.8	7.8	0	100	100	100	100
4.75	Nº 4	92.2	100.0	4	96	95-100	95	100
2.36	Nº 8	333.6	433.6	17	83	80-100	80	100
1.18	Nº 16	508.6	942.2	38	62	50-85	50	85
0.6	Nº 30	611.7	1553.9	62	38	25-60	25	60
0.3	Nº 50	522.7	2076.6	83	17	10_30	10	30
0.15	Nº 100	276.4	2353.0	94	6	2_10	2	10
	Bandeja	144.8	2497.8	100	0			
		2497.8						

$$M_F = \frac{\sum \% R_n (\text{excepto la bandeja})}{100 \%} = 2.99$$

Tamaño Máximo= 3/8"



Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 34: Análisis Granulométrico hormigones Moreno de Penipe (E3)

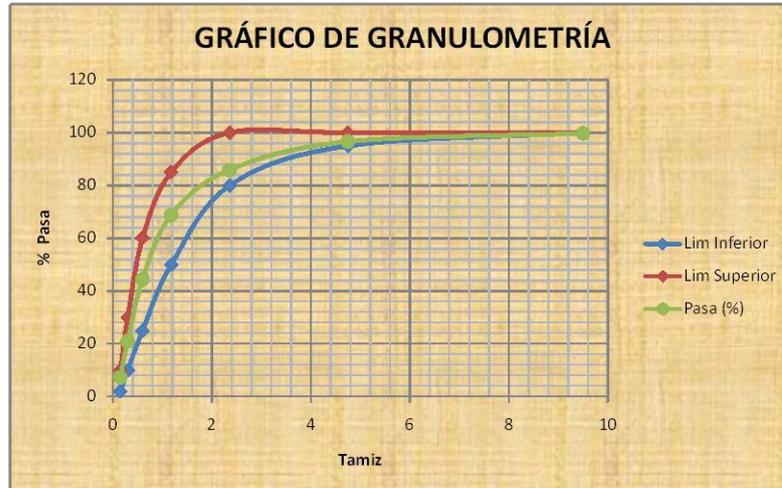
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"			
UBICACIÓN: PENIPE - CHIMBORAZO	MINA: HORM. MORENO	MATERIAL: ARENA	NORMAS: INEN 696 Análisis Granulométrico: Á. F

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO N°03

mm	Tamices	Masa retenida		Porcentajes acumulados		LIMITES	Límite Inferior	Límite Superior
		Parcial (gr)	Acumulada (gr)	% Retenido	% Pasa			
		PROMEDIO						
9.5	3/8"	7.0	7.0	0	100	100	100	100
4.75	Nº 4	77.9	84.9	3	97	95-100	95	100
2.36	Nº 8	268.5	353.4	14	86	80-100	80	100
1.18	Nº 16	425.7	779.1	31	69	50-85	50	85
0.6	Nº 30	607.9	1387.0	56	44	25-60	25	60
0.3	Nº 50	585.5	1972.5	79	21	10-30	10	30
0.15	Nº 100	339.7	2312.2	93	7	2-10	2	10
	Bandeja	185.4	2497.6	100	0			
		2497.6						

$$M_p = \frac{\sum P_{R_n} (\text{excepto la bandeja})}{100\%} = 2.76$$

Tamaño Máximo= 3/8"



Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 35: Análisis Granulométrico hormigones Moreno de Penipe (E4)

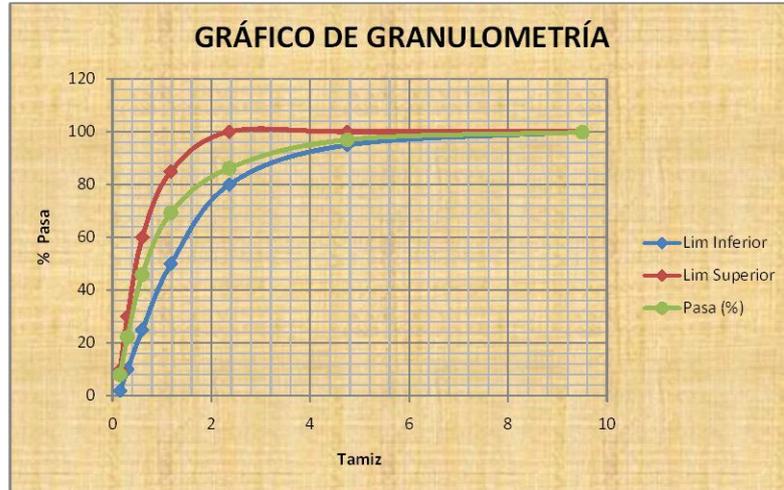
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"			
UBICACIÓN: PENIPE - CHIMBORAZO	MINA: HORM. MORENO	MATERIAL: ARENA	NORMAS: INEN 696 Análisis Granulométrico: Á. F

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO N°04

mm	Tamices	Masa retenida		Porcentajes acumulados		LIMITES	Límite Inferior	Límite Superior
		Parcial (gr)	Acumulada (gr)	% Retenido	% Pasa			
		PROMEDIO						
9.5	3/8"	4.4	4.4	0	100	100	100	100
4.75	Nº 4	70.5	74.9	3	97	95-100	95	100
2.36	Nº 8	269.3	344.2	14	86	80-100	80	100
1.18	Nº 16	420.8	765.0	31	69	50-85	50	85
0.6	Nº 30	585.5	1350.5	54	46	25-60	25	60
0.3	Nº 50	592.4	1942.9	78	22	10-30	10	30
0.15	Nº 100	352.6	2295.5	92	8	2-10	2	10
	Bandeja	203.3	2498.8	100	0			
		2498.8						

$$M_p = \frac{\sum P_{R_n} (\text{excepto la bandeja})}{100\%} = 2.71$$

Tamaño Máximo= 3/8"



Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 36: Análisis Granulométrico hormigones Moreno de Penipe (E5)

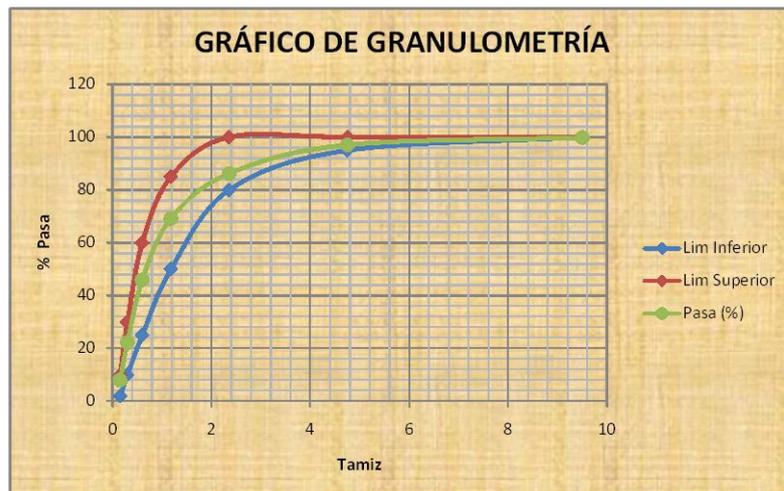
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN			
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"			
UBICACIÓN:	MINA:	MATERIAL:	NORMAS:
PENIPE - CHIMBORAZO	HORM. MORENO	ARENA	INEN 696 Análisis Granulométrico: Á. F

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO N°05

mm	Tamices	Masa retenida		Porcentajes acumulados		LIMITES	Límite Inferior	Límite Superior
		Parcial (gr)	Acumulada (gr)	% Retenido	% Pasa			
9.5	3/8"	4.1	4.1	0	100	100	100	100
4.75	Nº 4	68.8	72.9	3	97	95-100	95	100
2.36	Nº 8	271.3	344.2	14	86	80-100	80	100
1.18	Nº 16	425.8	770.0	31	69	50-85	50	85
0.6	Nº 30	580.8	1350.8	54	46	25-60	25	60
0.3	Nº 50	591.9	1942.7	78	22	10-30	10	30
0.15	Nº 100	355.9	2298.6	92	8	2-10	2	10
	Bandeja	200.7	2499.3	100	0			
		2499.3						

$$N_F = \frac{\sum \% R_n (\text{excepto la bandeja})}{100 \%} = 2.71$$

Tamaño Máximo= 3/8"



Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Desviación estándar

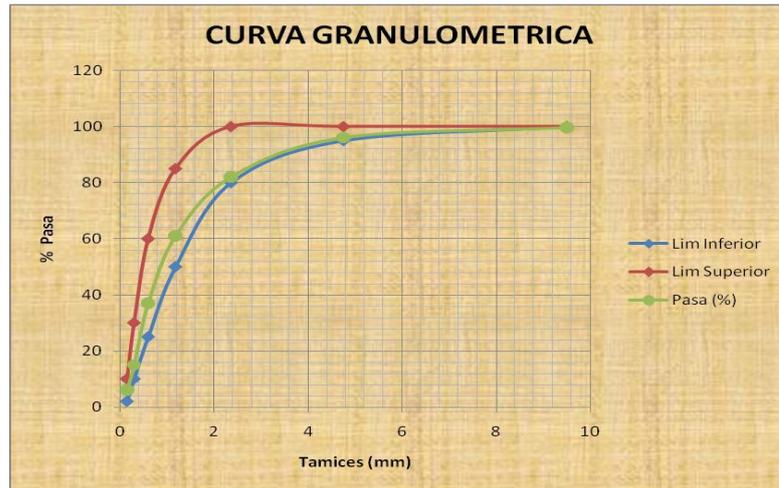
Tabla 37: Análisis granulométrico de arena (hormigones Moreno)

DATOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS								
DESCRIPCION	ENSAYOS							
Límite Inferior	100	95	80	50	25	10	2	
Límite Superior	100	100	100	85	60	30	10	
NUMERO DE ENSAYOS N°	TAMICES							BANDEJA
	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 16	Nº 30	Nº 50	Nº 100	
1	100	97	88	71	49	27	8	0
2	100	96	83	62	38	17	6	0
3	100	97	86	69	44	21	7	0
4	100	97	86	69	46	22	8	0
5	100	97	86	69	46	22	8	0
$\sum_{i=1} (\% PASA_i)$	499	484	429	341	223	110	37	0
$\% PASA_{PROMEDIO} = \frac{\sum}{n}$	99.79	96.82	85.72	68.22	44.62	21.91	7.38	0.00
$(\% PASA - \% PASA_{PROMEDIO})$	0.11	0.60	1.93	3.24	4.31	5.22	0.13	0.00
	-0.11	-0.82	-3.08	-5.95	-6.83	-5.04	-1.58	0.00
	-0.07	-0.22	0.13	0.58	-0.15	-0.88	0.04	0.00
	0.03	0.18	0.51	1.16	1.34	0.34	0.76	0.00
	0.04	0.26	0.51	0.97	1.33	0.36	0.65	0.00

$(\% PASA - \% PASA_{PROMEDIO})^2$	0.01	0.35	3.74	10.47	18.57	27.24	0.02	0.00
	0.01	0.68	9.48	35.35	46.63	25.43	2.50	0.00
	0.01	0.05	0.02	0.34	0.02	0.78	0.00	0.00
	0.00	0.03	0.26	1.35	1.78	0.12	0.57	0.00
	0.00	0.07	0.26	0.94	1.78	0.13	0.42	0.00
$\sum_{i=1}^n (\% PASA - \% PASA_{PROMEDIO})^2$	0.03	1.18	13.75	48.44	68.79	53.70	3.52	0.00
Desviación Estandar								
$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\% PASA - \% PASA_{PROMEDIO})^2}{n-1}}$	0.09	0.54	1.85	3.48	4.15	3.66	0.94	0.00
Factor de Mayoración (k)	$\delta =$ desviación estandar			$k = -1E-05n^3 + 0,001n^2 - 0,052n + 1,68$				
	n= número de ensayos			n		k		
	$k =$ factor de mayoración			5 ensayos		1,44375		
$\% PASA_{CARACT} = \% PASA_{PROMED} - 1,34 * K * \delta$	99.62	95.77	82.13	61.49	36.59	14.82	5.57	0.00
PORCENTAJE QUE PASA CARACTERISTICO	99.62	96.00	82.00	61.00	37.00	15.00	6.00	0.00

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 38: Curva granulométrica de arena (hormigones Moreno)



Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 32: Análisis Granulométrico Cerro Negro (E1)

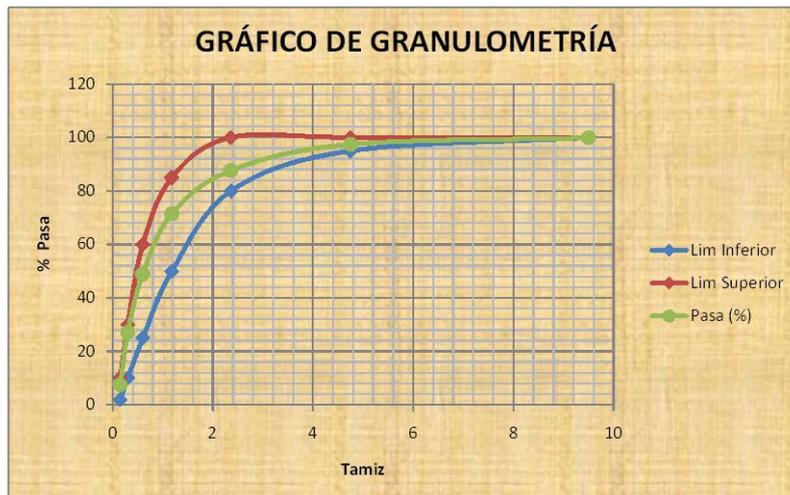
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:			
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"			
UBICACIÓN:	MINA:	MATERIAL:	NORMAS: INEN 696
RIOBAMBA - CHIMBORAZO	CERRO NEGRO	MACADÁN	Análisis Granulométrico: Á. F

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO N°01

mm	Tamices	Masa retenida		Porcentajes acumulados		LIMITES	Límite Inferior	Límite Superior
		Parcial (gr)	Acumulada (gr)	% Retenido	% Pasa			
9.5	3/8"	9.8	9.8	0	100	100	100	100
4.75	Nº 4	210.6	220.4	9	91	95-100	95	100
2.36	Nº 8	299.6	520	21	79	80-100	80	100
1.18	Nº 16	440.7	960.7	38	62	50-85	50	85
0.6	Nº 30	482.4	1443.1	58	42	25-60	25	60
0.3	Nº 50	450.6	1893.7	76	24	10_30	10	30
0.15	Nº 100	358.5	2252.2	90	10	2_10	2	10
	Bandeja	246.1	2498.3	100	0			
		2498.3						

$$N_f = \frac{\sum \%R_n \text{ (excepto la bandeja)}}{100 \%} = 2.92$$

Tamaño Máximo= 3/8"



Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 33: Análisis Granulométrico Cerro Negro (E2)

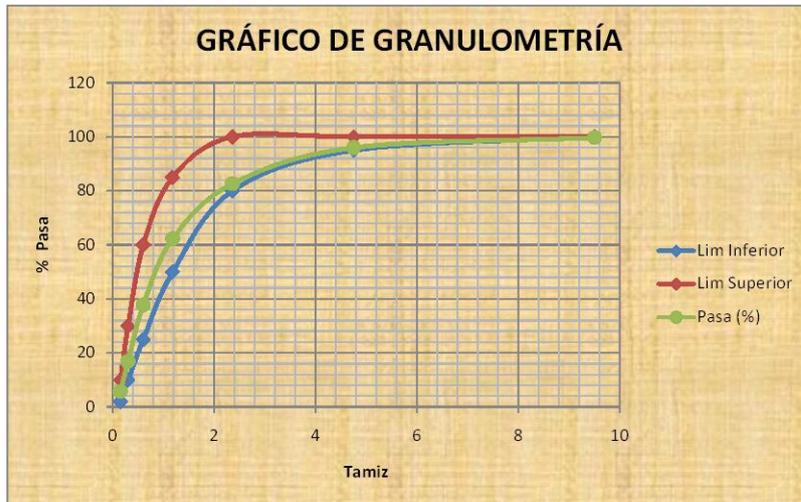
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"			
UBICACIÓN: RIOBAMBA - CHIMBORAZO	MINA: CERRO NEGRO	MATERIAL: MACADÁN	NORMAS: INEN 696 Análisis Granulométrico: Á. F

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO N°02

mm	Tamices	Masa retenida		Porcentajes acumulados		LIMITES	Límite Inferior	Límite Superior
		Parcial (gr)	Acumulada (gr)	% Retenido	% Pasa			
		PROMEDIO						
9.5	3/8"	16.6	16.6	1	99	100	100	100
4.75	Nº 4	209.8	226.4	9	91	95-100	95	100
2.36	Nº 8	269.1	495.5	20	80	80-100	80	100
1.18	Nº 16	450.4	945.9	38	62	50-85	50	85
0.6	Nº 30	482.8	1428.7	57	43	25-60	25	60
0.3	Nº 50	479.6	1908.3	76	24	10_30	10	30
0.15	Nº 100	352.6	2260.9	91	9	2_10	2	10
	Bandeja	237.2	2498.1	100	0			
		2498.1						

$$M_p = \frac{\sum \%R_n \text{ (excepto la bandeja)}}{100\%} = 2.92$$

Tamaño Máximo= 3/8"



Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 34: Análisis Granulométrico Cerro Negro (E3)

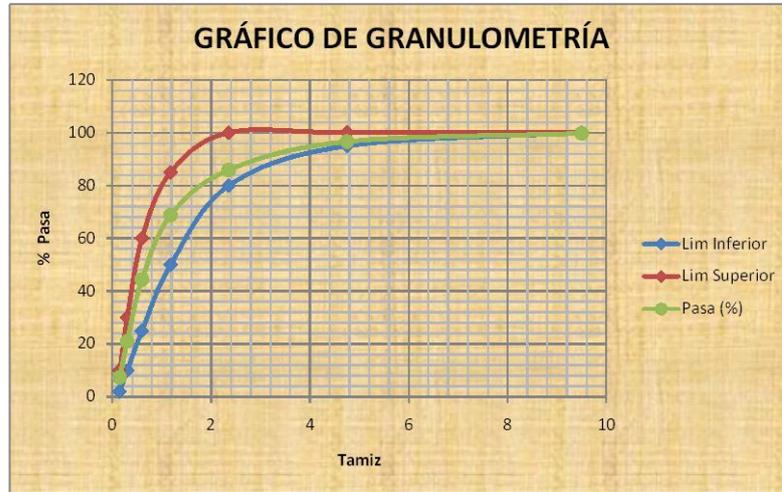
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"			
UBICACIÓN: RIOBAMBA - CHIMBORAZO	MINA: CERRO NEGRO	MATERIAL: MACADÁN	NORMAS: INEN 696 Análisis Granulométrico: Á. F

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO N°03

mm	Tamices	Masa retenida		Porcentajes acumulados		LIMITES	Límite Inferior	Límite Superior
		Parcial (gr)	Acumulada (gr)	% Retenido	% Pasa			
		PROMEDIO						
9.5	3/8"	10.4	10.4	0	100	100	100	100
4.75	Nº 4	216.6	227.0	9	91	95-100	95	100
2.36	Nº 8	292.4	519.4	21	79	80-100	80	100
1.18	Nº 16	434.4	953.8	38	62	50-85	50	85
0.6	Nº 30	500.4	1454.2	58	42	25-60	25	60
0.3	Nº 50	449.1	1903.3	76	24	10_30	10	30
0.15	Nº 100	353.9	2257.2	90	10	2_10	2	10
	Bandeja	241.4	2498.6	100	0			
		2498.6						

$$M_p = \frac{\sum PSE_a (\text{excepto la bandeja})}{100\%} = 2.93$$

Tamaño Máximo= 3/8"



Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 35: Análisis Granulométrico Cerro Negro (E4)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:			
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"			
UBICACIÓN:	MINA:	MATERIAL:	NORMAS:
RIOBAMBA - CHIMBORAZO	CERRO NEGRO	MACADÁN	INEN 696 Análisis Granulométrico: Á. F

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO N°04

mm	Tamices	Masa retenida		Porcentajes acumulados		LIMITES	Límite Inferior	Límite Superior
		Parcial (gr)	Acumulada (gr)	% Retenido	% Pasa			
9.5	3/8"	8.3	8.3	0	100	100	100	100
4.75	Nº 4	222.4	230.7	9	91	95-100	95	100
2.36	Nº 8	291.2	521.9	21	79	80-100	80	100
1.18	Nº 16	432.7	954.6	38	62	50-85	50	85
0.6	Nº 30	483.2	1437.8	58	42	25-60	25	60
0.3	Nº 50	461.0	1898.8	76	24	10-30	10	30
0.15	Nº 100	364.8	2263.6	91	9	2-10	2	10
	Bandeja	235.3	2498.9	100	0			
		2498.9						

$$M_p = \frac{\sum PSE_a (\text{excepto la bandeja})}{100\%} = 2.93$$

Tamaño Máximo= 3/8"

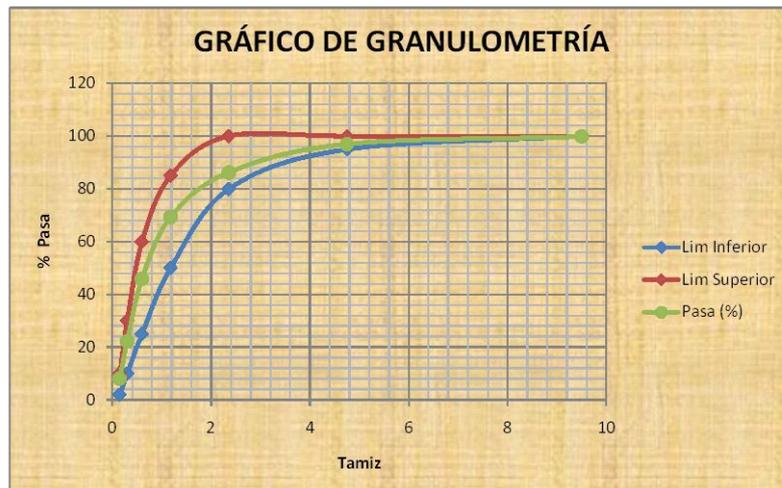


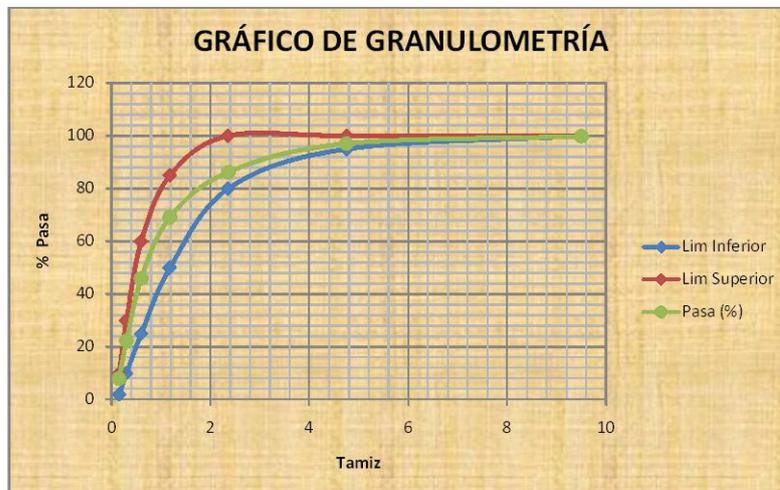
Tabla 36: Análisis Granulométrico Cerro Negro (E5)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"			
UBICACIÓN: RIOBAMBA - CHIMBORAZO	MINA: CERRO NEGRO	MATERIAL: MACADÁN	NORMAS: INEN 696 Análisis Granulométrico: Á. F

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO N°05								
mm	Tamices	Masa retenida		Porcentajes acumulados		LIMITES	Límite Inferior	Límite Superior
		Parcial (gr)	Acumulada (gr)	% Retenido	% Pasa			
		PROMEDIO						
9.5	3/8"	13.0	13.0	1	99	100	100	100
4.75	Nº 4	206.4	219.4	9	91	95-100	95	100
2.36	Nº 8	284.0	503.4	20	80	80-100	80	100
1.18	Nº 16	445.6	949.0	38	62	50-85	50	85
0.6	Nº 30	486.1	1435.1	57	43	25-60	25	60
0.3	Nº 50	480.4	1915.5	77	23	10_30	10	30
0.15	Nº 100	358.7	2274.2	91	9	2_10	2	10
	Bandeja	225.4	2499.6	100	0			
			2499.6					

$$N_{\%} = \frac{\sum \% R_n (\text{excepto la bandeja})}{100 \%} = 2.92$$

Tamaño Máximo= 3/8"



Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Desviación estándar

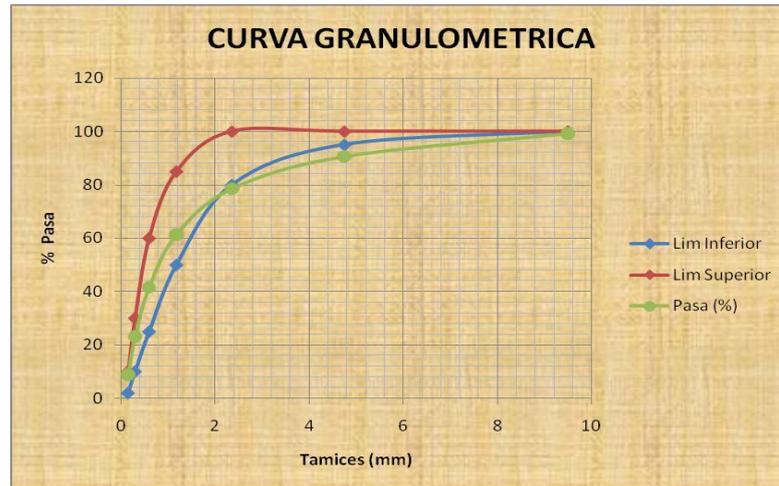
Tabla 37: Análisis granulométrico de macadán (Cerro Negro)

DATOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS								
DESCRIPCION	ENSAYOS							
Límite Inferior	100	95	80	50	25	10	2	
Límite Superior	100	100	100	85	60	30	10	
NUMERO DE ENSAYOS N°	TAMICES							BANDEJA
	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 16	Nº 30	Nº 50	Nº 100	
1	100	91	79	62	42	24	10	0
2	99	91	80	62	43	24	9	0
3	100	91	79	62	42	24	10	0
4	100	91	79	62	42	24	9	0
5	99	91	80	62	43	23	9	0
$\sum_{i=1} (\% PASA)$	498	455	398	309	212	119	47	0
$\% PASA_{PROMEDIO} = \frac{\sum}{n}$	99.53	91.00	79.51	61.87	42.38	23.80	9.49	0.00
$(\% PASA - \% PASA_{PROMEDIO})$	0.07	0.17	-0.32	-0.32	-0.14	0.40	0.36	0.00
	-0.20	-0.07	0.66	0.27	0.43	-0.19	0.01	0.00
	0.05	-0.09	-0.30	-0.04	-0.58	0.02	0.17	0.00
	0.13	-0.24	-0.39	-0.07	0.08	0.21	-0.07	0.00
	-0.06	0.22	0.35	0.17	0.21	-0.44	-0.47	0.00

$(\% PASA - \% PASA_{PROMEDIO})^2$	0.01	0.03	0.10	0.10	0.02	0.16	0.13	0.00
	0.04	0.00	0.43	0.07	0.18	0.04	0.00	0.00
	0.00	0.01	0.09	0.00	0.34	0.00	0.03	0.00
	0.02	0.06	0.15	0.00	0.01	0.04	0.01	0.00
	0.00	0.05	0.12	0.03	0.04	0.19	0.22	0.00
$\sum_{i=1}^n (\% PASA - \% PASA_{PROMEDIO})^2$	0.07	0.15	0.90	0.21	0.59	0.43	0.39	0.00
Desviación Estandar								
$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\% PASA - \% PASA_{PROMEDIO})^2}{n-1}}$	0.13	0.19	0.47	0.23	0.38	0.33	0.31	0.00
Factor de Mayoración (k)	δ= desviación estandar			$k = -1E-05n^3 + 0,001n^2 - 0,052n + 1,68$				
	n= número de ensayos			n	k			
	k= factor de mayoración			5 ensayos	1,44375			
$\% PASA_{CARACT} = \% PASA_{PROMED} - 1,34 * K * \delta$	99.28	90.63	78.59	61.43	41.64	23.17	8.89	0.00
PORCENTAJE QUE PASA CARACTERISTICO	99.28	90.63	78.59	61.43	41.64	23.17	8.89	0.00

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 38: Curva granulométrico de macadán (Cerro Negro)



Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

5.1.3.8. Determinación de los materiales más finos que el tamiz N° 200 mm

Este procedimiento está determinado de acuerdo a las normas ASTM C 29 y la norma INEN 697, permite determinar en los áridos el porcentaje de material que atraviesa el tamiz No. 200.

Equipo e instrumental

- ✓ Balanza electrónica digital aproximadamente 0.1 g.
- ✓ Tamices No. 16 y No. 200.
- ✓ Recipientes (tazón tipo bowl).
- ✓ Horno.
- ✓ Agua.
- ✓ Áridos.

Gráfico de los equipos e instrumentales



Ilustración 28: Instrumental del ensayo

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Procedimiento del ensayo

- a) Tomar una muestra representativa del árido a ensayar (500 g.), siguiendo los procedimientos de muestreo.
- b) Secar la muestra en el horno hasta masa constante a una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$, enfriarla a temperatura ambiente y luego, determinar y registrar su masa con la precisión del 0,10.
- c) Transferir la muestra al recipiente y añadir agua en cantidad suficiente hasta cubrirla. Agitar enérgicamente el recipiente en forma de asegurar la separación completa de las partículas finas de las gruesas, y de modo que se forme una suspensión del material fino.
- d) Verter de inmediato el agua de lavado que contiene el material disuelto y suspendido sobre el juego de tamices, dispuesto con el tamiz de mayor abertura en la parte superior. Evitar en lo posible que en la decantación, el agua arrastre a las partículas más gruesas de la muestra.
- e) Repetir la operación indicada en b y c, tantas veces como sea necesario, hasta cuando el agua de lavado esté clara.
- f) Transferir el material retenido en el juego de tamices al recipiente que contiene la muestra lavada, secarla en el horno hasta masa constante a una

temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$, enfriarla a temperatura ambiente y determinar y registrar la masa con la precisión del 0,1%.

- g) El porcentaje de material más fino que el tamiz No 200 por lavado, aproximado al 0,1%, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P = \frac{A - B}{A} \times 100$$

Donde:

P = Porcentaje de material más fino que el tamiz No 200, por lavado

A = Masa inicial seca de la muestra, determinada según paso a en b.

B = Masa seca de la muestra, después del lavado, determinada según paso f, en g.

Tabla 38: Material más fino que el tamiz N° 200 A. Fino hormigones moreno de Penipe

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:						
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"						
NORMAS:	INEN 697	Material más fino que el tamiz de 75 m (N°200) en agregados minerales por lavado con agua.				
UBICACIÓN:	CHIMBORAZO - PENIPE	MINA:	HOR. MORENO	MATERIAL:	ARENA	
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO						
Descripción:	Unidad:	E1	E2	E3	E4	E5
Masa original seca de la muestra.	g	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
Masa seca de la muestra después del lavado	g	488.50	487.50	488.30	486.30	487.70
% de Material + Fino que el tamiz N°200	%	2.30	2.50	2.34	2.74	2.46

$\sum_{i=1}^n (\% \text{ PASA })$	12.34			
$\% \text{ PASA}_{\text{PROMEDIO}} = \frac{\sum}{n}$	2.47			
E1	E2	E3	E4	E5
($\% \text{ PASA} - \% \text{ PASA}_{\text{PROMEDIO}}$)				
-0.17	0.03	-0.13	0.27	-0.01
($\% \text{ PASA} - \% \text{ PASA}_{\text{PROMEDIO}}$) ²				
0.03	0.00	0.02	0.07	0.00
$\sum_{i=1}^n (\% \text{ PASA} - \% \text{ PASA}_{\text{PROMEDIO}})^2$	0.12			
$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\% \text{ PASA} - \% \text{ PASA}_{\text{PROMEDIO}})^2}{n - 1}}$	0.17			

Factor de Mayoración (k)	
δ = desviación estandar	$k = -1E-05n^3 + 0,001n^2 - 0,052n + 1,68$
n= número de ensayos	n k
k= factor de mayoración	5 ensayos 1,44375
$\% PASA_{CARACT} = \% PASA_{PROMED} - 1,34 * K * \delta$ 2.13	
% de Material + Fino que el tamiz N°200 2.13 %	

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 39: Material más fino que el tamiz N° 200 A. Fino Cerro Negro

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:						
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"						
NORMAS:	INEN 697	Material más fino que el tamiz de 75 m (N°200) en agregados minerales por lavado con agua.				
UBICACIÓN:	CHIMBORAZO - RIOBAMBA	MINA:	CERRO NEGRO	MATERIAL:	MACADÁN	
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO						
Descripción:	Unidad:	E1	E2	E3	E4	E5
Masa original seca de la muestra.	g	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
Masa seca de la muestra después del lavado	g	409.00	408.00	410.30	407.10	408.50
% de Material + Fino que el tamiz N°200	%	18.20	18.40	17.94	18.58	18.30

$\sum_{i=1}^n (\% PASA_i)$	91.42			
$\% PASA_{PROMEDIO} = \frac{\sum}{n}$	18.28			
E1	E2	E3	E4	E5
$(\% PASA - \% PASA_{PROMEDIO})$				
-0.08	0.12	-0.34	0.30	0.02
$(\% PASA - \% PASA_{PROMEDIO})^2$				
0.01	0.01	0.12	0.09	0.00
$\sum_{i=1}^n (\% PASA - \% PASA_{PROMEDIO})^2$	0.23			
$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\% PASA - \% PASA_{PROMEDIO})^2}{n-1}}$	0.24			

Factor de Mayoración (k)	
δ = desviación estandar	$k = -1E-05n^3 + 0,001n^2 - 0,052n + 1,68$
n= número de ensayos	n k
k= factor de mayoración	5 ensayos 1,44375
$\% PASA_{CARACT} = \% PASA_{PROMED} - 1,34 * K * \delta$ 17.82	
% de Material + Fino que el tamiz N°200 17.82 %	

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

5.1.3.9.Densidad óptima de agregados

Este procedimiento esta determinado de acuerdo a las norma ASTM C 29, permite determinar la densidad óptima de una mezcla de agregados es decir encontrar en porcentaje las cantidades de los materiales a ser empleados en el diseño de hormigón.

Equipo e instrumental

- ✓ Áridos finos y gruesos.
- ✓ Balanzas electrónicas digitales de diferente capacidad.
- ✓ Recipiente cilíndrico metálico.
- ✓ Varilla lisa de Compactación.
- ✓ Carretilla.
- ✓ Palas.
- ✓ Bandeja metálica de mezclado.
- ✓ Cuarteador universal.

Gráfico de los equipos e instrumentales



Ilustración 29: Instrumental del ensayo de la densidad óptima

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Procedimiento del ensayo

- 1) Procedimiento de laboratorio

- a) Pesar una masa inicial de agregado grueso; 3500 g (la masa asumida se mantendrá constante hasta finalizar el ensayo); esto representará la primera mezcla compactada expresada en porcentaje 100% grueso 0% fino.
- Depositar la masa de agregado en una bandeja metálica grande y mezclarlo varias veces hasta obtener una masa homogénea y sin segregación. Esta masa nos servirá para proceder a realizar la compactación tal como se describe a continuación.
 - Dividir imaginariamente al recipiente cilíndrico metálico en tres tercios.
 - Tomar cierta porción de la mezcla y colocarla en el recipiente cilíndrico metálico hasta completar el primer tercio.
 - Proceder a compactar utilizando la varilla lisa (golpear 25 veces por cada tercio), que sean distribuidos en toda la superficie de la mezcla.
 - Llenar el recipiente cilíndrico con otra porción de la mezcla hasta completar el segundo tercio y nuevamente compactarla con 25 golpes.
 - Finalmente llenar el recipiente en su totalidad, esto es los tres tercios (recipiente completo) y compactar con 25 golpes.
 - No olvidar que se debe evitar la pérdida de agregados durante este procedimiento.
 - Enrasar el recipiente que contiene la mezcla utilizando la varilla de compactación, tratando de que los agregados no sobresalgan del borde del recipiente y que éstos ocupen la mayor cantidad de vacíos.
 - Registrar el peso del recipiente cilíndrico más la primera mezcla compactada, en el cuadro de tabulación. (Masa recipiente más mezcla).
 - Devolver en su totalidad la mezcla del recipiente cilíndrico, a la bandeja metálica de mezclado.
- b) La masa contenida en el recipiente del mezclado (a pesar de ser la misma inicial) ahora ya no representa el 100% del grueso sino el 90%. Por lo tanto, la mezcla en porcentaje a obtener corresponde a 90% grueso-10% fino.

- Calcular por medio de una regla de tres simple la masa correspondiente al 10% de fino. Así por ejemplo, si la masa inicial de agregado grueso asumida es 35000 g, entonces:

$$\begin{array}{r} \text{➤ } 90\% \quad \text{-----} \quad 35000 \text{ g} \\ \text{➤ } 10\% \quad \text{-----} \quad x = ? \end{array}$$

- Pesar el valor obtenido del cálculo del peso anterior y depositar en la bandeja del mezclado; obteniendo así la segunda mezcla, esto es 90% grueso 10% fino.
 - Mezclar los agregados hasta observar una composición homogénea y sin segregación.
 - Repetir el procedimiento de compactación, con esta nueva mezcla; esto es, llenar y compactar en tres capas con 25 golpes cada tercio.
 - Enrasar el recipiente con las precauciones indicadas anteriormente.
 - Pesar y registrar la masa de esta segunda mezcla de agregados más la masa del recipiente cilíndrico. (Masa recipiente más mezcla).
 - Devolver esta mezcla a la bandeja de mezclado en su totalidad evitando la pérdida de mezcla.
- c) Al devolver la mezcla contenida en el recipiente cilíndrico a la bandeja de mezclado el porcentaje de agregado grueso vuelve a variar (recordad que aún conserva su misma masa); esto es, ya no representa el 90% sino el 80%. El porcentaje de mezcla compactada a calcular es el 80% grueso 20% fino.
- Calcular el 20% de agregado fino utilizando nuevamente una regla de tres simple. Así por ejemplo, tomando los datos del ejemplo del ítem “b”, entonces tendremos:

$$\begin{array}{r} 80\% \text{-----} 35000 \text{ g} \\ 20\% \text{-----} x = ? \end{array}$$

- Recordar que en la bandeja de mezclado existe ya una cierta cantidad de agregado fino. Por lo tanto, se debe restar el valor calculado en el ítem “c” menos el valor calculado en el ítem “b”, para así obtener la cantidad de agregado fino a añadir.
- Añadir la mezcla representa 80% grueso 20% fino. Mezclar hasta obtener masa homogénea y libre de segregaciones.

- Compactar la mezcla con 25 golpes cada tercio.
 - Enrasar el recipiente cilíndrico.
 - Registrar la masa del recipiente cilíndrico más la mezcla.
 - Depositar el contenido del recipiente cilíndrico en la bandeja de mezclado.
- d) Calcular, añadir, compactar, enrasar y registrar el peso de la mezcla para los porcentajes siguientes:

70% grueso 30% fino;

60% grueso 40% fino;

50% grueso 50% fino.

- Repetir el procedimiento descrito en el ítem “c” para todos los demás porcentajes requeridos. Recordar que solo se añadirá la cantidad de agregado fino resultado de la diferencia de la cantidad de agregado existe en la bandeja menos la cantidad de agregado fino calculada para su respectivo porcentaje.
- e) Determinar la masa del recipiente cilíndrico metálico.
- f) Llenar con agua el recipiente cilíndrico metálico hasta su completo aforo.
- g) Determinar y registrar el peso del recipiente más agua.
- h) Calcular el volumen del recipiente (Masa del recipiente + agua menos Masa del recipiente).

2) Procedimiento de gabinete.

- i) Calcular la masa de la mezcla (Masa recipiente + mezcla menos Masa Recipiente).
- j) Calcular la densidad aparente compactada de la mezcla. (Masa mezcla dividida para volumen recipiente).

Tabla 40: Densidad óptima de una mezcla de agregados

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"	
NORMAS:	ASTM C29 Diseño óptimo de una mezcla de agregados
UBICACIÓN: PENIPE - CERRO NEGRO	MINAS: H. MORENO-C. NE MATERIAL: MACADÁN Y ARENA

DATOS DEL ENSAYO							
MASA RECIPIENTE:		7150	gr	VOLUMEN RECIPIENTE:		13883	cm3
RESULTADOS DEL ENSAYO							
MEZCLA (%)		MASA (g)		A. FINO A AÑADIR	MASA REC+MEZCLA	MASA MEZCLA	DENSIDAD APARENTE
A. GRUESO	A. FINO	A. GRUESO	A. FINO	(g)	(g)	(g)	(g/cm3)
100	0	35000	-	-	37600	30450	2.19
90	10	35000	3888.9	3888.9	37550	30400	2.19
80	20	35000	8750	4861.1	37900	30750	2.21
70	30	35000	15000	6250.0	37750	30600	2.20
60	40	35000	23300.3	8300.3	37700	30550	2.20
50	50	35000	35000	11699.7	37350	30200	2.18

DENSIDAD MÁXIMA	2.21
DENSIDAD OPTIMA	2.21
% A. GRUESO (Macadán)	70
% A. FINO (Arena)	30

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

5.1.3.10. Colorimetría

Este procedimiento esta determinado de acuerdo a la norma INEN 855, es un análisis químico basado en la intensidad de color de las disoluciones. Permitiendo determinar el contenido de impurezas orgánicas en los agregados: macadán (Cerro Negro) y arena (Penipe).

Tabla de colores corresponde a una que contiene cinco intensidades que van desde un ligero color amarillo hasta una coloración oscura (negro).

amarillo claro	amarillo oscuro	marrón ligero	marrón oscuro	negro
COLOR GARDEN No. 5	COLOR GARDEN No. 8	COLOR GARDEN No. 11	COLOR GARDEN No. 14	COLOR GARDEN No. 16

Ilustración 30: Serie de colores gardner estándar

Fuente: Norma Inen 855

Equipo e instrumental

- ✓ Agregados Macadán Cerro Negro y Arena de Penipe.
- ✓ Frascos de Colorimetría.

- ✓ Reactivo Na OH (Hidróxido de Sodio).
- ✓ Frascos de diferente aforo.
- ✓ Pipetas.
- ✓ Agua destilada.
- ✓ Tamiz No. 4.
- ✓ Embudo.
- ✓ Balanza electrónica digital.

Gráfico de los equipos e instrumentales



Ilustración 31: Instrumental de ensayo para colorimetría

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Procedimiento del ensayo

- a) Encender, calibrar y encerrar la balanza electrónica digital de aproximación 0.10 g.
- b) Pesar 970 g de agua destilada y depositarla en un frasco adecuado para preparar el reactivo.
- c) Pesar 30 g de Sosa Cáustica (NaOH), e introducirlo en el frasco que contiene al agua destilada.
- d) Una vez mezclada el agua destilada con el reactivo, esperar hasta que éste se disuelva completamente (aproximadamente 5 minutos).
- e) Depositar en el frasco colorimétrico una cierta cantidad de agregado fino (130-200 ml).
- f) Inmediatamente llenar el frasco con reactivo hasta la marca de los 300 ml.
- g) Limpiar la parte superior del frasco con un paño, para evitar posteriores daños al mismo.

- h) Agitar el frasco hasta eliminar el contenido de aire y dejarlo reposar.
- i) Registrar la coloración producida luego de transcurrida 1 hora.
- j) Dejar reposar el frasco durante un período de 24 horas, hasta observar la coloración de éste.

Tabla 41: Colorimetría: Cerro Negro y Penipe.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:		
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"		
NORMAS:	INEN 855	Colorimetría
UBICACIÓN:	CHIMBORAZO - RIOBAMBA	MINAS: VARIAS MATERIAL: ARENA Y MACADÁN

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO					
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		RESULTADOS A 1 HORA		RESULTADOS A 24 HORAS	
		COLOR	SERIE GARDNER N°	COLOR	SERIE GARDNER N°
Arena	Hor. Moreno	Amarillo Claro	5	Amarillo Claro	5
Macadán	Cerro Negro	Amarillo Claro	5	Amarillo Claro	5

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 42: Dosificación A del bloque hueco de hormigón de 6 MPa.

MATERIALES UTILIZADOS:						
Agregado Grueso= Macadán (Cerro Negro) Agregado Fino= Arena de Río (Homigones Moreno de Penipe) Cemento= Chimborazo Agua= Potable						
MÉTODO DE DISEÑO DE MEZCLAS BASADO EN LA DENSIDAD MÁXIMA DE LOS AGREGADOS DOSIFICACIÓN PARA REALIZAR HORMIGÓN $\Gamma_c = 60 \text{ Kg/cm}^2$						
Ingrese los Datos:						
Material	D _{ss} (g/cm ³)	% Absorción	% Humedad	δ_s	Relación A/C	
A. Grueso	2.20	3.23	0.70	1.82	0.69	
A. Fino	2.40	1.73	0.80	1.43		
Mezcla Óptima			Cemento			
Mezcla	2.20	δ Cemento		2.99	g/cm ³	
Fino	30	Densidad Suelta del Cemento		1.09	g/cm ³	
Grueso	70	Densidad del Concreto		2.20	g/cm ³	
Bloques						
Peso x bloque	16.85	kg	# de Bloques	60		
a) Anillo Grueso	$AG = 16.85 \text{ Kg} \times \# \text{ Bloques}$				1011.00	Kg
b) Cantidad de Anillo Fino	$AF = \frac{\text{Peso}AGx (\% \text{ Mez}A .Gx \text{ pss}AG)}{\% \text{ Mez}laAG}$				433.29	Kg
c) Densidad sss de la Mezcla	Densidad sss(mezcla) = (% Mezcla AF * δ sss A.F) + (% mezcla AG * δ sss A.G)				2.26	g/cm ³
d) Porcentaje de Vacíos	$\% \text{ Vacios} = \left[1 - \frac{\rho_{\text{comp}}(\text{mezcla})}{D_{\text{ss}}(\text{mezcla})} \right] \times 100$				25.00	%
e) Volumen Aparente Compactado de la Mezcla	$V_{\text{ap}}(\text{mezcla}) = \frac{\text{Peso}AF + \text{Peso}AG}{\delta_{\text{apcom}}(\text{mezcla})}$				656.50	cm ³
f) Volumen de la Pasta	$\text{Vol past} = \frac{\text{Vol. ap}(\text{mezcla}) \times \% \text{ Vacios}}{100 \%}$				164.13	cm ³
g) Determinación de la Relación Agua/Cemento	$A/C =$				0.69	
h) Densidad de la Pasta	$D_p = \frac{1 + \frac{A}{C}}{\frac{1}{\delta_{\text{cement}}} + \frac{A}{C}}$				1.65	g/cm ³
i) Peso de la Pasta	$P_p = \text{Vol Pasta} \times D_{\text{pasta}}$				270.81	kg
j) Cantidad de Agua	$\text{Agua} = \frac{\text{Pesopast}x A/C}{1 + A/C}$				110.57	kg o lt

K) Cantidad de Cemento				160.24	kg
$\text{Cant Cemento} = \frac{Ppx1}{1 + A/C}$					
l) Dosificación Inicial					
	A	C	A.F	A.G	
	110.57	160.24	433.29	1011.00	
m) Corrección por Humedad					
Corr A.F =	$\frac{PA.F(100 + \% HumedadAF)}{(100 + \% AbsA.F)}$	429.32	SECO	AGUA	429.32
			AGREGAR AGUA	3.96	
Corr A.G =	$\frac{PA.G(100 + \% HumedadA.G)}{(100 + \% AbsA.G)}$	986.22	SECO	AGUA	986.22
			AGREGAR AGUA	24.78	
$Aguafinal = AguaDosifInicial \pm AguaCorrA.F \pm AguaCorrA.G$				139.31	
n) Dosificación Final (Al Peso)					
	A	C	A.F	A.G	
	139.31	160.24	429.32	986.22	
o) Dosificación por Unidad de Cemento					
	A	C	A.F	A.G	
	0.87	1.00	2.68	6.15	
Cantidad de Cemento	205.61	kg	4.11	Sacos	
DOSIFICACIONES					
p) Dosificación al Peso					
	A	C	A.F	A.G	
	0.87	1.00	2.68	6.15	
q) Cantidad de Cemento para preparar 1 m ³ de Hormigón					
$\text{CantCem}(1^3 m) = \frac{\delta_{HOR} (kg / m^3)}{\sum (Dosif.Inicial)}$					
	A	C	A.F	A.G	
	178.88	205.61	551.03	1264.50	
r) Peso por Cada/Saco cemento de 50 kg					
$\text{Dosifi} / m^3 = \frac{\text{Agregados}}{\text{Peso.C / Saco}}$					
Dividir la Dosificación/m ³ por cada saco.					
	A	C	A.F	A.G	
	43.52	50.00	134.07	307.66	

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

5.1.4. Método ensayo de la resistencia a la compresión en bloques huecos de hormigón.

Este procedimiento esta determinado de acuerdo a la norma INEN 639:2012, permite determinar la resistencia a la compresión en los bloques huecos de hormigón tipo A producidos.

Equipo e instrumental

- ✓ Máquina de Compresión (2000 KN).
- ✓ Flexómetro.
- ✓ Calibrador.

Especímenes para el ensayo:

- ✓ 5 Bloques hueco de hormigón tipo A para cada edad de ensayo.

Gráfico de los equipos e instrumentales



Ilustración 32: Ensayo a compresión de los bloques huecos de hormigón

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara



Ilustración 33: Datos ingresados en la máquina para el ensayo a compresión de los bloques huecos de hormigón.

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Procedimiento de la resistencia a compresión

- 1) Preparación de la muestra para el ensayo.
 - a) Condición de humedad de los especímenes, al momento de su ensayo, estos deben estar libres de humedad visible.
- 2) Procedimiento de ensayo.
 - b) Después de 7, 14, 21 y 28 días de la elaboración, se llevara al laboratorio, almacenar los especímenes para ensayos a compresión uno a continuación de otro y al aire (sin apilarlos y separados entre sí por al menos 13 mm por todos sus lados), a una temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ y a una humedad relativa inferior al 80% por al menos 48 h.
 - c) Continuar pasando el aire sobre los especímenes hasta que dos determinaciones sucesivas de masa, a intervalos de 2 horas, demuestren que la masa del espécimen no disminuye en más del 0,2% respecto a la masa del espécimen previamente determinada y hasta que no haya humedad visible en cualquier superficie de la unidad. No se debe utilizar el horno para secar los especímenes.

1) Determinación de la resistencia a la compresión para un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (Dosificación A)

Tabla 42: Determinación de la resistencia a la compresión de un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (7 días)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:					NORMA: INEN 640			
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"					Determinación de la Resistencia a la Compresión			
UBICACIÓN: CHIMBORAZO-RIOBAMBA			FÁBRICADO EN: HORMIBLOCK		FECHA DEL ENSAYO: 7 DÍAS (13/07/2012)			
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO								
Descripción	No	Dimensiones (mm)			Área BRUTA de ensayo (mm ²)	Máxima Carga Pmax (N)	Esfuerzo de compresión (MPa)	Forma de la muestra
		Altura H (mm)	Longitud L (mm)	Ancho W (mm)				
Bloque para pared de 40x20x15 cm	1	196	402	146	55470.6	95822.0	1.7	Bloque Hueco de Hormigón
	2	198	401	144		77585.0	1.4	
	3	198	402	144		82686.0	1.5	
	4	197	402	144		113805.0	2.1	
	5	196	402	144		93515.0	1.7	

$\sum_{i=1} (Re\ sis\ Comp) =$	8.35
$Re\ sis\ Comp_{PROMEDIO} = \frac{\sum}{n} =$	1.67
Esfuerzo de Compresión	1.67 MPa

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 43: Determinación de la resistencia a la compresión de un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (14 días)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"		NORMA: INEN 640 Determinación de la Resistencia a la Compresión
UBICACIÓN: CHIMBORAZO-RIOBAMBA	FÁBRICADO EN: HORMIBLOCK	FECHA DEL ENSAYO: 14 DÍAS (20/07/2012)

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	No	Dimensiones (mm)			Área BRUTA de ensayo	Máxima Carga Pmax	Esfuerzo de compresión (MPa)	Forma de la muestra
		Altura H (mm)	Longitud L (mm)	Ancho W (mm)				
Bloque para pared de 40x20x15 cm	1	198	404	146	55470.6	149221.0	2.7	Bloque Hueco de Hormigón
	2	195	403	146		108922.0	2.0	
	3	195	405	145		163122.0	2.9	
	4	195	403	145		140128.0	2.5	
	5	195	403	147		129594.0	2.3	

$\sum_{i=1} (Re\ sis\ Comp) =$	12.46
$Re\ sis\ Comp_{PROMEDIO} = \frac{\sum}{n} =$	2.49
Esfuerzo de Compresión	2.49 MPa

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 44: Determinación de la resistencia a la compresión de un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (21 días)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"		NORMA: INEN 640
UBICACIÓN: CHIMBORAZO-RIOBAMBA		FÁBRICADO EN: HORMIBLOCK
		FECHA DEL ENSAYO: 21 DÍAS (27/07/2012)

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	No	Dimensiones (mm)			Área BRUTA de ensayo	Máxima Carga Pmax	Esfuerzo de compresión (MPa)	Forma de la muestra
		Altura H (mm)	Longitud L (mm)	Ancho W (mm)				
Bloque para pared de 40x20x15 cm	1	194	402	146	55470.6	185550.0	3.3	Bloque Hueco de Hormigón
	2	195	401	144		170992.0	3.1	
	3	195	402	144		140079.0	2.5	
	4	195	402	144		174321.0	3.1	
	5	193	402	144		146657.0	2.6	

$\sum_{i=1} (Re\ sis\ Comp) = 14.74$
$Re\ sis\ Comp_{PROMEDIO} = \frac{\sum}{n} = 2.95$
Esfuerzo de Compresión 2.95 MPa

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 45: Determinación de la resistencia a la compresión de un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (28 días)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"		NORMA: INEN 640
UBICACIÓN: CHIMBORAZO-RIOBAMBA		FÁBRICADO EN: HORMIBLOCK
		FECHA DEL ENSAYO: 28 DÍAS (3/08/2012)

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	No	Dimensiones (mm)			Área BRUTA de ensayo	Máxima Carga Pmax	Esfuerzo de compresión (MPa)	Forma de la muestra
		Altura H (mm)	Longitud L (mm)	Ancho W (mm)				
Bloque para pared de 40x20x15 cm	1	194	403	146	55470.6	189317.0	3.4	Bloque Hueco de Hormigón
	2	196	403	146		158199.0	2.9	
	3	196	404	145		165958.0	3.0	
	4	195	404	144		191776.0	3.5	
	5	196	402	147		198191.0	3.6	

$\sum_{i=1} (Re\ sis\ Comp) = 16.29$
$Re\ sis\ Comp_{PROMEDIO} = \frac{\sum}{n} = 3.26$

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 46: Determinación de la resistencia a la compresión de un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (35 días)

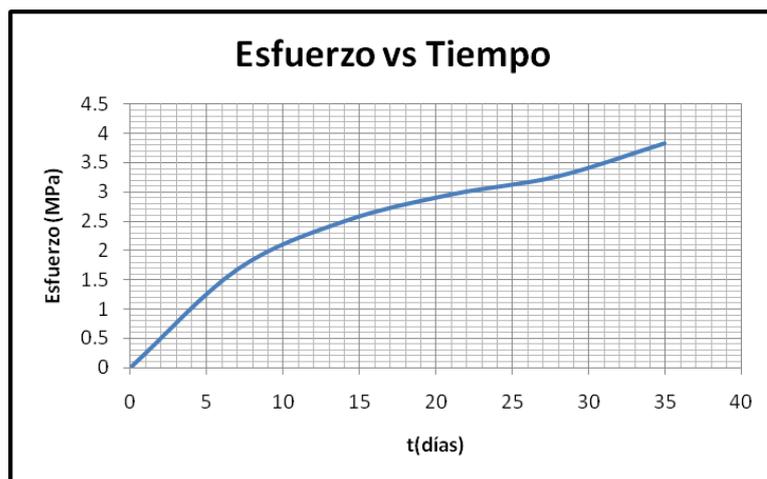
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:				NORMA: INEN 640				
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"				Determinación de la Resistencia a la Compresión				
UBICACIÓN:			FÁBRICADO EN:		FECHA DEL ENSAYO:			
CHIMBORAZO-RIOBAMBA			HORMIBLOCK		35 DÍAS (10/08/2012)			
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO								
Descripción	No	Dimensiones (mm)			Área BRUTA de ensayo	Máxima Carga Pmax	Esfuerzo de compresión (MPa)	Forma de la muestra
		Altura H (mm)	Longitud L (mm)	Ancho W (mm)				
Bloque para pared de 40x20x15 cm	1	196	404	144	55470.6	199281.0	3.6	Bloque Hueco de Hormigón
	2	195	404	145		221689.0	4.0	
	3	195	403	144		196096.0	3.5	
	4	195	404	144		227965.0	4.1	
	5	195	404	144		214091.0	3.9	

$\sum_{i=1} (Re\ sis\ Comp) = 19.09$
$Re\ sis\ Comp_{PROMEDIO} = \frac{\sum}{n} = 3.82$
Esfuerzo de Compresión 3.82 MPa

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 47: Curva esfuerzo vs tiempo

Tiempo (Días)	Esfuerzo (MPa)
7	1.67
14	2.49
21	2.95
28	3.26
35	3.82



Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Dosificación B.

De los datos obtenidos en el ensayo con la dosificación A inicial, para determinar la resistencia a la compresión de los bloques elaborados, se observa que $f'c$ es menor a 6 MPa, es decir no alcanza la resistencia mínima, debido a que la mezcla presenta una fluidez mayor a la solicitada por la maquinaria de la planta de producción Hormiblock.

Razón por la cual se realiza la corrección a la dosificación A del cálculo, en base a una prueba de consistencia requerida por la maquina vibroprensadora hidráulica de la fábrica y que es comprobada físicamente en planta, manteniendo los pesos (cemento, macadán y arena de río) y modificando la cantidad de agua, hasta lograr la consistencia adecuada. Una vez realizado se registra el peso del agua en obra y se procede a establecer la nueva relación agua/cemento y la dosificación B.

$$\frac{32.83}{50.00} = A/C$$

$$A/C = 0.66$$

Dosificación B			
A (kg)	C (kg)	A.F (kg)	A.G (kg)
32.83	50.00	134.07	307.66

2) Determinación de la resistencia a la compresión para un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (Dosificación B)

Tabla 48: Determinación de la resistencia a la compresión para un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (7 días)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:		NORMA:	INEN 640
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"		Determinación de la Resistencia a la Compresión	
UBICACIÓN: CHIMBORAZO-RIOBAMBA		FÁBRICADO EN: HORMIBLOCK	FECHA DEL ENSAYO: 7 DÍAS (13/07/2012)

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	No	Dimensiones (mm)			Área BRUTA de ensayo (mm ²)	Máxima Carga Pmax (N)	Esfuerzo de compresión (MPa)	Forma de la muestra
		Altura H (mm)	Longitud L (mm)	Ancho W (mm)				
Bloque para pared de 40x20x15 cm	1	195	402	144	55470.6	209917.0	3.8	Bloque Hueco de Hormigón
	2	195	400	144		249191.0	4.5	
	3	195	401	145		169572.0	3.1	
	4	196	401	145		191823.0	3.5	
	5	195	400	145		199289.0	3.6	

$\sum_{i=1} (Re\ sis\ Comp) =$	18.38
$Re\ sis\ Comp_{PROMEDIO} = \frac{\sum}{n} =$	3.68
Esfuerzo de Compresión	3.68 MPa

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 49: Determinación de la resistencia a la compresión para un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (14 días)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:		NORMA:	INEN 640
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"		Determinación de la Resistencia a la Compresión	
UBICACIÓN: CHIMBORAZO-RIOBAMBA		FÁBRICADO EN: HORMIBLOCK	FECHA DEL ENSAYO: 14 DÍAS (20/07/2012)

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	No	Dimensiones (mm)			Área BRUTA de ensayo	Máxima Carga Pmax	Esfuerzo de compresión (MPa)	Forma de la muestra
		Altura H (mm)	Longitud L (mm)	Ancho W (mm)				
Bloque para pared de 40x20x15 cm	1	195	404	145	55470.6	284389.0	5.1	Bloque Hueco de Hormigón
	2	195	404	146		235953.0	4.3	
	3	195	403	146		248958.0	4.5	
	4	196	403	145		249696.0	4.5	
	5	195	403	146		249503.0	4.5	

$\sum_{i=1} (Re\ sis\ Comp) =$	22.87
$Re\ sis\ Comp_{PROMEDIO} = \frac{\sum}{n} =$	4.57
Esfuerzo de Compresión	4.57 MPa

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 50: Determinación de la resistencia a la compresión para un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (21 días)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:		NORMA: INEN 640
"DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"		Determinación de la Resistencia a la Compresión
UBICACIÓN: CHIMBORAZO-RIOBAMBA	FÁBRICADO EN: HORMIBLOCK	FECHA DEL ENSAYO: 21 DÍAS (27/07/2012)

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	No	Dimensiones (mm)			Área BRUTA de ensayo	Máxima Carga Pmax	Esfuerzo de compresión (MPa)	Forma de la muestra
		Altura H (mm)	Longitud L (mm)	Ancho W (mm)				
Bloque para pared de 40x20x15 cm	1	194	402	144	55470.6	282962.0	5.1	Bloque Hueco de Hormigón
	2	195	400	144		284044.0	5.1	
	3	195	401	145		289486.0	5.2	
	4	195	401	145		282496.0	5.1	
	5	193	400	145		293386.0	5.3	

$\sum_{i=1} (Re\ sis\ Comp) =$	25.82
$Re\ sis\ Comp_{PROMEDIO} = \frac{\sum}{n} =$	5.16
Esfuerzo de Compresión	5.16 MPa

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 51: Determinación de la resistencia a la compresión para un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (28 días)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"		NORMA: INEN 640 Determinación de la Resistencia a la Compresión
UBICACIÓN: SAN JUAN - CHIMBORAZO	FÁBRICADO EN: HORMIBLOCK	FECHA DEL ENSAYO: 28 DÍAS (3/08/2012)

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	No	Dimensiones (mm)			Área BRUTA de ensayo	Máxima Carga Pmax	Esfuerzo de compresión (MPa)	Forma de la muestra
		Altura H (mm)	Longitud L (mm)	Ancho W (mm)				
Bloque para pared de 40x20x15 cm	1	194	403	144	55470.6	377607.0	6.8	Bloque Hueco de Hormigón
	2	195	403	144		320790.0	5.8	
	3	195	404	145		264956.0	4.8	
	4	195	403	145		432271.0	7.8	
	5	193	403	144		307067.0	5.5	

$\sum_{i=1} (Re\ sis\ Comp) =$	30.70
$Re\ sis\ Comp_{PROMEDIO} = \frac{\sum}{n} =$	6.14
Esfuerzo de Compresión	6.14 MPa

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 52: Determinación de la resistencia a la compresión para un bloque hueco de hormigón de 6 MPa (35 días)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"		NORMA: INEN 640 Determinación de la Resistencia a la Compresión
UBICACIÓN: SAN JUAN - CHIMBORAZO	FÁBRICADO EN: HORMIBLOCK	FECHA DEL ENSAYO: 35 DÍAS (10/08/2012)

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO

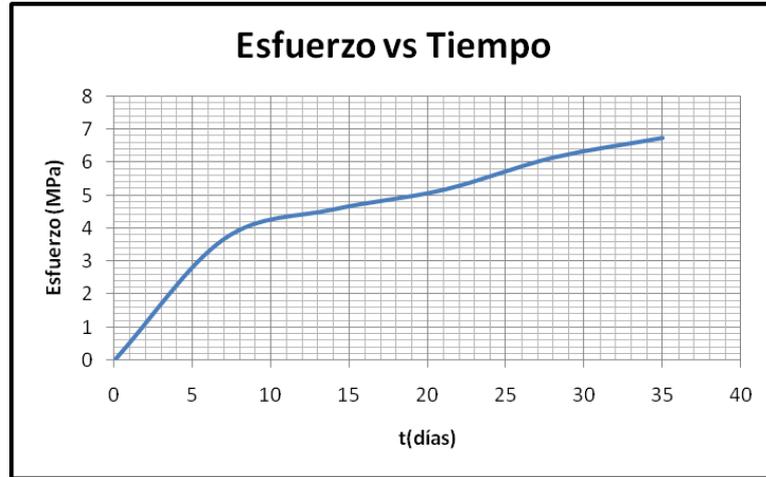
Descripción	No	Dimensiones (mm)			Área BRUTA de ensayo	Máxima Carga Pmax	Esfuerzo de compresión (MPa)	Forma de la muestra
		Altura H (mm)	Longitud L (mm)	Ancho W (mm)				
Bloque para pared de 40x20x15 cm	1	193	403	145	55470.6	448006.0	8.1	Bloque Hueco de Hormigón
	2	195	402	145		365091.0	6.6	
	3	195	402	144		340803.0	6.1	
	4	194	402	143		372094.0	6.7	
	5	194	404	144		341880.0	6.2	

$\sum_{i=1} (Re\ sis\ Comp) =$	33.67
$Re\ sis\ Comp_{PROMEDIO} = \frac{\sum}{n} =$	6.73
Esfuerzo de Compresión	6.74 MPa

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 53: Curva esfuerzo vs tiempo

Tiempo (Días)	Esfuerzo (MPa)
7	3.68
14	4.57
21	5.16
28	6.14
35	6.74



Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Cálculos

Resistencia a compresión del área neta. Calcular la resistencia a compresión del área neta del espécimen, de la siguiente manera:

$$\text{Resistencia a compresión del área neta, (MPa)} = \frac{P_{\text{m\acute{a}s}}}{A_n}$$

Donde:

P_{max} = carga máxima de compresión, (N)

A_n = área neta del espécimen, (mm²)

5.1.5. Bloque huecos de hormigón. Ensayos de porcentaje de absorción, contenido de humedad y densidad.

Este procedimiento está determinado de acuerdo a la norma INEN 639, se aplica para evaluar los bloques huecos de hormigón que se emplean en la construcción de muros portantes, tabiques divisorios no portantes y en losas alivianadas de hormigón armado.

Equipo e instrumental

- ✓ Balanza electrónica digital precisión 1.0 kg.
- ✓ Horno para secado de muestras.
- ✓ Bandeja.
- ✓ Franela.

Especímenes para el ensayo:

- ✓ 5 Bloques hueco de hormigón tipo A.

Gráfico de los equipos e instrumentales



Ilustración 34: Instrumental de los ensayos

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Procedimiento para el ensayo de % de absorción, contenido e humedad y la densidad del bloque hueco de hormigón:

- a) Saturación.- Sumergir en agua los especímenes para ensayo, a una temperatura entre 16 °C y 27 °C durante un lapso de 24 h a 28 h. Determinar la masa de los especímenes mientras están suspendidos por un alambre de metal y totalmente sumergidos en el agua y registrar este valor como M_i (masa del espécimen sumergido). Retirarlos del agua y dejar que se escurran durante $60 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$, colocándolos sobre una malla de alambre de al menos 9,5 mm de diámetro, retirar el agua visible de la superficie con un paño húmedo, determinar su masa y registrar este valor como M_s (masa del espécimen saturado).
- b) Secado.- Luego de la saturación, secar todos los especímenes en un horno ventilado entre 100 °C y 115 °C durante 24 horas, a intervalos de 2 horas,

hasta que la masa del espécimen no disminuye en más del 0,2% respecto de la última determinación. Registrar la masa de los especímenes secos como Md (masa del espécimen seco al horno).

3) Resultados de los ensayos realizados a los bloques huecos de hormigón de 6 MPa (Dosificación A).

Tabla 54: Determinación del porcentaje de absorción.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"			NORMA: INEN 639 Determinación del Porcentaje de Absorción
UBICACIÓN: CHIMBORAZO	FECHA DE ELABORACIÓN: MÁS DE 28 DÍAS	FÁBRICADO EN: HORMIBLOCK	

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO

No	Descripción	Forma de la muestra	Masa (kg)			Porcentaje de absorción (%)
			Mr (Recibe)	Ms (Saturado)	Md (Seco al Horno)	
1	Bloque para pared de 40x20x15 cm	Bloque Hueco de Hormigón	16.650	17.316	15.866	9.1
2			16.750	17.403	15.878	9.6
3			16.550	17.229	15.672	9.9
4			17.700	18.409	16.869	9.1
5			16.500	17.282	15.873	8.9

$\sum_{i=1} (\% Absor) = 46.60$
$\% Absor_{PROMEDIO} = \frac{\sum}{n} = 9.32$
Porcentaje de Absorción 9.32 %

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 55: Determinación del contenido de humedad.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"			NORMA: INEN 639 Determinación del Contenido de Humedad
UBICACIÓN: CHIMBORAZO	FECHA DE ELABORACIÓN: MÁS DE 28 DÍAS	FÁBRICADO EN: HORMIBLOCK	

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO

No	Descripción	Forma de la muestra	Masa (kg)			Contenido de Humedad (%)
			Mr (Recibe)	Ms (Saturado)	Md (Seco al Horno)	
1	Bloque para pared de 40x20x15 cm	Bloque Hueco de Hormigón	16.650	17.316	15.866	54.1
2			16.750	17.403	15.878	57.2
3			16.550	17.229	15.672	56.4
4			17.700	18.409	16.869	54.0
5			16.500	17.282	15.873	44.5

$\sum_{i=1} (\% Humedad) =$	266.20
$\% Humedad_{PROMEDIO} = \frac{\sum}{n} =$	53.24
Contenido de Humedad	53.24 %

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 56: Determinación de la densidad.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"			NORMA: INEN 639 Determinación de la Densidad
UBICACIÓN: CHIMBORAZO	FECHA DE ELABORACIÓN: MÁS DE 28 DÍAS	FÁBRICADO EN: HORMIBLOCK	

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO

No	Descripción	Forma de la muestra	Masa (kg)			Densidad (kg/m3)
			Mi (Sumergido)	Ms (Saturado)	Md (Seco al Horno)	
1	Bloque Hueco de Hormigón	Bloque Hueco de Hormigón	8.078	17.316	15.866	1717.5
2			9.195	17.403	15.878	1934.5
3			9.256	17.229	15.672	1965.6
4			9.581	18.409	16.869	1910.9
5			9.163	17.282	15.873	1955.0

$\sum_{i=1} (Densidad) =$	9483.50
$Densidad_{PROMEDIO} = \frac{\sum}{n} =$	1896.70
Densidad	1896.70 kg/m3

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

4) Resultados de los ensayos realizados a los bloques huecos de hormigón de 6 MPa (Dosificación B).

Tabla 57: Determinación del porcentaje de absorción.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"			NORMA: INEN 642 Determinación del Porcentaje de Absorción
UBICACIÓN: CHIMBORAZO	FECHA DE ELABORACIÓN: MÁS DE 28 DÍAS	FÁBRICADO EN: HORMIBLOCK	

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO

No	Descripción	Forma de la muestra	Masa (kg)			Porcentaje de absorción (%)
			Mr (Recibe)	Ms (Saturado)	Md (Seco al Horno)	
1	Bloque para pared de 40x20x15 cm	Bloque Hueco de Hormigón	17.450	18.151	16.745	8.4
2			16.700	17.335	15.928	8.8
3			16.850	17.640	16.228	8.7
4			16.550	17.183	15.711	9.4
5			17.450	18.089	16.630	8.8

$\sum_{i=1} (\% Absor) = 44.10$
$\% Absor_{PROMEDIO} = \frac{\sum}{n} = 8.82$
Porcentaje de Absorción 8.82 %

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 58: Determinación del contenido de humedad.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"			NORMA: INEN 642 Determinación del Contenido de Humedad
UBICACIÓN: CHIMBORAZO	FECHA DE ELABORACIÓN: MÁS DE 28 DÍAS	FÁBRICADO EN: HORMIBLOCK	

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO

No	Descripción	Forma de la muestra	Masa (kg)			Contenido de Humedad (%)
			Mr (Recibe)	Ms (Saturado)	Md (Seco al Horno)	
1	Bloque para pared de 40x20x15 cm	Bloque Hueco de Hormigón	17.450	18.151	16.745	50.1
2			16.700	17.335	15.928	54.9
3			16.850	17.640	16.228	44.1
4			16.550	17.183	15.711	57.0
5			17.450	18.089	16.630	56.2

$\sum_{i=1} (\% Humedad) = 262.30$
$\% Humedad_{PROMEDIO} = \frac{\sum}{n} = 52.46$
Contenido de Humedad 52.46 %

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Tabla 59: Determinación de la densidad.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA INEN 643 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS TIPO MIDUVI"			NORMA: INEN 639 Determinación de la Densidad
UBICACIÓN: CHIMBORAZO	FECHA DE ELABORACIÓN: MÁS DE 28 DÍAS	FÁBRICADO EN: HORMIBLOCK	

DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO

No	Descripción	Forma de la muestra	Masa (kg)			Densidad (kg/m3)
			Mi (Sumergido)	Ms (Saturado)	Md (Seco al Horno)	
1	Bloque Hueco de Hormigón	Bloque Hueco de Hormigón	9.830	18.151	16.745	2012.4
2			9.093	17.335	15.928	1932.5
3			9.543	17.640	16.228	2004.2
4			9.052	17.183	15.711	1932.2
5			9.638	18.089	16.630	1967.8

$\sum_{i=1} (Densidad) =$	9849.10
$Densidad_{PROMEDIO} = \frac{\sum}{n} =$	1969.82
Densidad	1969.82 kg/m3

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Cálculos

Absorción. Calcular la absorción de la siguiente manera:

$$\text{Absorción, } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) = \frac{M_s - M_d}{M_s - M_i} \times 1000$$

$$\text{Absorción, } (\%) = \frac{M_s - M_d}{M_d} \times 100$$

Donde:

M_s = masa del espécimen saturado, (kg)

M_i = masa del espécimen sumergido, (kg)

M_d = masa del espécimen seco al horno, (kg)

Contenido de humedad. Calcular el contenido de humedad del espécimen al momento en que se realiza el muestreo (cuando se mide M_r) de la siguiente manera:

$$\text{Contenido de humedad, } (\% \text{ del total de absorción}) = \frac{M_r - M_d}{M_s - M_d} \times 100$$

Donde:

M_r = masa del espécimen tal como se recibe, (kg)

M_d = masa del espécimen seco al horno, (kg)

M_s = masa del espécimen saturado, (kg)

Densidad. Calcular la densidad del espécimen seco al horno de la siguiente manera:

$$\text{Densidad (D), } (\text{kg/m}^3) = \frac{M_d}{M_s - M_i} \times 1000$$

Donde:

M_d = masa del espécimen seco al horno, (kg)

M_s = masa del espécimen saturado, (kg)

M_i = masa del espécimen sumergido, (kg)

5.1.6. Análisis del precio unitario del bloque hueco de hormigón tipo A fabricado.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Vivienda Tipo QUINTIL 1
Precios referenciales

AUX 02

Bloque hueco de hormigon 40*20*15mm, 6MPa

Unidad: U

Materiales				
Descripción	Unidad	Precio Unit. (A)	Cantidad (B)	Costo (C=A×B)
Polvo de piedra(Macadan)	m3	\$ 6.00	0.012	\$ 0.07
Arena	m3	\$ 9.00	0.005	\$ 0.05
Cemento	saco	\$ 6.77	0.038	\$ 0.26
Agua	m3	\$ 0.20	0.001	\$ 0.00
Importe de Materiales		36.32%	Sub total	\$ 0.38

Mano de obra					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal/Hora (B)	Costo/Hora (C=A×B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C×R)
Peón	6.00	\$ 2.56	\$ 15.36	0.006	\$ 0.09
Operador Vibroprensadora	1.00	\$ 2.56	\$ 2.56	0.001	\$ 0.00
Operador Montacarga	1.00	\$ 2.56	\$ 2.56	0.001	\$ 0.00
Importe de Mano de Obra		60.38%	Sub total		\$ 0.09

Equipos y Herramientas					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo/Hora (C=A×B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C×R)
Herramienta menor	1.00	\$ 0.10	\$ 0.10	0.001	\$ 0.00
Vibroprensadora Hidraulica	1.00	\$ 45.00	\$ 45.00	0.001	\$ 0.05
Montacarga	1.00	\$ 8.00	\$ 8.00	0.001	\$ 0.01
Importe de Herramienta		3.30%	Sub total		\$ 0.06

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Jornal/Hora (B)	Costo (C=A×B)
Importe de Transporte		0.00%	Sub total	\$ 0.00

Costo Directo	\$ 0.53
Costos indirectos	0
Total del Rubro	\$ 0.53

5.1.7. Modelación estructural de la vivienda aplicando los bloques huecos de hormigón tipo A, como elemento de mampostería portante.

5.1.7.1.Descripción del Proyecto

El proyecto estructural está contemplado en la modelación de una vivienda tipo MIDUVI (Quintil 1).

5.1.7.2.Normatividad del Sector

La normativa a utilizar es:

- ✓ Normas ecuatorianas de la construcción (NEC 2011).
- ✓ ACI 318-99. (2005). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario. American Concrete Institute. USA
- ✓ Código de práctica ecuatoriano. (2001). Requisitos Generales de Diseño: Peligro Sísmico, Espectros de Diseño y Requisitos mínimos de cálculos para diseño Sismo-resistente. CPE INEN 5:2001 Parte I Capítulo 12. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Quito. Ecuador.
- ✓ Reglamento para diseño y construcción de edificios en mampostería estructural. (2007). Secretaria de Estado de Obras Publicas y Comunicaciones (SEOPC). Santo Domingo. República Dominicana.

5.1.7.3.Localización de amenaza sísmica

Se adopto la ubicación de la vivienda en Riobamba (valor factor $Z= 0.40$).

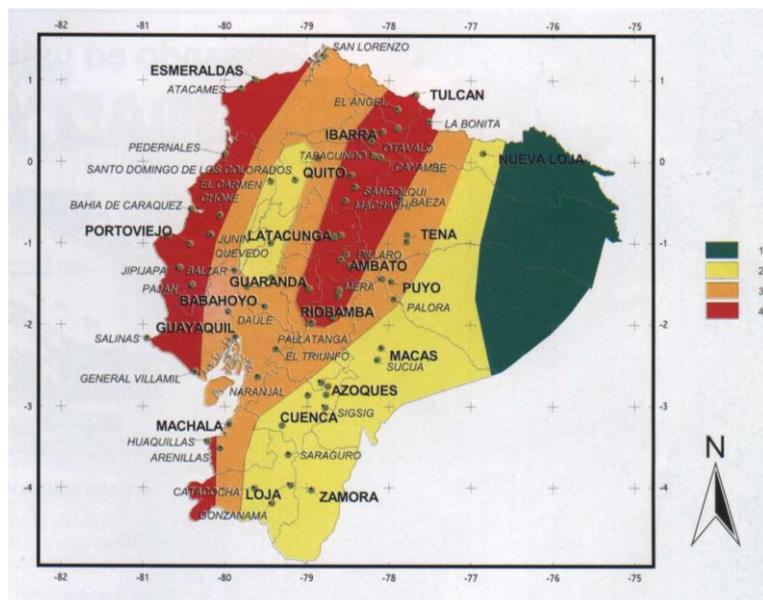


Ilustración 35: Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño

Fuente: Código de práctica ecuatoriano CPE INEN:2002

5.1.7.4. Especificaciones de los materiales utilizados en la mampostería

Concreto Riostras y Cadena:

Resistencia cilíndrica hormigón

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

Módulo de Elasticidad del hormigón (CEC 2000)

$$Ec = 217370.65 \text{ kg/m}^2$$

Acero de refuerzo:

Esfuerzo de fluencia del refuerzo

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Mampostería Portante:

Unidad de albañilería: 15cm x20cm x40cm

Juntas: 2.00 cm

Mortero: (c:a) 1 : 3

Resistencia a la compresión de la mampostería, $f'c = 59 \text{ kg/cm}^2$.

Propiedades del Suelo

Debido a que no existe un estudio de suelos presente para el diseño y análisis de la cimentación, se ha planteado un suelo tipo S3 de acuerdo a lo establecido en el INEN CPE 5:2001: 5.3.4.2, y una capacidad portante de 1.50 kg/cm^2 .

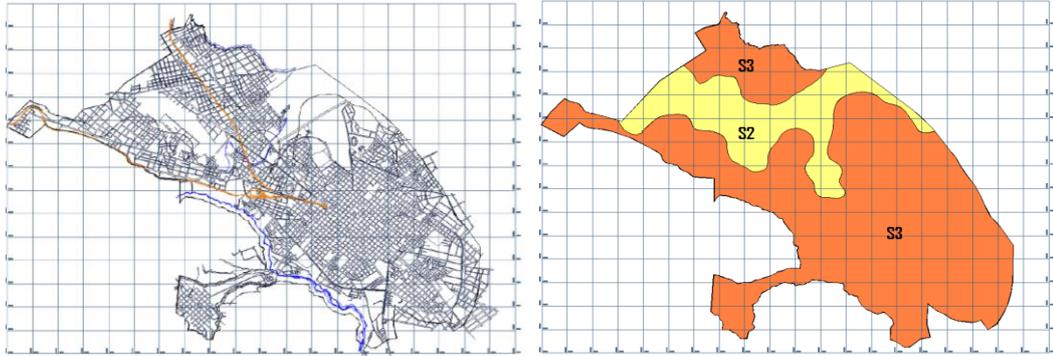


Ilustración 36: Mapa de zonificación sísmica de los suelos de la ciudad de Riobamba (2007).

Fuente: Requisitos mínimos de cálculos para diseño sísmo resistente de estructuras de edificación de concreto reforzado en la ciudad de Riobamba, Diego J. Barahona R.

5.1.7.5. Evaluación de Cargas para sísmo de diseño (Análisis Sísmico)

El análisis modal espectral consiste en el análisis dinámico de sistemas de varios grados de libertad utilizando espectros de respuesta (para sismos ya registrados) o de diseño (para movimientos sísmicos futuros).

El INEN CPE 5:2001, normaliza el sísmo de diseño como un espectro elástico definido como se indica a continuación:

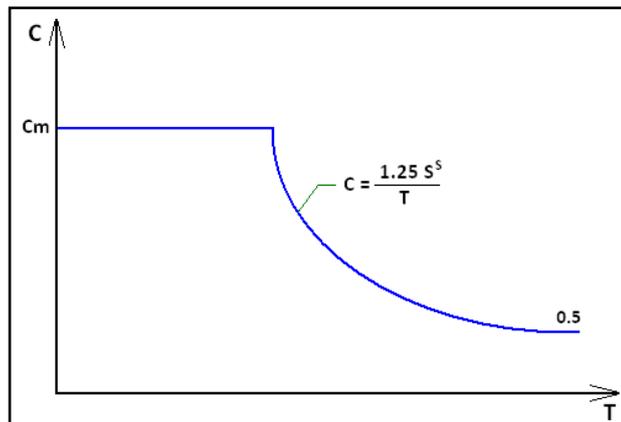


Ilustración 37: Espectro sísmico elástico

Fuente: Código de practica ecuatoriano CPE INEN, Parte 1:2002

El coeficiente se calcula con la siguiente formula.

$$C = \frac{1.25 \times S^5}{T}$$

Donde:

C = no debe exceder del valor de C_m establecido en la tabla, no debe ser menor a 0.5 y puede utilizarse para cualquier estructura y será igual a:

El período de vibración T.- Estará en función de los siguientes métodos:

La expresión del método 1 de cálculo de período fundamental de vibración proporciona un valor referencial simplificado, útil para aplicar el método de cálculo sísmico estático. El método 2, en cambio, de utilizar una distribución aproximada de fuerzas laterales y el cálculo de las deflexiones elásticas estáticas resultantes de esa distribución de fuerzas en la estructura (incluye por lo tanto el efecto de la distribución de las rigideces laterales de la estructura). Por lo tanto, los resultados del método 2 constituyen una mejor estimación.

Factor Z .- Para identificar la zona sísmica de la ciudad de Riobamba se toma el valor de la tabla 60.

Tabla 60: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Zona Sísmica	I	II	III	IV
Valor factor Z	0,15	0,25	0,30	<u>0,40</u>

Fuente: CEC 2000, pág. 10

Tipo de Suelo.- El tipo de suelo existente en el sitio de construcción de nuestra edificación, y por ende, el coeficiente de suelo S, se establecerá de acuerdo con lo especificado en la tabla 61.

Tabla 61: Coeficiente del suelo S y coeficiente C_m

Perfil tipo	Descripción	S	C_m
S1	Roca o suelo firme	1,00	2,5
S2	Suelos intermedios	1,2	3
<u>S3</u>	<u>Suelos blandos y estrato profundo</u>	<u>1,5</u>	<u>2,8</u>
S4	Condiciones especiales del suelo	2	2,5

Fuente: CEC 2000, pág. 15

El tipo de uso, destino e importancia de la estructura (I).- Se determinará de acuerdo a la tabla 62.

Tabla 62: Tipo de suelo destino e importancia de la estructura

Categoría	Tipo de suelo destino e importancia	Factor I
Edificaciones esenciales y/o peligrosas	Hospitales, clínicas, centros de salud o emergencia sanitaria. Instalaciones militares de policía, bomberos y defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1,5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas persona. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente.	1,3
<u>Otras estructuras</u>	<u>Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores.</u>	<u>1</u>

Fuente: CEC 2000, pág. 16

Factor de reducción de resistencia sísmica(R).-A utilizarse en el cálculo del cortante basal aplicado a nuestra estructura, se escogerá de acuerdo a la tabla 63.

Tabla 63: Coeficiente de reducción de respuesta estructural R

Sistema estructural	R
Sistemas de pórticos espaciales, sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas o de acero laminado en caliente, con muros estructurales de hormigón armado (sistemas duales).	12

Sistemas de pórticos espaciales, sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas o de acero laminado en caliente.	10
Sistemas de pórticos espaciales, sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas banda y muros estructurales de hormigón armado (sistema duales).	10
Sistemas de pórticos espaciales, sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y diagonales rigidizadoras.	10
Sistemas de pórticos espaciales, sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y diagonales rigidizadoras.	9
Sistemas de pórticos espaciales, sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas banda.	8
Estructuras de acero con elementos armados de placas o con elementos de acero conformados en frío. Estructuras de aluminio.	7
Estructuras de madera.	7
<u>Estructuras de mampostería reforzado o confinada.</u>	<u>5</u>
Estructuras con muros portantes de tierra reforzada y confinada.	3

Fuente: CEC 2000, pág. 21

5.1.7.6. Modelación de la estructura de mampostería.

La vivienda se modelara en el software Etabs v9.6, con licencia de la Universidad Nacional de Chimborazo. A continuación se detalla los pasos que se utilizo para la modelación de la vivienda.

Se debe de seleccionar las unidades que se utilizarán para modelar o .

Se comienza seleccionando un modelo nuevo (new model) en la pestaña file del menú, se despliega una ventana y se selecciona “Default.edb”.

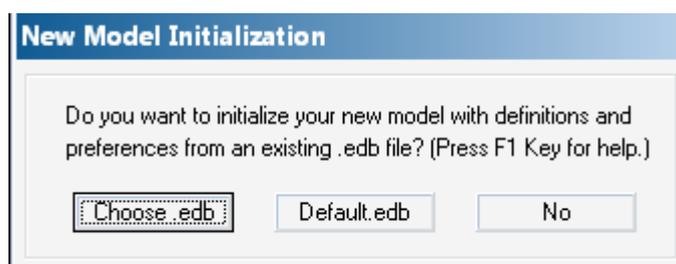


Ilustración 38: Nuevo modelo de iniciación.

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Se define la configuración en planta de la vivienda.

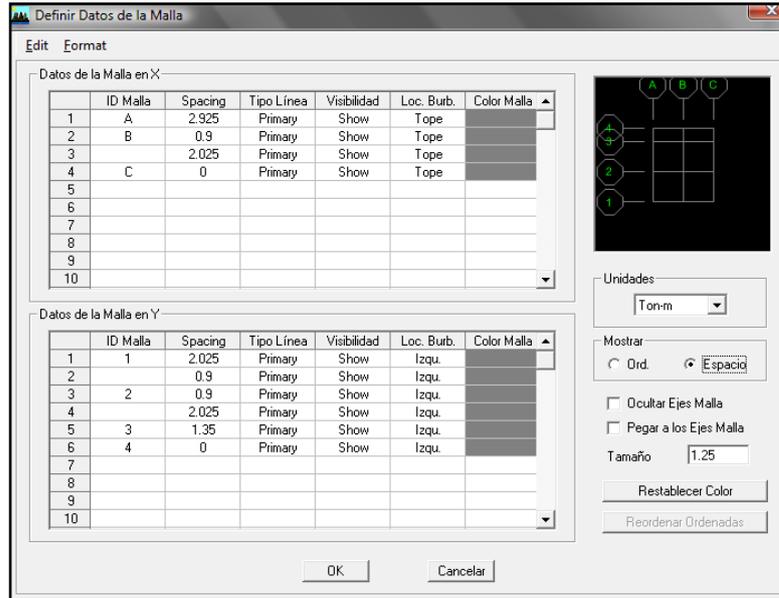


Ilustración 41: Datos de la malla

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Se procede a definir las propiedades de los materiales y las secciones.

Se coloca en la barra de herramientas y se va a define → Material properties → Add New Material.

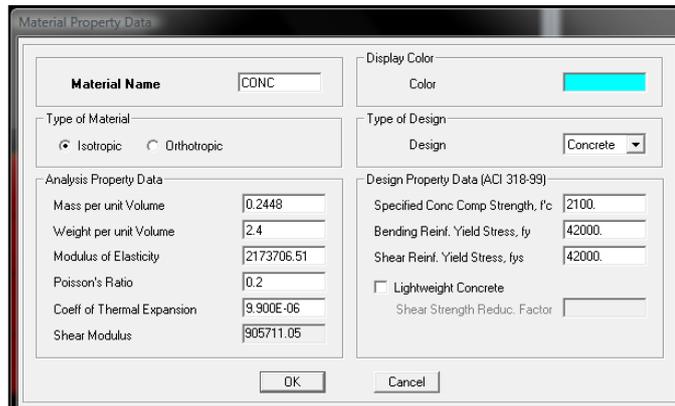


Ilustración 42: Datos de las propiedades de los materiales (concreto)

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Ilustración 43: Datos de las propiedades de los materiales (mampostería)

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Ilustración 44: Datos de las propiedades de los materiales (acero)

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Esfuerzo de diseño

- ✓ Resistencia a la fluencia de la estructura metálica.
Acero A-36 $f_y = 36 \text{ KSI} = 36000 \text{ lb/plg}^2 = 2531.665 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Resistencia ultima del Acero A-36
 $F_u = 58 \text{ KSI} = 58000 \text{ lb/plg}^2 = 4078.79 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Modulo de elasticidad del Acero $E = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

Definimos los materiales de la mampostería con el nombre de mamp de acuerdo a los datos del reglamento para diseño y construcción de edificios en mampostería estructural de República Dominicana.

Una vez definido los materiales se procede a definir las secciones como son: Correas, riostras y vigas de cimentación.

Se dibuja las correas, debido a que no existe una forma pre establecida se procede a dibujar una forma de G.

Se dibuja la correa mediante la barra de herramientas en Define → Frame Sections → Add SD section Channel → ok.

Definimos las secciones de 80x40x15x1.5, de acuerdo al catalogo.

**PERFILES ESTRUCTURALES
CORREAS "G"**

Especificaciones Generales

Norma INEN 1 623: 2000
Otras calidades Previa consulta
Largo normal 6mts
Otros largos Previa consulta
Espesores Desde 1.5mm hasta 12mm
Acabado Natural
Otro acabado Previa consulta



DIMENSIONES				PESOS			PROPIEDADES					
A	B	C	e	6metros	1metro	SECCION	EJE X-X			I	W	I
mm	mm	mm	mm	Kg	Kg	cm2	I	W	I	I	W	I
							cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm
60	30	10	1.5	9.19	1.53	1.95	11.02	3.67	2.38	2.43	1.25	1.12
60	30	10	2	11.94	1.99	2.54	13.98	4.66	2.35	3.01	2.85	1.09
60	30	10	3	16.98	2.83	3.61	18.9	6.3	2.29	3.87	3.69	1.04
80	40	15	1.5	13.18	2.20	2.80	27.43	6.86	3.13	6.39	2.53	1.51
80	40	15	2	16.68	2.78	3.54	35.30	8.81	3.16	8.07	3.18	1.51

Ilustración 45: Datos de la correa G80x40x15x1.5

Fuente: Catalogo Dipac.

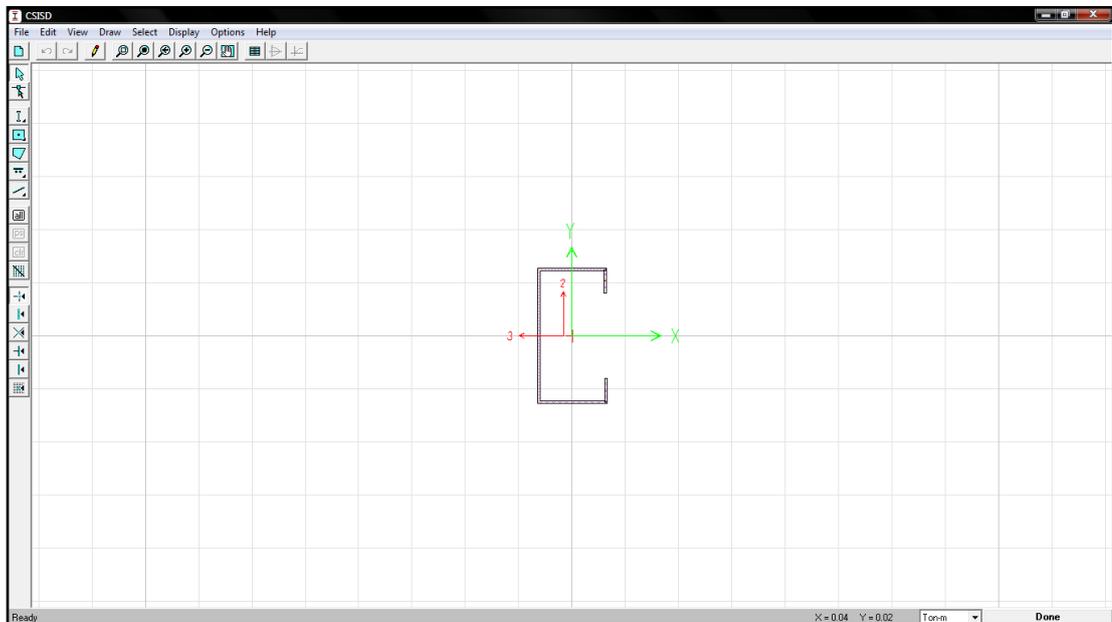


Ilustración 46: Dibujo de la correa G

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Se dibuja la riostra mediante la barra de herramientas en Define → Frame Sections → Add Rectangular.

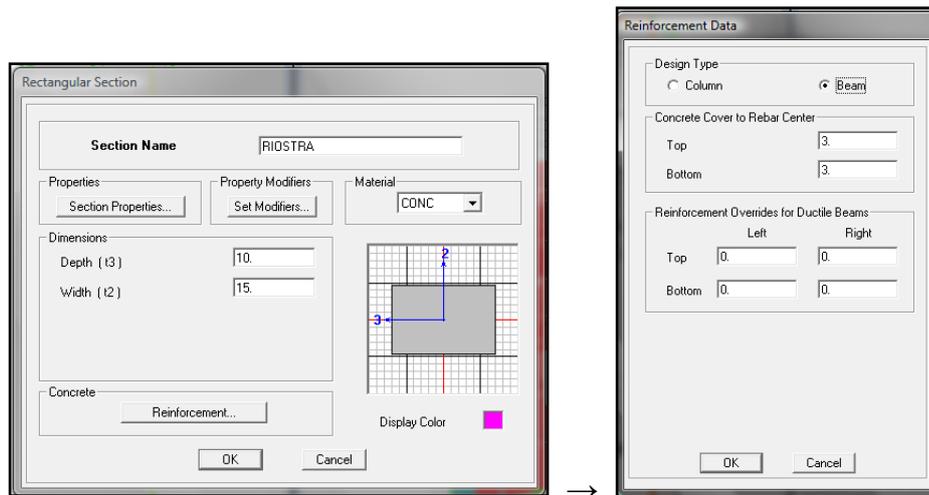


Ilustración 47: Definir la sección rectangular (riostra)
Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Definir secciones de la cubierta.

Sección de la cubierta mediante steel panel. Se coloca en la barra de herramientas en define → Wall/slab/ deck sections → Add new Deck.

Deck Section

Section Name: ESTILPANEL

Type: Filled Deck, Unfilled Deck, Solid Slab

Geometry: Slab Depth (tc) [], Deck Depth (hr) [0.04], Rib Width (w) [0.15], Rib Spacing (Sr) [0.3]

Material: Slab Material [], Deck Material [STEEL], Deck Shear Thick: 4.000E-04

Composite Deck Studs: Diameter [], Height (hs) [], Tensile Strength, Fu []

Metal Deck Unit Weight: Unit Weight/Area [3.810E-03]

OK Cancel

Modelos

TEJA ELITE

TEJA ESTANDAR

Características:

	Teja Estandar	Teja Elite
Espesor	0.40 mm	0.40 mm
Ancho útil	1100mm	1100mm
Separación correas	700mm	700mm
Longitud escalón	350mm	350mm
Altura escalón	15mm	22mm
Traslape longitudinal	100mm	100mm
Traslape transversal	1 onda	1 onda
Pendiente mínima	20%	20%
Pernos por m2	3	3

Modelos: Estandar y Elite
Ancho útil: 1100 mm.
Largo: 2.10m, 2.80m, 3.50m, 4.20m.
Espesores: 0.40mm
Acabados: Prepintado

Otras medidas: cualquier longitud en múltiplos de 0.35 m

Longitud mts	Pesos (kg s)		Número de escalones	Área de cobertura (m²)
	Teja Estandar	Teja Elite		
2.10	8.93	9.69	6	2.31
2.80	11.79	12.73	8	3.08
3.50	14.65	15.77	10	3.85
4.20	17.51	18.81	12	4.62

Ilustración 48: Definir la sección deck (estilpanel)
Fuente: Catalogo Dipac

$$\text{Unidad de peso sobre area} = \frac{P}{A}$$

$$\text{Unidad de peso sobre area} = \frac{14.65 \text{ kg}}{3.85 \text{ m}^2}$$

$$\text{Unidad de peso sobre area} = 3.81 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Sección de la pared portante. Se coloca en la barra de herramientas en define → Wall/slab/ deck sections → Add new wall → ok.

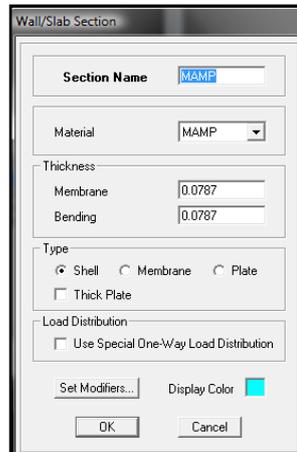


Ilustración 49: Definir la sección del muro (mampostería)

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Dibujamos las paredes =(draw walls plant).

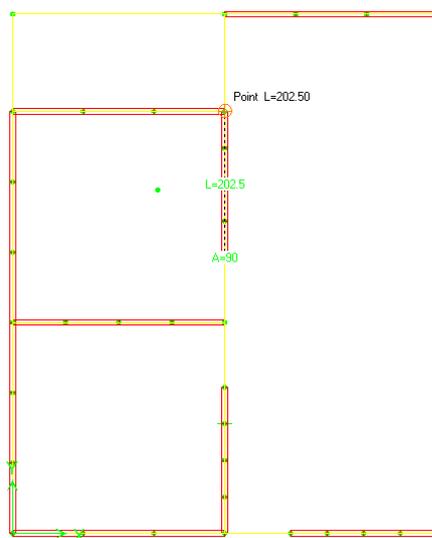


Ilustración 50: Dibujo de la mampostería

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Seleccionamos las paredes que van a ser discretizadas. Luego escogemos en la bandeja de herramientas Edit → Mesh Areas.

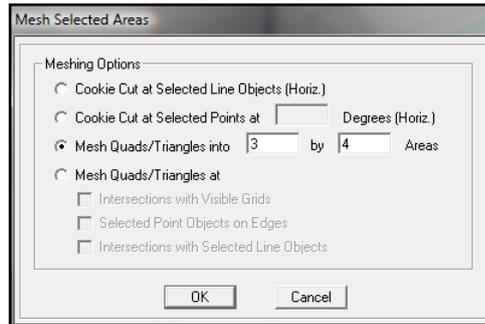


Ilustración 51: Dividir áreas| seleccionadas

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Se selecciona las áreas en que van en puertas y ventanas, posteriormente se elimina.

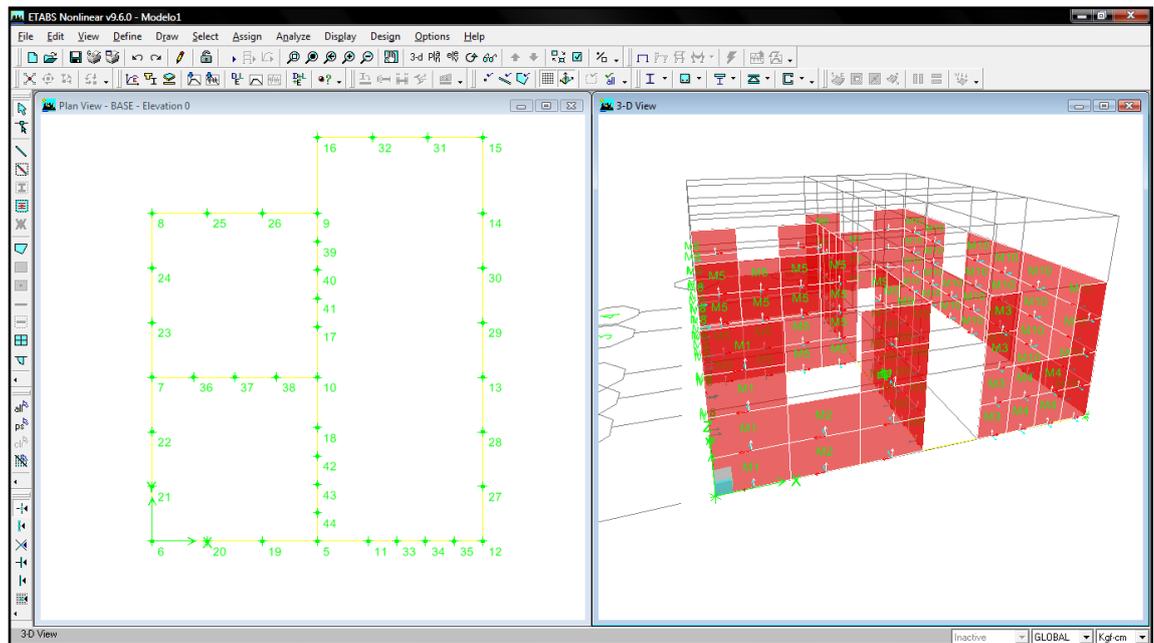


Ilustración 52: Áreas eliminadas de la vivienda

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Se dibuja la Riostra a la altura de 2.3m. Mediante  (draw lines).

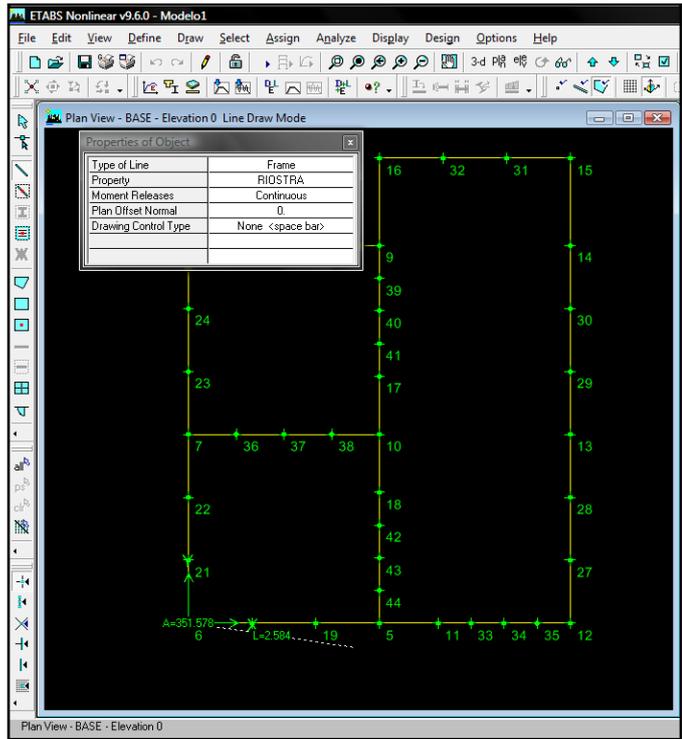


Ilustración 53: Dibujo de la riostra

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Posteriormente se dibuja las correas con  (Draw Lines).

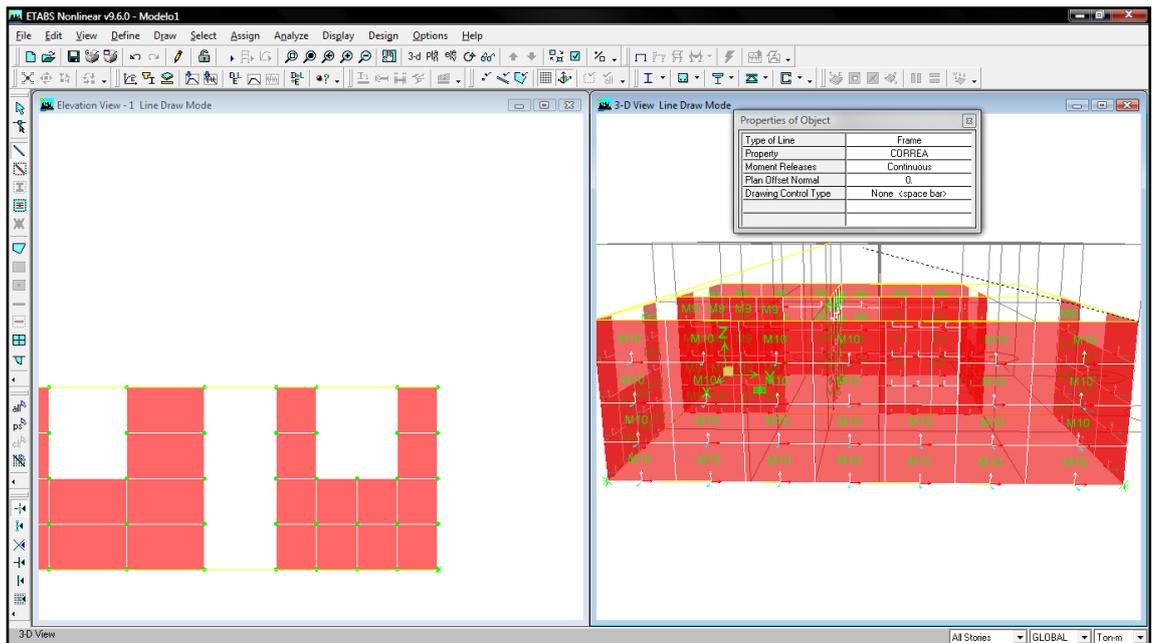


Ilustración 54: Dibujo de las correas

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Se dibuja la cubierta, mediante elementos  (Draw Areas).

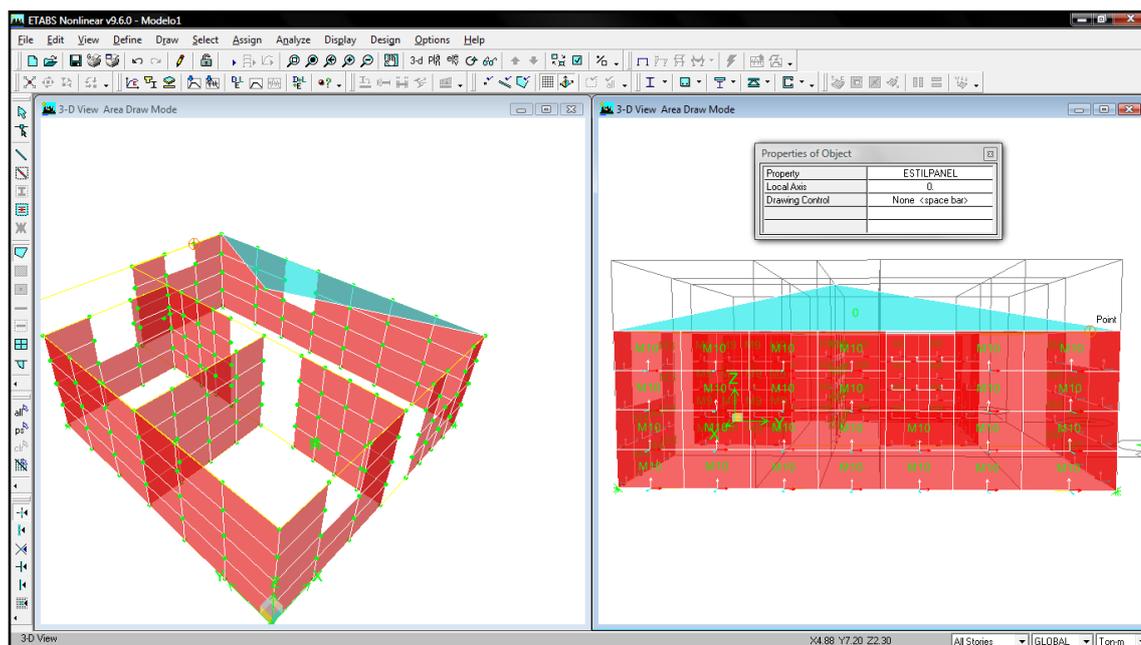


Ilustración 55: Dibujo de la cubierta.

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara.

Se diseña por medio del análisis modal espectral, incluyendo al modelo un espectro de respuesta.

Determinación del espectro de diseño, mediante una hoja de Excel. Para encontrar la gráfica de la función del espectro de respuesta de nuestra estructura se definieron los siguientes parámetros:

Espectro inelástico de diseño

Zona Sísmica IV Z=0.4

Importancia Estructuras I=1.0

Perfil de Suelo S3 S=1.5

Respuesta Estructural R=5

Configuración Elevación $\Phi_p=1.0$

Configuración Planta $\Phi_E=1.0$

$$T = \frac{1.25xS^S}{C}$$

$$C = \frac{1.25xS^S}{T}$$

$$S3 \rightarrow S = 1.5; C_m = 2.8$$

$$2.8 = \frac{1.25 \times 1.5^{1.5}}{T}$$

$$T = 0.82 \text{ seg}$$

Aceleración Espectral Inelástico	
T (seg)	A (m/seg ²)
0.10	2.20
0.15	2.20
0.20	2.20
0.25	2.20
0.30	2.20
0.35	2.20
0.40	2.20
0.45	2.20
0.50	2.20
0.55	2.20
0.60	2.20
0.65	2.20
0.70	2.20
0.75	2.20
0.80	2.20
0.85	2.12
0.90	2.00
0.95	1.90
1.00	1.80
1.05	1.71
1.10	1.64
1.15	1.57
1.20	1.50
1.25	1.44
1.30	1.38
1.35	1.33
1.40	1.29
1.45	1.24
1.50	1.20
1.55	1.16
1.60	1.13
1.65	1.09
1.70	1.06
1.75	1.03
1.80	1.00
1.85	0.97
1.90	0.95

1.95	0.92
2.00	0.90
2.05	0.88
2.10	0.86
2.15	0.84
2.20	0.82
2.25	0.80
2.30	0.78
2.35	0.77
2.40	0.75
2.45	0.73
2.50	0.72
2.55	0.71
2.60	0.69
2.65	0.68
2.70	0.67
2.75	0.65
2.80	0.64
2.85	0.63
2.90	0.62
2.95	0.61
3.00	0.60
3.05	0.59

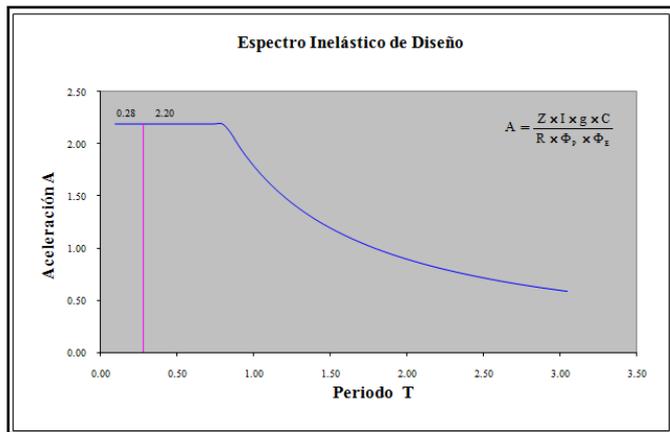


Ilustración 56: Espectro inelástico de diseño CEC 2000 (Microsoft office Excel 2007)

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Se paso los datos de la hoja del Excel a un archivo Notepad, para posteriormente subir a la modelación.

File	Edit	Format	View	Help
0.10			2.20	
0.15			2.20	
0.20			2.20	
0.25			2.20	
0.30			2.20	
0.35			2.20	
0.40			2.20	
0.45			2.20	
0.50			2.20	
0.55			2.20	
0.60			2.20	
0.65			2.20	
0.70			2.20	
0.75			2.20	
0.80			2.20	
0.85			2.12	
0.90			2.00	
0.95			1.90	
1.00			1.80	
1.05			1.71	
1.10			1.64	
1.15			1.57	
1.20			1.50	
1.25			1.44	
1.30			1.38	
1.35			1.33	
1.40			1.29	
1.45			1.24	
1.50			1.20	
1.55			1.16	
1.60			1.13	
1.65			1.09	
1.70			1.06	
1.75			1.03	
1.80			1.00	
1.85			0.97	
1.90			0.95	
1.95			0.92	
2.00			0.90	
2.05			0.88	
2.10			0.86	
2.15			0.84	
2.20			0.82	
2.25			0.80	
2.30			0.78	
2.35			0.77	
2.40			0.75	
2.45			0.73	
2.50			0.72	

Ilustración 57: Espectro inelástico de diseño (Notepad)

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Para el subir el espectro se debe realizar los siguientes pasos: Define → Response Spectrum Functions → Spectrum From File → Add new Function → ok.

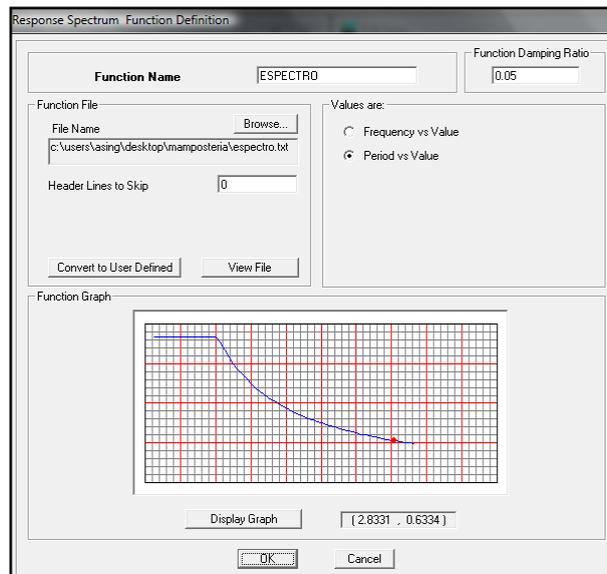


Ilustración 58: Definir la función del espectro de respuesta

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Definir los estados de carga mediante el siguiente procedimiento, se va a menú de herramientas y se escoge define → static load cases → se asigna las cargas que van a actuar.

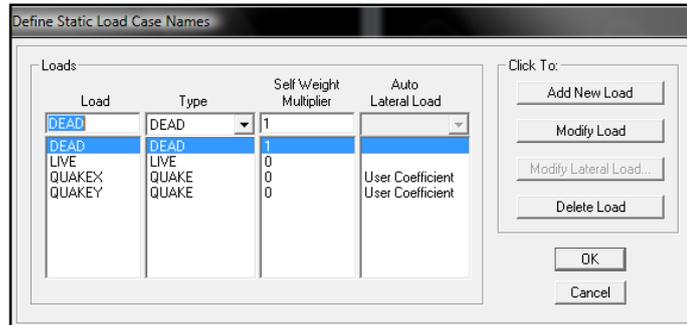


Ilustración 59: Definir los nombres de casos estáticos de carga

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Luego se va a luego se va a QUAKE → Modify Lateral Load → X Dir, se cambia el coeficiente y la dirección del sismo para X como para Y.

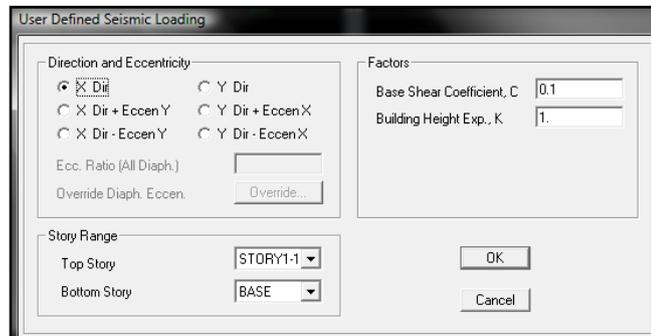


Ilustración 60: Definir la carga sísmica por el usuario (X Dir)

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

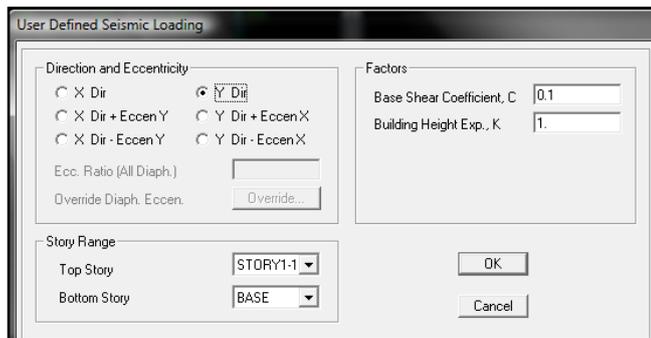


Ilustración 61: Definir la carga sísmica por el usuario (Y Dir)

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Selecciono el muro, luego se va a Assign → Shell/area → Pier label → M1 → Add New Name → OK.

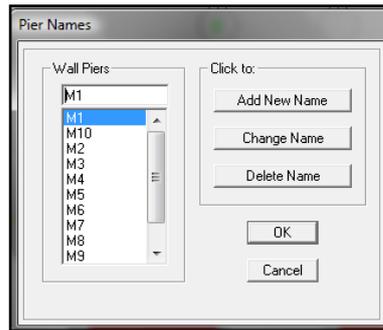


Ilustración 62: Nombre de los Pier

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

De acuerdo al código ACI 318-99, se modifican los factores. Se escoge Options → Preferences → Concrete Frame Design.

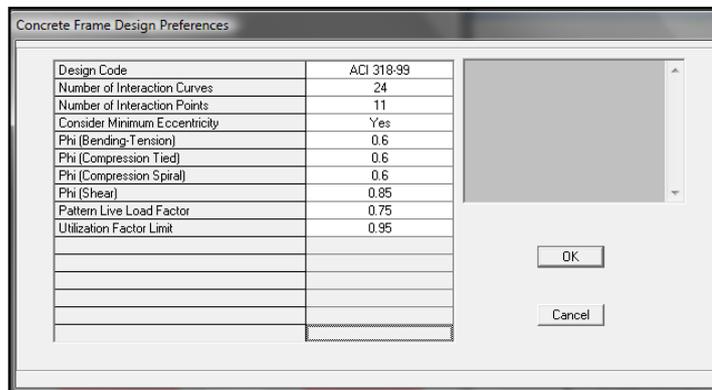


Ilustración 63: Factores de mayoración

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Para definir el espectro de respuesta se coloca en la barra de herramientas y se da click en Define → Response Spectrum Cases → Add New Spectrum.

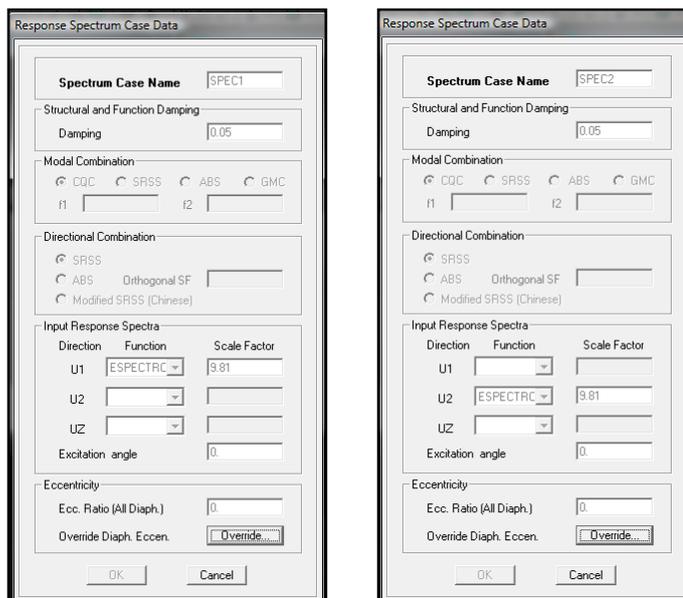


Ilustración 64: Datos de caso del espectro de respuesta 1 y 2

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Combinaciones de Carga.- Se utilizo la resistencia requerida (U) para cargas muertas (CM), carga vivas (CV) y de sismo (CS), para esto se trabajo con diferentes combinaciones de cargas. Combinaciones de carga, no se define debido a que se manda analizar de acuerdo al ACI 318-99.

Nombre del Combo	Factor de Mayoración	Fórmula Combo
Combo 1	CV=1.4	1.4
Combo 2	CM= 1.4 CV=1.7	1.4+1.7
Combo 3	CM= 1.05 CV=1.28 Sx=1.40	1.05D+1.28L+1.40SX
Combo 4	CM= 1.05 CV=1.28 Sx=-1.40	1.05D+1.28L-1.40SX
Combo 5	CM= 1.05 CV=1.28 Sy=1.40	1.05D+1.28L+1.40SY
Combo 6	CM= 1.05 CV=1.28 Sy=-1.40	1.05D+1.28L-1.40SY
Combo 7	CM=1.05 Sx=1.40	1.05D+1.40Sx
Combo 8	CM=1.05 Sx=-1.40	1.05D- 1.40Sx
Combo 9	CM=1.05 Sy=1.40	1.05D +1.40Sy
Combo 10	CM=1.05 Sy=-1.40	1.05D - 1.40Sy

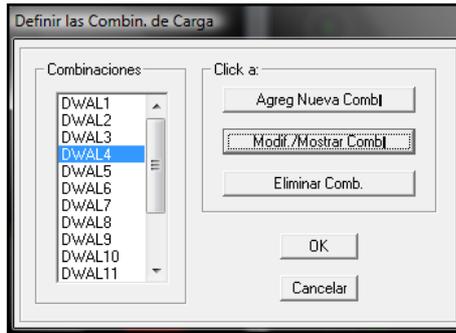


Ilustración 65: Combos de mayoración

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Después, de haber definido: los materiales que componen la estructura, Propiedades de las secciones, casos de carga, combinaciones de combo. Procede a seleccionar los apoyos de la estructura a utilizar, se coloca la articulación en los nodos de la base mediante el siguiente procedimiento. Ir al menú Assign → Joint → Restraints se te abrirá el siguiente cuadro de dialogo en donde se asigna los nodos la articulación.

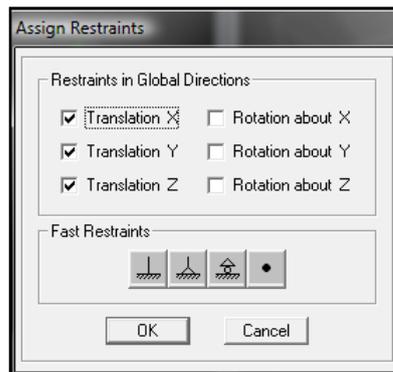


Ilustración 66: Asignar restricciones (articulación)

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Visualización en 3D de la modelación de las paredes portantes y la cubierta.

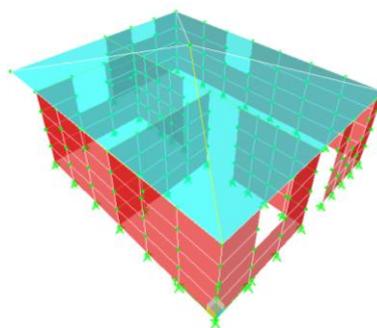


Ilustración 67: Visualización en 3D

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Para verificar La resistencia del bloque se debe ir a la barra de herramientas y se va Display → Show Member Forces/Stress Diagram → Frame/Pier/Spandrel Forces

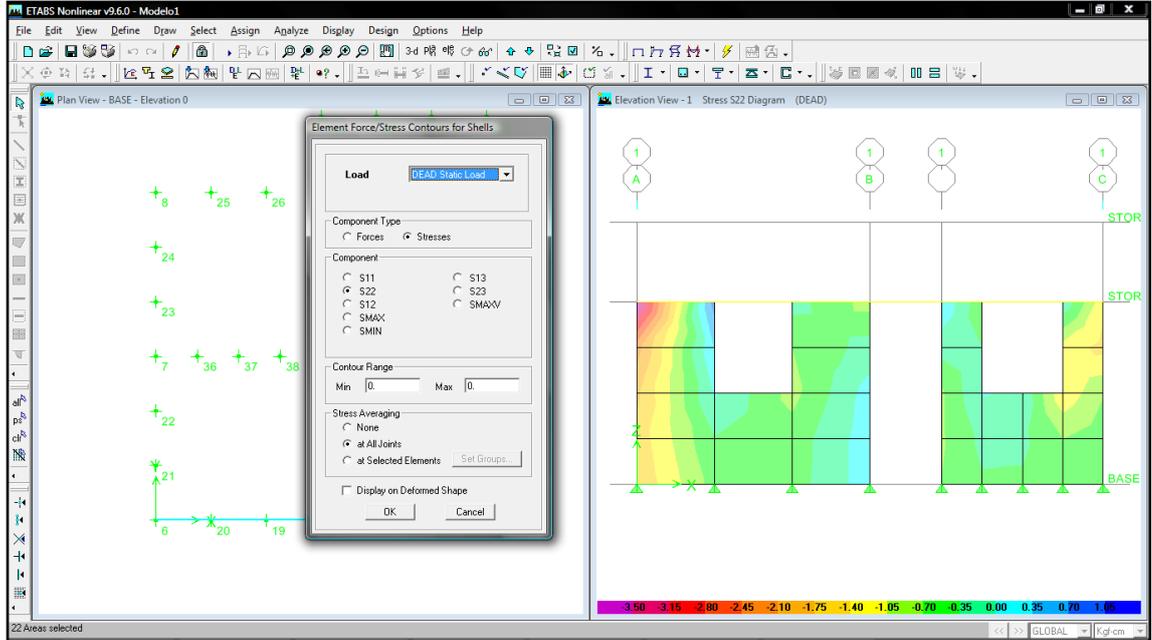


Ilustración 68: Resultados de los esfuerzos por unidad de área a compresión en kg/cm^2 (eje 1)

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

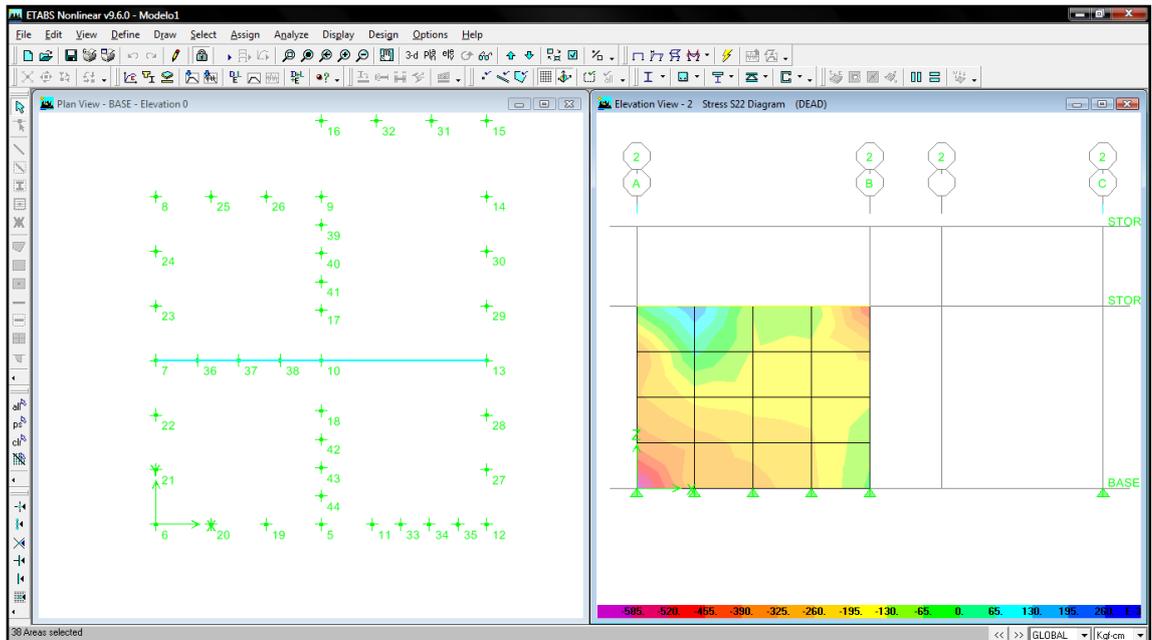


Ilustración 69: Resultados de los esfuerzos por unidad de área a compresión en kg/cm^2 (eje 2)

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

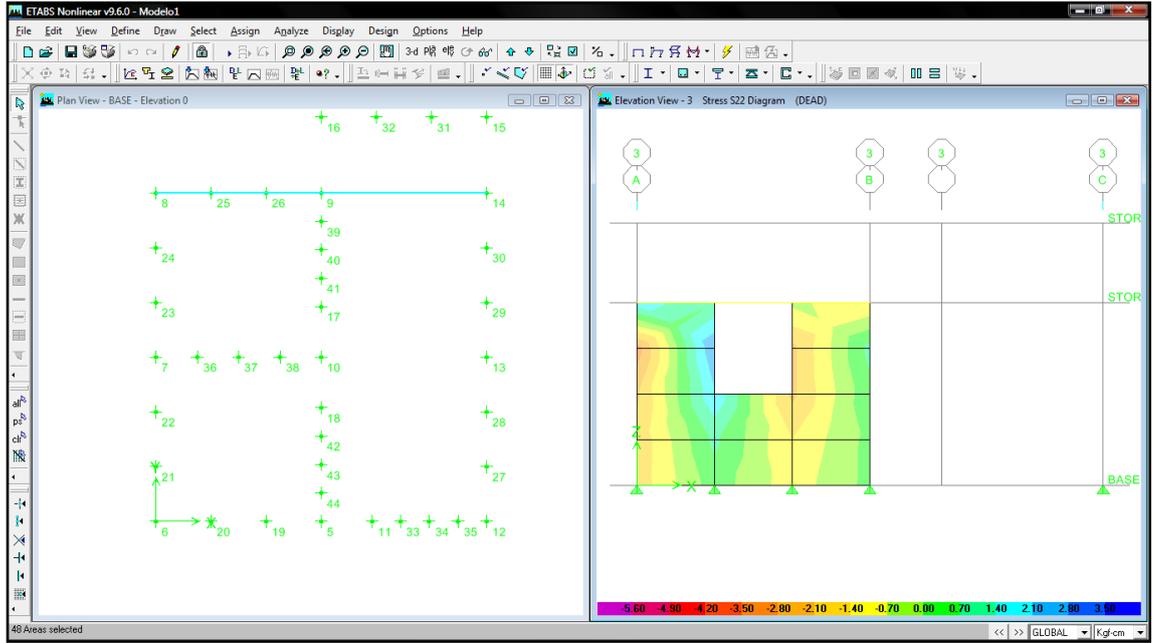


Ilustración 70: Resultados de los esfuerzos por unidad de área a compresión en kg/cm^2 (eje 3)

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

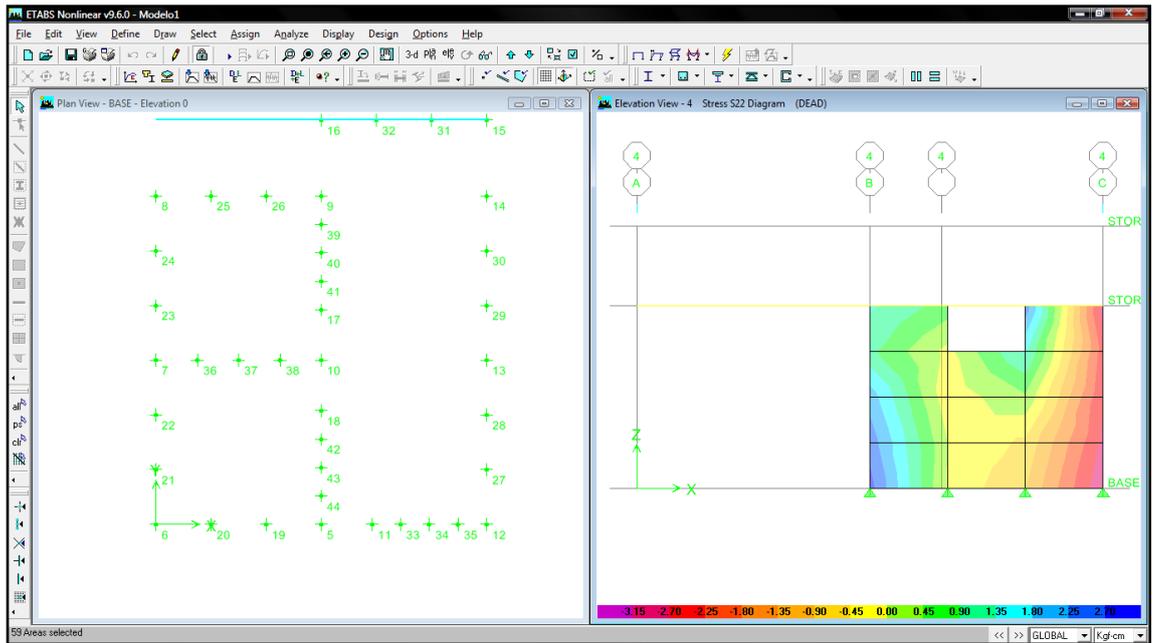


Ilustración 71: Resultados de los esfuerzos por unidad de área a compresión en kg/cm^2 (eje 4)

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

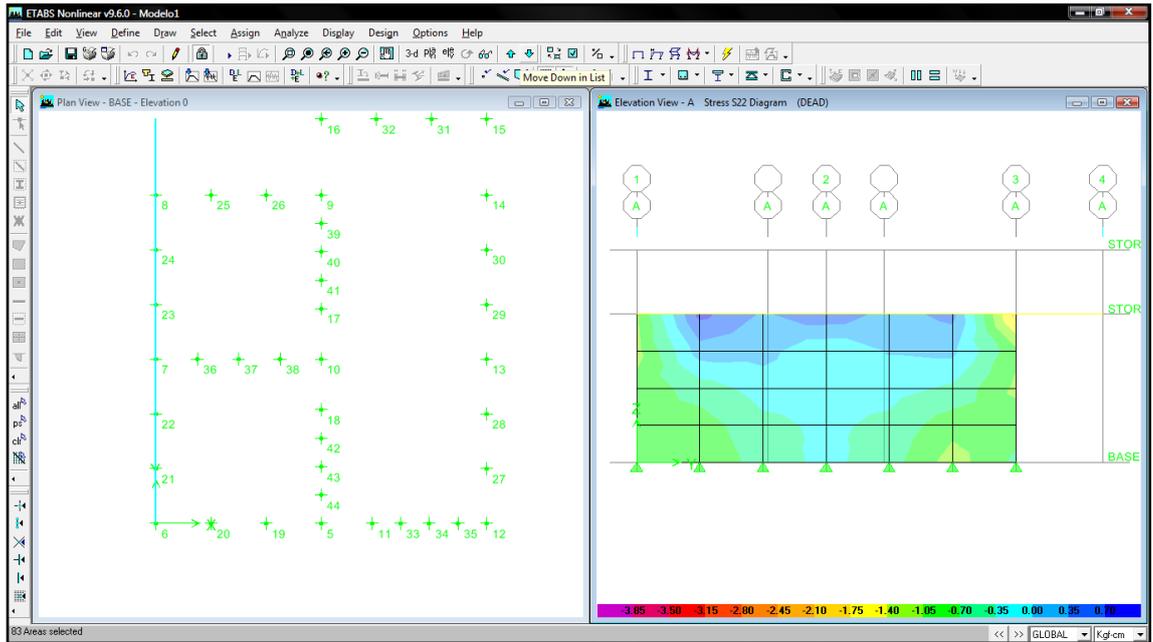


Ilustración 72: Resultados de los esfuerzos por unidad de área a compresión en kg/cm^2 (eje A)

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

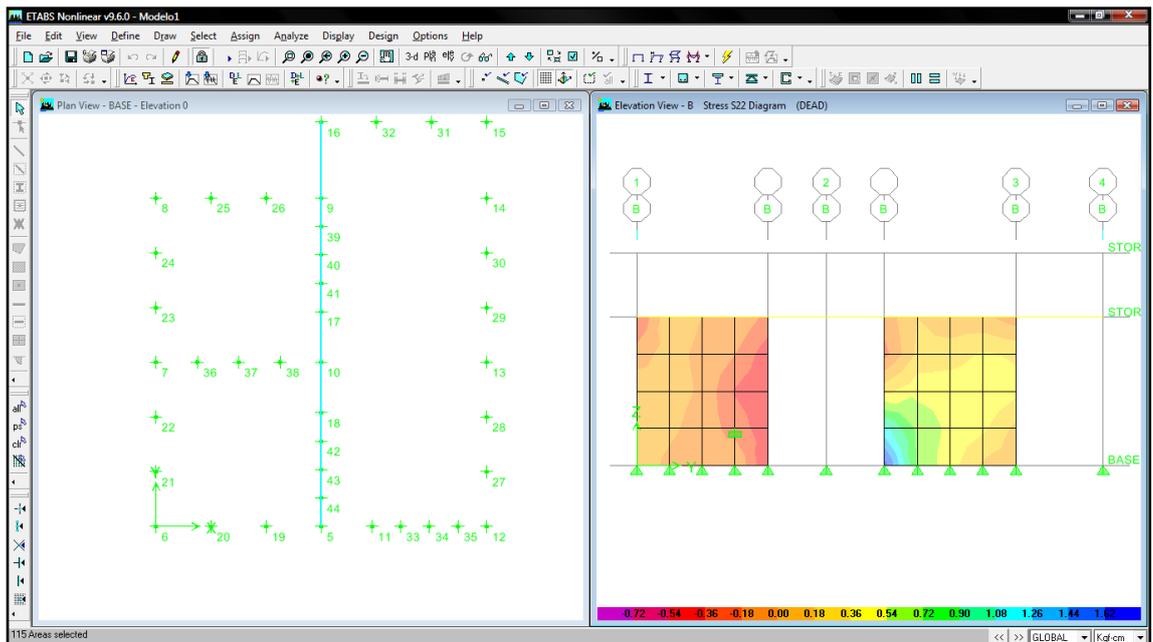


Ilustración 73: Resultados de los esfuerzos por unidad de área a compresión en kg/cm^2 (eje B)

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

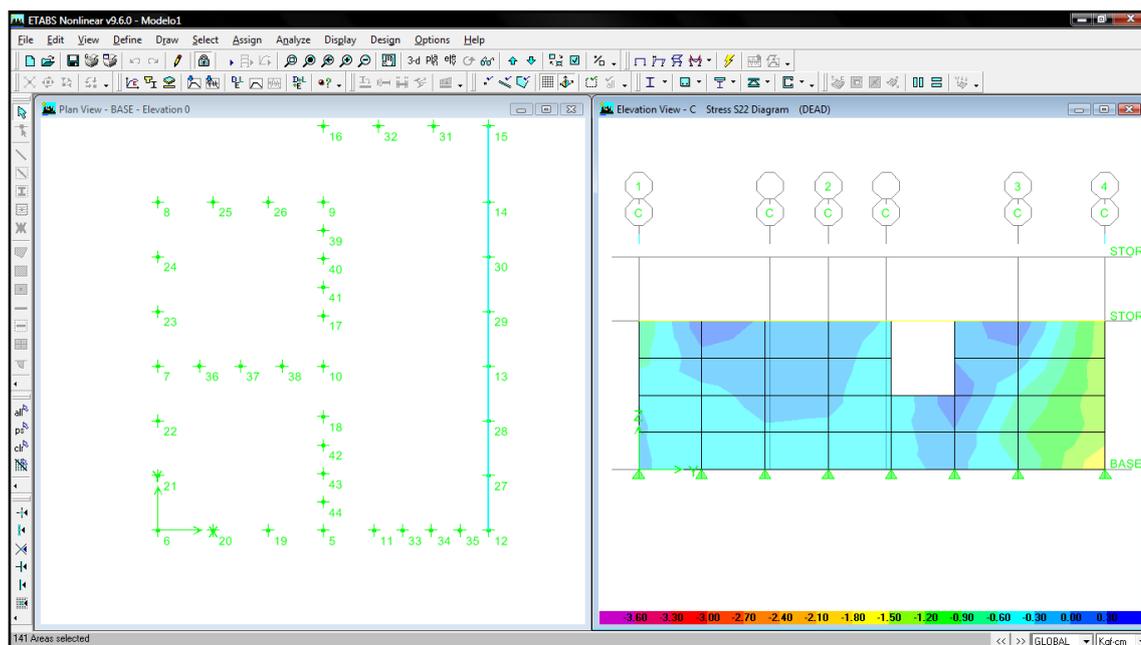


Ilustración 74: Resultados de los esfuerzos por unidad de área a compresión en kg/cm^2 (eje C)

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

De acuerdo a las normas ecuatorianas de la construcción NEC 2011, se toma los datos de la mampostería parcialmente reforzada por ser económicamente la vivienda, se procede a armar la mampostería con las cuantías mínimas que a continuación se detallan.

- a) Refuerzos en muros del código de acuerdo a la normativa ecuatoriana de la construcción NEC 2011

REFUERZO LONGITUDINAL EN CELDAS Y CAVIDADES QUE SE INYECTAN

Diámetro mínimo 10 mm

Para muros de Espesor Nominal ≤ 200 mm; Φ no mayor 20 mm

REFUERZO HORIZONTAL

Diámetro mínimo 4 mm

Diámetro no mayor a $1/2 e$ (e =espesor del tendel)

de varillas por celda

1 u

Distancia entre la varilla y el borde interior de la celda

13 mm

Recubrimiento mínimo en celdas

38 mm Contacto Tierra o Intemperie, Φ menor 16 mm

Recubrimiento mínimo en Tendeles

12 mm Contacto Tierra o Intemperie

6 mm Sin Contacto Tierra o Intemperie

Longitud de empalme por traslapo

$Le = Ld, \geq 300$ mm

Varillas Corrugadas

Ganchos Estándar

Doblez de 180° , 4db no menor 64 mm

Doblez de 90° , 12db

Doblez de 135° , 6db

Diámetro mínimo de doblez

Φ 10 mm a Φ 25 mm, 420 MPa, 6 db

MAMPOSTERÍA PARCIALMENTE REFORZADA

Espesor mínimo nominal 120 mm, $e=150$ mm OK

Mortero M15 ($f_c = 15$ Mpa) Dosificación 1:3 Tabla 6.1

CUANTÍA MINIMA

La cuantía mínima en cada una de las direcciones Horizontal y Vertical

$\rho_{\min} = 0.00027$ Evaluada sobre el área bruta de la sección del muro.

Se escoge el muro y se procede a realizar el armado longitudinal y transversal de acuerdo a los requisitos mínimos de las normas ecuatorianas de la construcción, considerando a la mampostería como parcialmente reforzada.

MURO M8 DATOS

L= 585 cm
 H= 218 cm
 tb= 15 cm

$$\rho_v = \frac{\sum A_{sv}}{s_v \cdot L} \geq 0.00027$$

$$\rho_h = \frac{\sum A_{sh}}{s_h \cdot H} \geq 0.00027$$

$\sum A_{sv} = 2.37 \text{ cm}^2$
 $\sum A_{sh} = 0.88 \text{ cm}^2$

Φ (mm)	Área (cm ²)	Peso /m (kg/m)
6	0.283	0.222
8	0.503	0.395
10	0.785	0.617

REFUERZO VERTICAL

Φ (mm)	# Varillas	Ast (cm ²)	Chequeo	Espaciamiento (m)
10	4	3.14	OK	1.46

$A_s = 1\Phi 10 \text{ mm @ 1.46 m}$

Asumido

REFUERZO VERTICAL MÍNIMO

Espaciamiento Horizontal entre refuerzos verticales no mayor 2.40 m

Disponer como mínimo una barra de 10 mm

Disponer como mínimo una barra de 10 mm a lado de ventanas o aberturas mayores 600 mm

REFUERZO HORIZONTAL

Φ (mm)	# Varillas	Ast (cm ²)	Chequeo	Espaciamiento (m)
8	2	1.01	OK	1.09

$A_s = 1\Phi 8 \text{ mm @ 1.09 m}$

Asumido

REFUERZO HORIZONTAL MINIMO

El refuerzo horizontal en las juntas horizontales de pega no puede ser menor de 4 mm y no puede espaciarse a mas de 800 mm.

Se debe colocar un refuerzo horizontal mínimo de dos barras de 10 mm en el remate y arranque de los muros.

Disponer como mínimo una barra de 10 mm a lado de ventanas o aberturas mayores 600 mm.

b) Refuerzos en muros del reglamento para construcciones en edificios de mampostería estructural de República Dominicana

CAMPO DE APLICACION

Edificios Multiniveles hasta 6 pisos

DIMENSIONES MÍNIMAS

Si se demuestra que la cuantía Q_m en muros no es menor 2%; el espesor del muro no deberá ser menor a 0.15 m(6")

$$\begin{aligned} \sum L_x &= 1616 \text{ cm} \\ \sum L_y &= 1779 \text{ cm} \\ t_b &= 15 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$Q_{mx} = \frac{\sum L_x t_b}{A_p} \geq 2\%$$

$$Q_{my} = \frac{\sum L_y t_b}{A_p} \geq 2\%$$

$$A_p = 3937 \text{ cm}^2$$

$$Q_{mx} = 6.16 \% \quad \text{ok}$$

$$Q_{my} = 6.78 \% \quad \text{ok}$$

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL HORMIGON EN CAMARA(f_{cm})

No menor 120 Kg/cm²

Agregado no mayor 1.27 cm(1/2")

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO DE JUNTA(f_j)

No menor 80 Kg/cm² ni mayor 120 Kg/cm²

Dosificación recomendada 1:3

ESPESOR DE JUNTAS

El espesor de juntas no deberá ser menor a 2 cm

RESISTENCIA A FLUENCIA DEL ACERO

El esfuerzo de fluencia del refuerzo f_y no será menor a 2800 Kg/cm²(40 Ksi) ni mayor a 4200 Kg/cm²(60 Ksi).

DIAMETRO MINIMO DEL REFUERZO

REFUERZO VERTICAL MINIMO

No será menor de 3/8" ni mayor a 3/4"

No se permite diámetros mayores a 1/2" en muros de 20 cm(8")

REFUERZO HORIZONTAL MINIMO

No sera menor de 3/8" ni mayor a 1/2"

ESPACIAMIENTO MAXIMO DEL REFUERZO VERTICAL

Nunca tendra un espaciamiento mayor a 80 cm

TRASLAPES DE REFUERZO

La longitud del traslape se tomara igual a 30 db, pero nunca sera mayor a 30 cm

GANCHOS PARA EL REFUERZO

BARRAS LONGITUDINALES

Doblez de 180° mas una extension recta de longitud mayor o igual a 4db no menor 6 cm en el extremo de la barra con un diametro de doblado de 6 db

Doblez de 90° mas una extension recta de longitud mayor o igual a 12db en el extremo de la barra. con un diametro de doblado de 6 db

ESTRIBOS EN ELEMENTOS DE AMARRE

Doblez de 90° mas una extension recta de longitud mayor o igual a 6 db en el extremo de la barra, con un diametro de doblado de 4 db.

Doblez de 135° mas una extension recta de longitud mayor o igual a 6 db no menor 7.5 cm en el extremo de la barra con un diametro de doblado de 4 db.

MUROS ARMADOS EN DOS DIRECCIONES

CUANTIA MINIMA VERTICAL

Relación mínima del área de acero de refuerzo horizontal uniformemente distribuido y referido al área bruta del muro.

$$\rho_v = \frac{\sum A_{sv}}{b_g \cdot L} \geq 0.0006$$

CUANTIA MINIMA HORIZONTAL

Relación mínima del área de acero de refuerzo vertical uniformemente distribuido y referido al área bruta del muro.

$$\rho_h = \frac{\sum A_{sh}}{b_g \cdot H} \geq 0.0006$$

CUANTIA MINIMA COMBINADA

$$\rho_h + \rho_v \geq 0.0012$$

ESPACIAMIENTO MAXIMO

El espaciamiento máximo para el refuerzo vertical no deberá ser mayor a 60 cm.

El espaciamiento máximo para el refuerzo horizontal no deberá ser mayor a 60 cm.

CUANTIA MINIMA

La cuantia minima en cada una de las direcciones Horizontal y Vertical

$\rho_{\min} = 0.0006$ Evaluada sobre el area bruta de la seccion del muro

MURO M8 DATOS

L=	585 cm	$\sum A_{sv} =$	5.27 cm ²
H=	218 cm	$\sum A_{sh} =$	1.96 cm ²
tb=	15 cm		

Φ (mm)	Area (cm ²)	Peso /m (kg/m)
6	0.283	0.222
8	0.503	0.395
10	0.785	0.617
12	1.131	0.888

3/4" Min vert.
1/2" Min Hor.

REFUERZO VERTICAL

Φ (mm)	# Varillas	Ast (cm ²)	Chequeo	Espaciamiento (m)
12	7	7.92	OK	0.84

As = **1 Φ 10 mm @ 0.84 m** **Asumido**

REFUERZO HORIZONTAL

Φ (mm)	# Varillas	Ast (cm ²)	Chequeo	Espaciamiento (m)
12	2	2.26	OK	1.09

As = **1 Φ 12 mm @ 1.09 m** **Asumido**

En el programa Etabs se modela la configuración del armado propuesto.

Se va a la barra de herramientas a Analyze → Run Analysis. Luego se coloca en Design → Shear Wall Design → Define Pier Sections for checking → Add Pier Section...



Ilustración 75: Datos de la sección pier

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Luego se añade los muros que van a ser asignados para el diseño en Start from Existing Wall Pier → Selection Designer. Se configura el armado propuesto en cada uno de los muros.

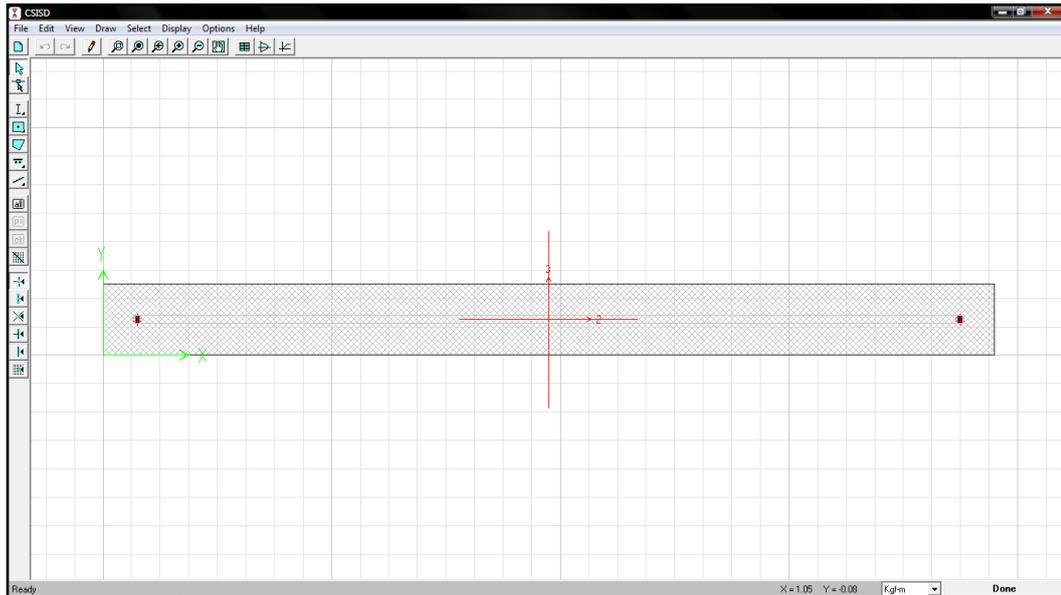


Ilustración 76: Diseño del muro

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Diseñado todos los muros se procede a controlar las derivas de piso.

Derivas de Piso.- Según el CEC 2000 el valor máximo de deriva debe ser igual a 0,010 para estructuras de mampostería armada. Luego de revisar los resultados del análisis estructural y los valores de deriva que nos da el Etabs V9.6, se observa que están por debajo del límite del código.

Límite de la deriva de piso:

El valor de ΔM debe calcularse mediante:

$$\Delta M = R \cdot \Delta E$$

Sin embargo para edificaciones de mampostería armada:

$$\Delta M \leq 0.010$$

Control de los desplazamientos en la dirección X.

STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
STORY1-1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
STORY1	0.000035	-0.000001	0.000015	0.000001

Ilustración 77: Desplazamientos en la dirección X

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

$$\Delta M_{X-X} = R \cdot \Delta E_x$$

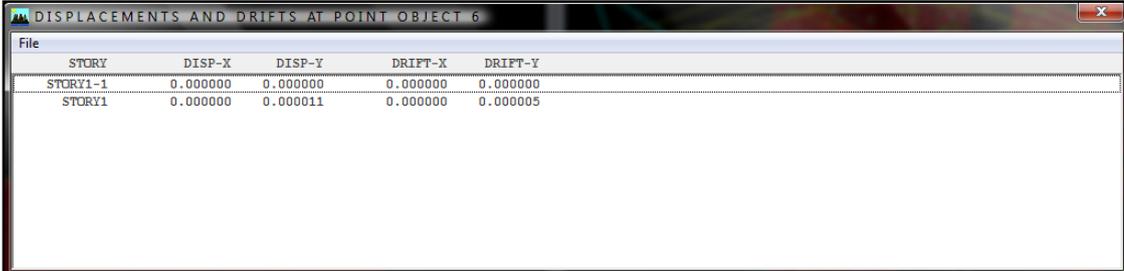
$$\Delta M_{x-x} = 5 \times 0.000015$$

$$\Delta M_{x-x} = 0.000075$$

$$\Delta M_{x-x} = 0.0075 \%$$

$$\Delta M_{x-x} \leq 0.010$$

Control de los desplazamientos en la dirección Y.



STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
STORY1-1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
STORY1	0.000000	0.000011	0.000000	0.000005

Ilustración 78: Desplazamientos en la dirección Y

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

$$\Delta M_{y-y} = R \cdot \Delta E_y$$

$$\Delta M_{y-y} = 5 \times 0.000005$$

$$\Delta M_{y-y} = 0.000025$$

$$\Delta M_{y-y} = 0.0025 \%$$

$$\Delta M_{y-y} \leq 0.010$$

5.1.1.1. Modelación de la Cimentación

Se analizara la interacción suelo-estructura de una vivienda, realizando la modelación en Safe en un tipo de suelo S3, de acuerdo al código ecuatoriano de la construcción.

Diseño de la cimentación corrida.

Exportar el Modelo de Etabs V 9.6.0 a Safe V 12.3.1.

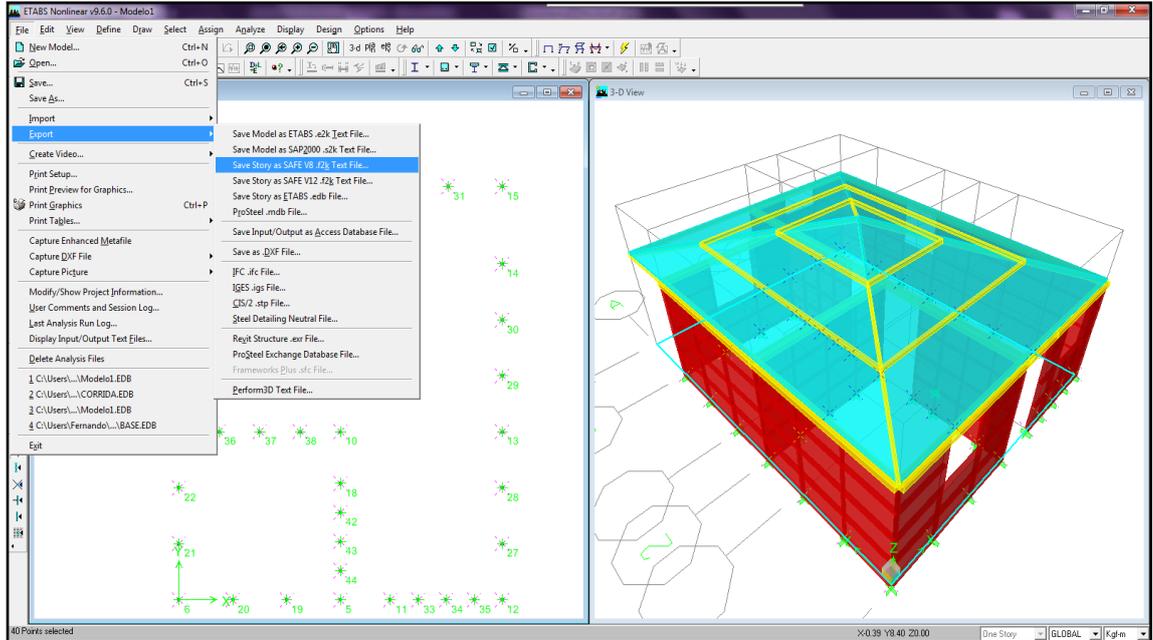


Ilustración 79: Pasos para exportar del Etabs V9.6.0 al Safe 13.3.1

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

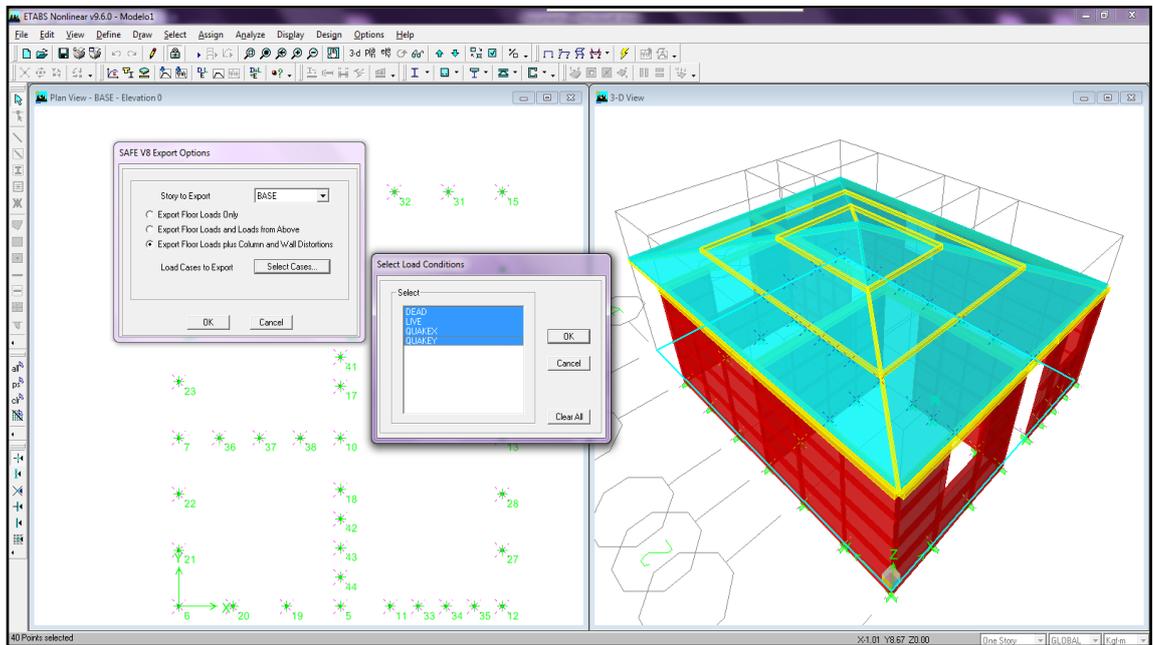


Ilustración 80: Pasos para seleccionar las condiciones de carga

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

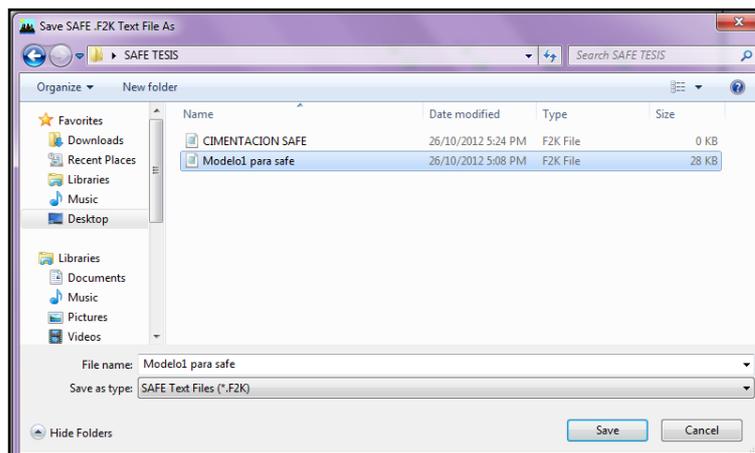


Ilustración 81: Selección del documento a ser exportado

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Abrir el programa SAFE V 12.3.1, Seleccione la opción File → Import → Safe.F2K.File... → Seleccionar archivo → Open

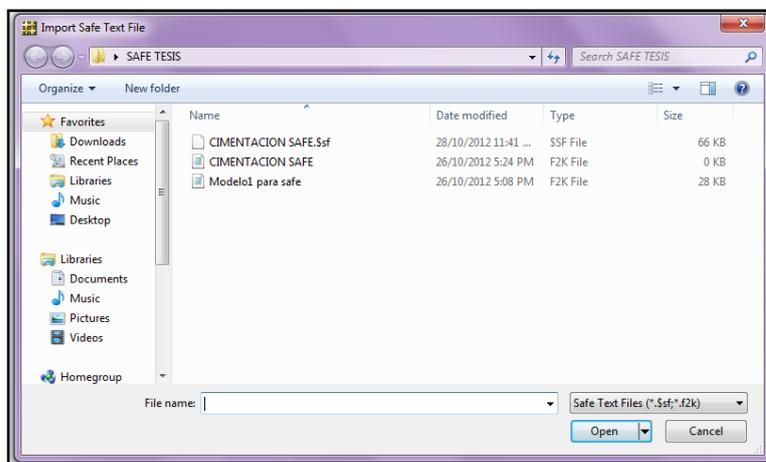


Ilustración 82: Selección del documento a ser importado

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Se obtendrá la siguiente ventana con la geometría y las reacciones del modelo.

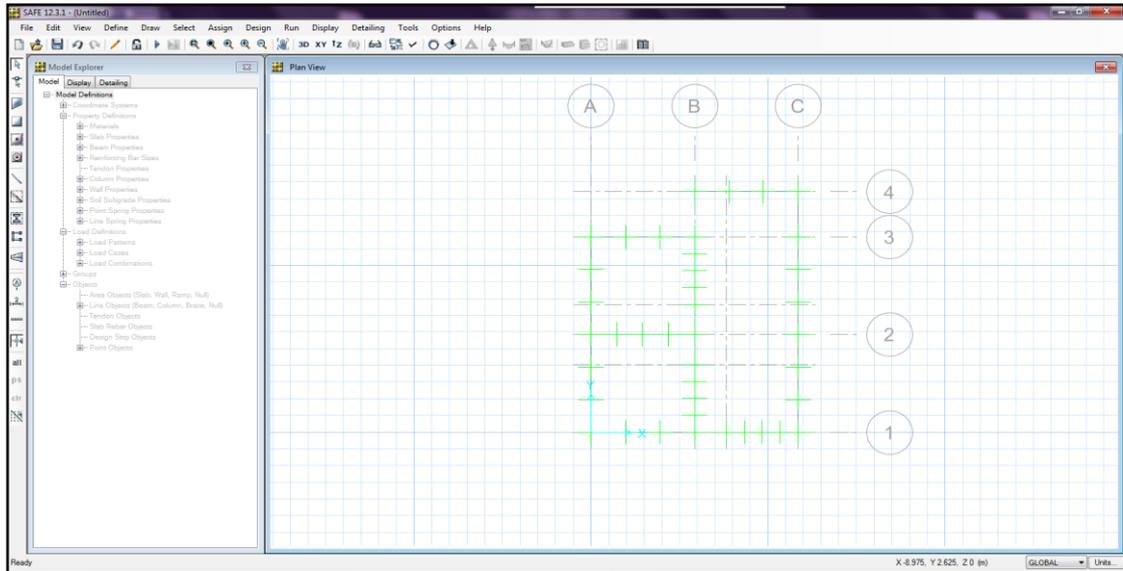


Ilustración 83: Ventana con la geometría de la cimentación

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Seleccione la opción Define → Materials... → Add New Material y configurar las siguientes propiedades del material.

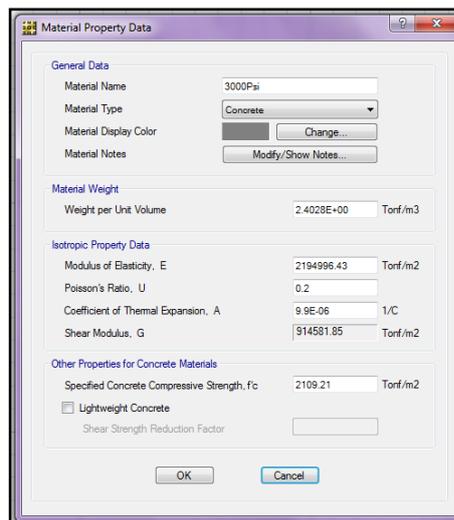


Ilustración 84: Datos de las propiedades de los materiales (Concreto)

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Seleccione la opción Define → Slab Properties... → Add New Properties y configurar las siguientes propiedades del Slab.

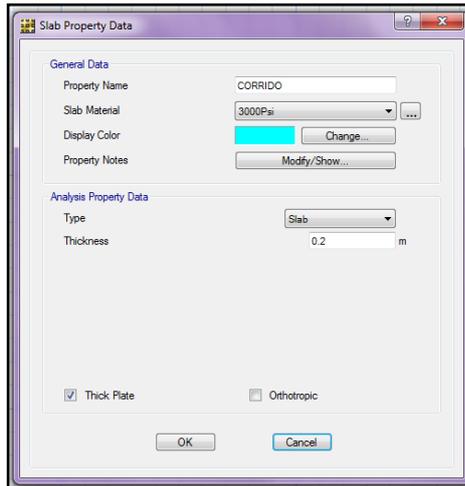


Ilustración 85: Datos de las propiedades de los materiales (cimentación corrida)

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Seleccione la opción Define → Soil Subgrade Properties.. → Add New Properties... y configurar las siguientes propiedades del suelo.

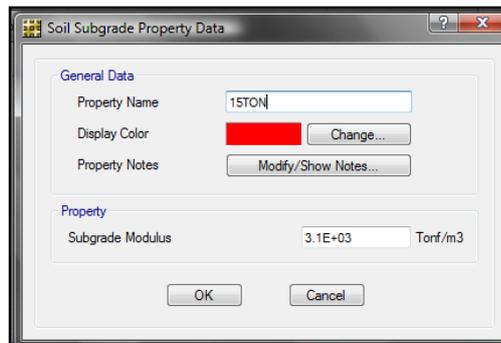


Ilustración 86: Datos de las propiedades del suelo

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Modulo de Reaccion del Suelo Datos para SAFE					
Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)	Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)	Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

Ilustración 87: Módulos de reacción del Suelo (conocido también como Coeficiente de Balasto o Modulo de Winkler)

Fuente: Guía Safe, Nelson Morrison

Se procede a dibujar la cimentación para lo cual se escoge la herramienta  (Quick Draw Slabs/Areas) y se procede a dibujar.

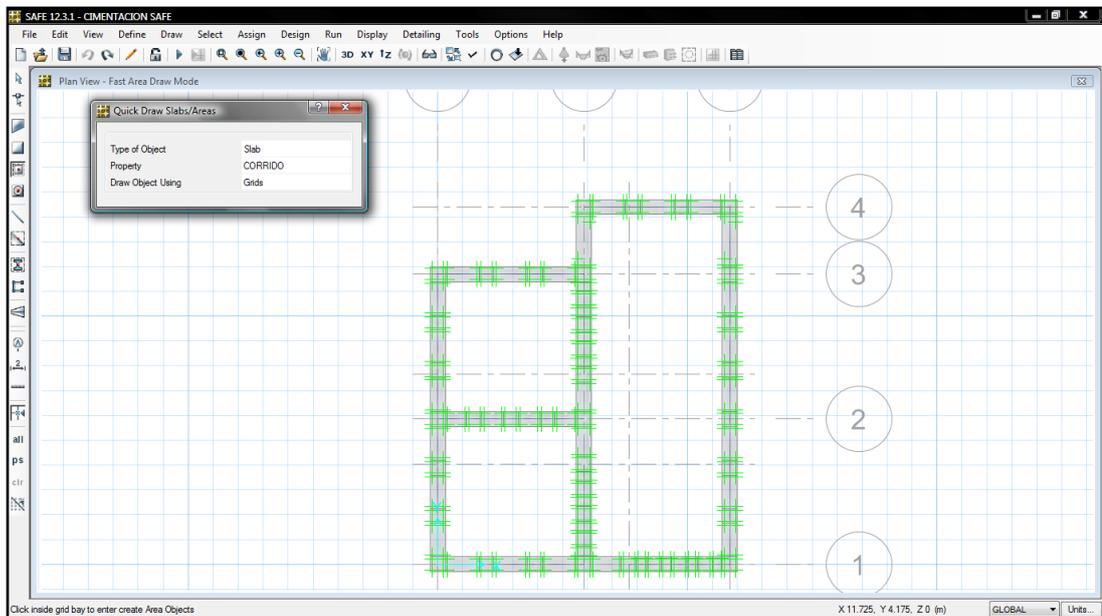


Ilustración 88: Dibujo de la cimentación corrida

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Seleccionar los elementos Slab de la cimentación corrida y seleccionar la opción Assign → Support Data.. → Soil Properties y seleccionar el tipo de soporte de suelo definido como se indica.

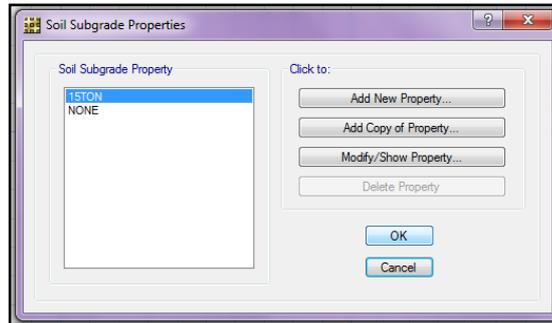


Ilustración 89: Soporte del suelo de la vivienda

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Seleccionar la opción Run Analysis & Design → Verificar los Resultados, seleccionar la opción Display → Show Reaction Forces... → Seleccionar Load Combination → Activar Soil Pressures → Apply → Close, como se muestra.

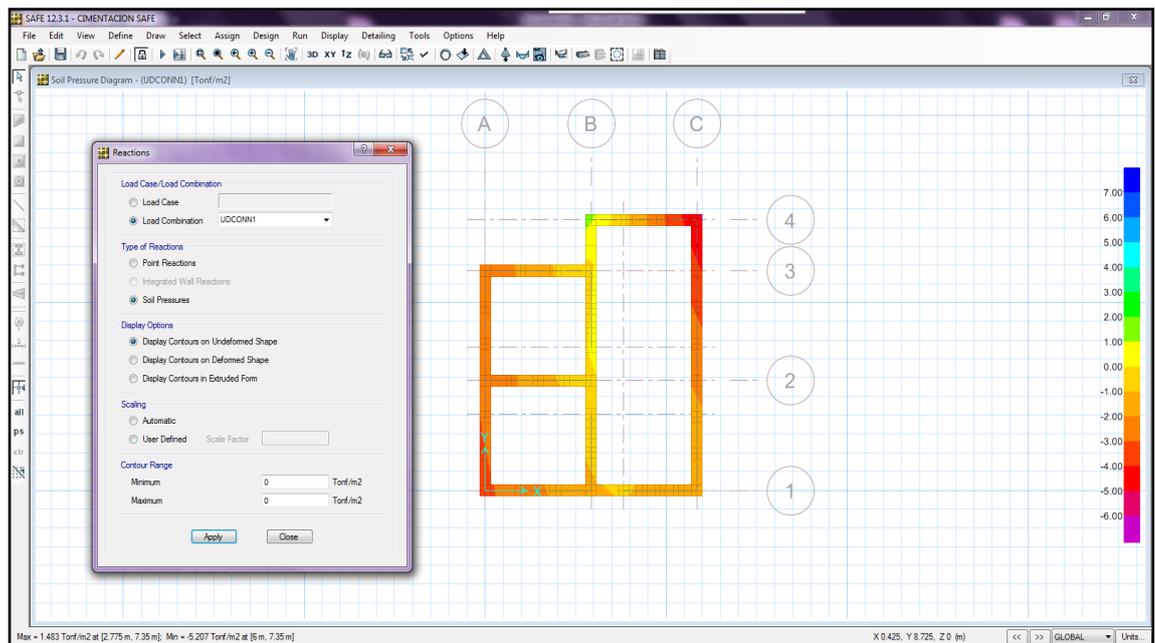


Ilustración 90: Verificación de los esfuerzos de la cimentación en función de la resistencia del suelo

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

La presión del suelo en ningún caso excede nuestro q_a adoptado de 15 ton/m². Chequear las armaduras del diseño en el programa, seleccionar la opción Display → Show Slab Design...

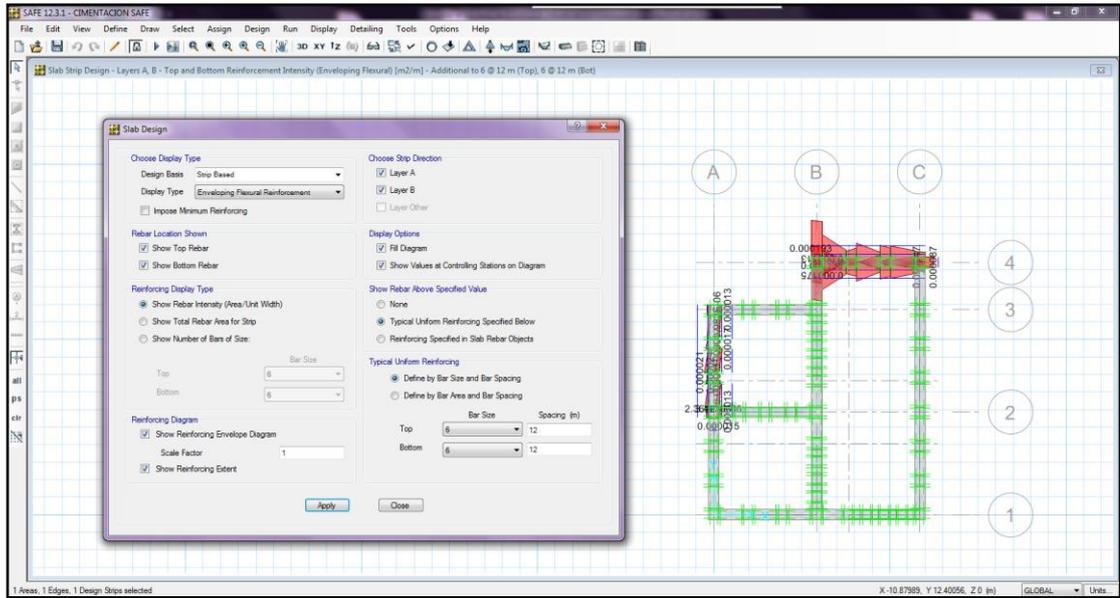


Ilustración 91: Chequeo del diseño de la sección
Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

6. DISCUSIÓN

El análisis hecho a las encuestas acerca de la producción, uso y control de calidad del bloque hueco de hormigón, realizado a los productores de la ciudad de Riobamba y la provincia de Chimborazo, identifica la carencia de producción del bloque tipo A, el cual es utilizado como elemento en la construcción de mampostería portante.

Razón por la cual se desarrolla una metodología para la elaboración a través de las proporciones del cemento Chimborazo y los áridos seleccionados, como son de las minas cerró negro (macadán) y la mina hormigones Moreno (arena), los cuales tienen una alta demanda por su buena calidad y se encuentran en la zona de alcance del estudio.

Los componentes para la elaboración del bloque hueco de hormigón tipo A, fueron debidamente ensayados en el laboratorio determinando las propiedades de los materiales, estos permitieron obtener las proporciones adecuadas de una dosificación inicial, que fue aplicada en la fábrica de producción buscando obtener a los 28 días de edad la resistencia especificada de $f'c = 60 \text{ kg/cm}^2$, de acuerdo a la norma INEN 643, para este tipo de bloque.

Luego de realizar un proceso adecuado de producción, almacenado, curado y transporte del producto obtenido con la primera dosificación planteada, no se obtuvo el resultado deseado en función de la resistencia $f'c = 60 \text{ kg/cm}^2$, debido a que existía demasiada fluidez en la mezcla de los materiales, razón por la cual fue necesario disminuir la cantidad de agua, determinándose un nuevo valor de relación a/c, para cumplir con la manejabilidad de la mezcla que requiere la máquina vibroprensadora de la fábrica Hormiblock. Obteniendo resultados satisfactorios, alcanzando una resistencia mayor a 6 MPa.

Con las características del bloque hueco de hormigón tipo A producido, se modela la estructura en un programa de análisis y diseño estructural tomando como base

al modelo arquitectónico de vivienda tipo Quintil 1 del ministerio de desarrollo urbano y vivienda “MIDUVI”.

6.1. Análisis, comparación y discusión de resultados

De acuerdo con la norma INEN 643, cumple la resistencia mínima a la compresión del bloque hueco de hormigón.

Tabla 64: Requisitos de resistencia a la compresión que deben cumplir los bloques huecos de hormigón.

Tipo de Bloque	Resistencia mínima a la compresión en MPa a los 28 días (Norma INEN 640).
A	6
B	4
C	3
D	2.5
E	2

Fuente: Norma INEN 643 “Bloques huecos de hormigón Requisito”

Se compara la resistencia final del bloque obtenido con la resistencia que presenta la norma Inen 643, llegando a superar a la especificada en la norma. Mediante la dosificación B.

Tabla 65: Dosificaciones utilizadas para el estudio

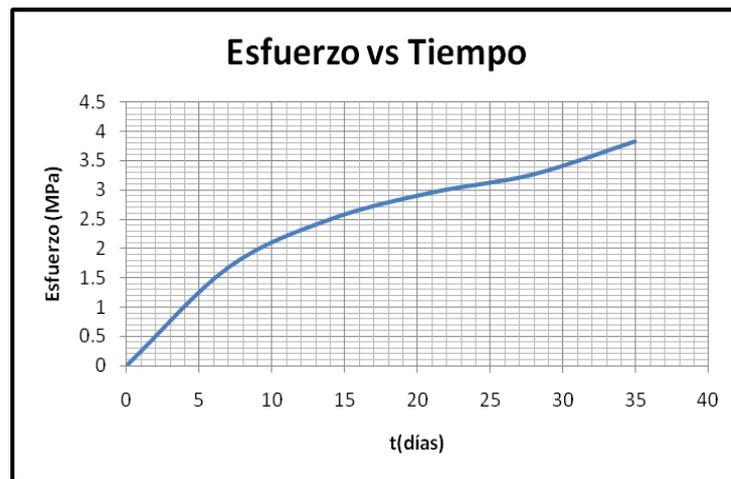
Dosificación para 6 MPa. Con áridos macadán y arena				
PRUEBAS	Agua (kg)	C: (cemento) (kg)	A.F: (Arena) (kg)	A.F: (Macadán) (kg)
Dosificación A	43.52	50.00	134.07	307.66
Dosificación B	32.83	50.00	134.07	307.66

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Se presenta en la siguiente tabla los resultados obtenidos de los ensayos a compresión y también la curva esfuerzo vs tiempo en forma grafica de las probetas producidas con la dosificación A.

Tabla 66: Curva esfuerzo vs tiempo.

Tiempo (Días)	Esfuerzo (MPa)
7	1.67
14	2.49
21	2.95
28	3.26
35	3.82



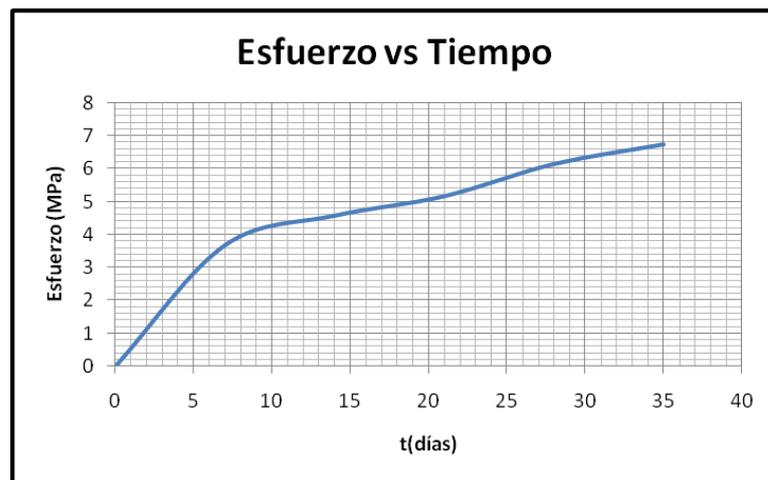
Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Obteniendo como resultado a la edad de 7 días se tiene una resistencia del 28 por ciento de su resistencia final, a los 14 días tiene una resistencia del 42 por ciento, a los 21 días tiene una resistencia del 49 por ciento, a los 28 días tiene una resistencia del 54 por ciento y a los 35 días tiene una resistencia del 64 por ciento. Es decir no alcanza el 100 por ciento de la resistencia requerida.

De igual forma se muestran los valores y la gráfica de los resultados obtenidos con la corrección de la relación agua/cemento empleada para la dosificación B.

Tabla 67: Curva esfuerzo vs tiempo

Tiempo (Días)	Esfuerzo (MPa)
7	3.68
14	4.57
21	5.16
28	6.14
35	6.74



Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Alcanzando los siguientes porcentajes en la curva esfuerzo vs tiempo a la edad de 7 días tiene una resistencia del 61 por ciento de su resistencia final, a los 14 días tiene una resistencia del 76 por ciento, a los 21 días tiene una resistencia del 86 por ciento, a los 28 días tiene una resistencia del 102 por ciento y a los 35 días tiene una resistencia del 112 por ciento. Es decir alcanza la resistencia que se estimó en el diseño, debido a que la mezcla es seca y la cantidad de exceso de agua disminuye considerablemente la resistencia en cualquier dosificación.

El porcentaje de resistencia a compresión f'_c obtenido con la dosificación B a los 28 días de edad se incrementa un 48 % mayor en relación a la dosificación A de prueba.

Los ensayos que exige la norma Inen 639, se realizó siguiendo los procedimientos establecidos dando como resultado:

Tabla 68: Resumen de los ensayos.

Dosificación	Determinación del Porcentaje de Absorción (%)	Determinación del Contenido de Humedad (%)	Determinación de la Densidad (kg/m ³)
Dosificación A	9.32	53.24	1896.70
Dosificación B	8.82	52.46	1969.82

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

Datos que sustentan el cumplimiento de cada una de las normas relacionadas con el control de calidad de los bloques huecos de hormigón y que abalizan la metodología de investigación desarrollada.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Una vez concluida la investigación se ha determinado las siguientes conclusiones:

- Como resultado del análisis estadístico de las encuestas hechas a los fabricantes, se observa claramente que en nuestra ciudad y provincia no existe producción del bloque hueco de hormigón tipo A (6 Mpa), y dejan ver otras falencias ya que no se lleva un control de calidad. Manteniéndose una producción empírica y artesanal en el medio.
- Se ha determinado en el laboratorio de ensayo de materiales, que los componentes seleccionados para la elaboración del bloque tipo A tiene buenas características en granulometría, peso específico, porcentaje de absorción, contenido de humedad y contenido de impurezas determinado por medio de los ensayos según las normas INEN.
- La resistencia a la compresión f_c , con la cantidad de agua de la dosificación inicial no alcanza el mínimo requerido de 6 MPa, debido a la alta fluidez que presenta esta primera mezcla, por tal razón se realizó la disminución en la cantidad de agua.
- Para conseguir la fluidez de la mezcla que requiere la máquina de vibro prensado hidráulico empleada en el presente estudio, fue necesario disminuir la cantidad de agua, determinándose un nuevo valor de relación a/c en 0.66.
- Empleando los materiales de las canteras de Cerro Negro (macadán), Penipe (arena) y el cemento Chimborazo, se ha elaborado la dosificación adecuada, obteniendo los resultados esperados en el producto final con una resistencia mayor a 6 MPa y cumpliendo con los requerimientos de la maquinaria de la fábrica Hormiblock.

- Se ha producido un bloque hueco de hormigón tipo A, de acuerdo a la norma INEN 639 cumpliendo con los ensayos de resistencia a la compresión, porcentaje de absorción, contenido de humedad y determinación de la densidad, con las siguientes características: dimensiones 15cm x 20cm x 40cm, con una resistencia a la compresión $f'c \geq 6$ MPa, con un peso promedio de 16.83 kg y un acabado exterior arquitectónicamente vistoso.
- El precio unitario del bloque hueco de hormigón tipo A obtenido en función de la dosificación final y los rendimientos de equipo, mano de obra propios de la fábrica Hormiblock es de 0.53/100 dólares..
- Se realizó un modelo estructural aplicando las propiedades del bloque hueco de hormigón tipo A, producido como elemento de mampostería parcialmente reforzada que simule el comportamiento de la estructura en una semejanza a la realidad, basado en la planta arquitectónica Quintil I (MIDUVI). Con la ayuda del programa Etabs (licencia educacional UNACH), el cual permite afinar el cálculo para el control de los requisitos establecidos en CEC 2002 así como el NEC 2011.
- El presupuesto referencial con el sistema constructivo de mampostería portante en comparación con el sistema tradicional del tipo de vivienda Quintil 1 del MIDUVI, es 1.23% más económico, además de presentar una mayor seguridad estructural, con un acabado arquitectónicamente vistoso.

7.2.Recomendaciones

- Se recomienda utilizar los materiales de la investigación por encontrarse dentro de la zona de influencia por tener gran demanda para la elaboración de hormigones profundizando el estudio de las propiedades del antes de llegar a determinar una dosificación final.

- En el caso de producción, se recomienda respetar la dosificación siempre y cuando se utilice maquinaria de vibropresado de similares características a la utilizada en esta investigación, para lograr resultados confiables.
- Se recomienda la aplicación de este tipo de mampuesto en la construcción de viviendas de interés social, debido a que presenta un buen comportamiento estructural en el modelo de vivienda planteado, proporcionando calidad a bajo costo.
- Se recomienda profundizar el estudio acerca de la aplicación de la mampostería portante elaborados con bloques huecos de hormigón por ser extensa y ampliamente desarrollados en otros países.

8. PROPUESTA

8.1. Título de la propuesta

“METODOLOGÍA PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A (6 MPa) Y EL USO COMO SISTEMA CONSTRUCTIVO EN UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL TIPO MIDUVI”.

8.2. Introducción

En la ciudad de Riobamba y en la provincia de Chimborazo al no existir producción del bloque hueco de hormigón tipo A, se requiere el desarrollo de una metodología que sea justificada técnicamente para su implementación, es así que fundamentado con la investigación realizada y respaldado por una base de datos confiable, obtenida en el laboratorio de ensayo de materiales, cumpliendo las normas INEN vigentes.

Se describe el procedimiento adecuado para la elaboración del bloque hueco de hormigón tipo A, aplicando una serie de consideraciones técnicas que permiten la obtención de un producto final de buena calidad.

Se aplica el bloque hueco de hormigón tipo A, en una de las alternativas constructivas como es la mampostería portante parcialmente reforzada, tomando datos del modelo estructural aplicado y cumpliendo las regulaciones de las normas ecuatorianas de la construcción NEC 2011.

8.3. Objetivos

8.3.1. Objetivo general:

- ✓ Elaborar bloques huecos de hormigón tipo A que sigan un proceso metodológico y aplicarlo en el sistema constructivo de un modelo de vivienda tipo MIDUVI.

8.3.2. Objetivos específicos:

- ✓ Aplicar la dosificación al peso determinada con los materiales de las minas cerro negro (macadán), la mina de los hormigones Moreno (arena) y cemento Chimborazo.
- ✓ Describir la metodología de elaboración del bloque hueco de hormigón tipo A (6 MPa), elaborado en la fábrica Hormiblock.
- ✓ Realizar una descripción global del proyecto indicando las características de los materiales utilizados, método de análisis y diseño adoptado.
- ✓ Trazar la propuesta de planos estructurales y arquitectónicos.
- ✓ Realizar un análisis comparativo del presupuesto referencial del sistema constructivo actual vs el sistema constructivo propuesto.

8.4. Fundamentación Científico- Técnica

El bloque hueco de hormigón tipo A debe cumplir con la norma Inen 643 (Requisitos), e indica que se utiliza en los bloques huecos de hormigón de cemento que se emplean en la construcción de paredes, paredes soportantes, paredes divisorias no soportantes y losas alivianadas de hormigón armado. Los requisitos que debe cumplir es que debe tener una resistencia mínima a la compresión de 6 MPa y un porcentaje de absorción de agua menor al 15 por ciento.

8.4.1. Muestreo, inspección y recepción (INEN 639).

El conjunto de bloques que tengan la misma forma, dimensión y que hayan sido fabricados en condiciones similares, se los denomina lote, Se debe tomar en cuenta una muestra de cada lote para ensayarlos. El número de unidades de cada muestra depende del número de bloques que contenga el lote.

Tabla 69: Criterio de aceptación o rechazo de los lotes de inspección.¹

TAMAÑO DE LOTE	Muestra	Ac1	Re1	Ac1	Re2
Hasta 1200	3	0	2	1	2
De 1200 a 35000	5	0	3	3	4
Más de 35000	8	1	4	4	5

8.4.2. Clasificación y condiciones generales (INEN 638)

Esta norma comprende los bloques huecos de hormigón de cemento que se emplean en la construcción de paredes portantes, paredes divisorias no portantes y losas alivianadas de hormigón armado.

Los bloques huecos de hormigón de acuerdo a su uso en cinco tipos y estos son:

Tabla 70: Bloques huecos de hormigón uso y resistencia mínima a la compresión

Tipo de Bloque	Resistencia mínima a la compresión en Mpa a los 28 días (Norma INEN 640).	Uso (Norma INEN 638).
A	6	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.
B	4	Paredes exteriores de carga, con revestimiento. Paredes interiores de carga, con revestimiento.
C	3	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.
D	2.5	Paredes divisorias de carga, sin revestimiento. Paredes divisorias de carga, con o sin revestimiento.
E	2	Losas alivianadas de hormigón armado.

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

El control de calidad es un proceso muy delicado en cuanto a que tiene que ver a proceso de producción, debido a que se debe controlar tanto la materia prima

¹ NTE INEN 639. Código CO 02.08-201. 1981-11-11. BLOQUES HUECOS DE HORMIGON MUESTREO, INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN. ECUADOR.

como el producto final, se resume en el siguiente flujograma del proceso de producción con las normas INEN vigentes.

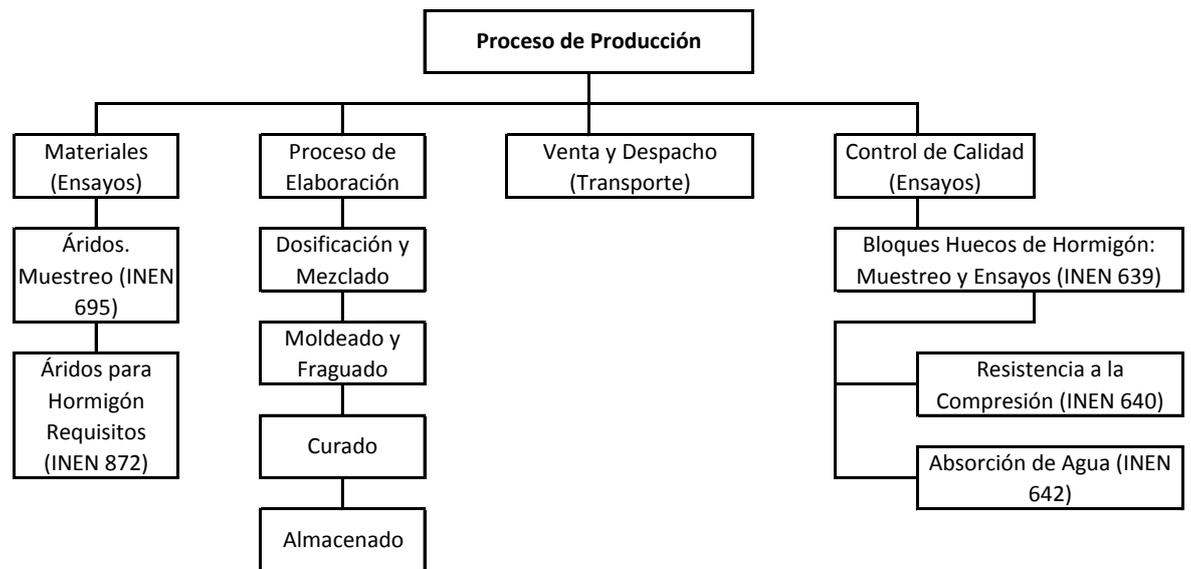


Ilustración 92: Proceso de producción.

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

8.5. Descripción de la propuesta.

8.5.1. Proceso de producción del bloque hueco de hormigón tipo A (6 MPa).

Selección de los Materiales.

Los materiales seleccionados para el bloque hueco de hormigón son: la arena y el macadán, debido a sus buenas propiedades y a la carencia de impurezas orgánicas que presentan. Se dosifico las proporciones de los materiales al peso.

Herramientas y Equipos

- ✓ Maquina vibroprensadora hidráulica (especificaciones técnicas: Columbia Machine USA, modelo 10ABH15, capacidad 5 Tn, sistema hidráulico, bomba de paletas 30 galones / minuto, 1000 PSI de presión).
- ✓ Carretilla.
- ✓ Sacos.
- ✓ Palas.
- ✓ Balanza.

- ✓ Agregados (arena y macadán).

Dosificación y Mezclado

Se coloca las proporciones de los agregados y se procede a la mezcla mecánicamente en seco por un lapso de 15 segundos. Se agrega agua poco a poco hasta obtener una consistencia adecuada de manejabilidad, para su uniformidad se mezcla todos los materiales en un tiempo de 1 minuto con 30 segundos.

La dosificación correcta para la elaboración del bloque hueco de hormigón se elaboro de acuerdo al siguiente procedimiento:

Dosificación típica para f'c 6 MPa, por el método de la densidad óptima de una mezcla de agregados.

- Asumir la cantidad de A.F. para cada bloque de hormigón en Kg.
- Definir el número de bloques a elaborar.
- Calcular la cantidad de áridos finos a utilizar.
- Calcular la densidad D_{ss} de una mezcla de agregados.

$$D_{ss}(\text{mezcla de aridos}) = \%A. F * D_{ss}(A. F) + \%A. G * D_{ss}(A. G)$$

- Calculo del % de vacios.

$$\%vacios = \left[1 - \frac{\delta(\text{aparente compactada})}{D_{ss}(\text{mezcla de aridos})} \right] * 100$$

Nota: si % vacios es menor del 25%, tomar el 25% del porcentaje de vacios.

- Calcular el volumen aparente compactado de la mezcla.

$$\text{Volumen ap (mezcla)} = \frac{\text{Masa (mezcla)}(A. F + A. G)}{\delta_{\text{mezcla}}(\text{aparente compactada})}$$

- Volumen de la pasta.

Calculo por regla de tres simple:

$$\text{Volumen (mezcla)} \rightarrow 100\%$$

$$\text{Volumen (vacío)} \rightarrow \%vacios$$

- Seleccionar la relación agua/cemento.

La relación agua/cemento determinada para obtener un bloque de f'c= 6 MPa bajo las condiciones de la maquinaria utilizada tiene un valor de 0.66.

- Calcular de densidad de la pasta.

$$\delta(\text{pasta}) = \frac{1 + \frac{\text{agua}}{\text{cemento}}}{\frac{1}{\delta(\text{cemento})} + \frac{\frac{\text{agua}}{\text{cemento}}}{1}}$$

j) Calcular la masa de la pasta.

$$\text{Masa (pasta)} = \delta (\text{pasta}) * \text{volumen (pasta)}$$

k) Calcular la cantidad de agua.

$$\text{Agua} = \frac{\text{Masa (pasta)} * \text{cantidad agua} \left(\frac{\text{agua}}{\text{cemento}}\right)}{1 + \frac{\text{agua}}{\text{cemento}}}$$

l) Calcular la cantidad de cemento.

$$\text{Cemento} = \frac{\text{Masa (pasta)} * \text{cantidad cemento} \left(\frac{\text{agua}}{\text{cemento}}\right)}{1 + \frac{\text{agua}}{\text{cemento}}}$$

Nota: la suma de agua y cemento debe ser igual a la masa de la pasta.

m) Dosificación teórica inicial.

Agua (A): Cemento (C): Árido Fino (A.F): Árido Grueso (A.G)

n) Corrección por humedad. Estado de los agregados (sss).

$$\% \text{humedad(A.G)} = \frac{(100 + \% \text{humedad (A.G)}) * \text{Cantidad (A.G)}}{(100 + \% \text{absorcion (A.G)})}$$

$$\% \text{humedad(A.F)} = \frac{(100 + \% \text{humedad (A.F)}) * \text{Cantidad (A.F)}}{(100 + \% \text{absorcion (A.F)})}$$

o) Dosificación por corrección de humedad.

Agua (A): Cemento (C): Árido Fino (A.F): Árido Grueso (A.G)

Moldeado y Fraguado

Después del mezclado se abre la compuerta y mediante la banda transportadora lleva la mezcla a la maquina vibro prensadora donde se llena el molde conforme se va vibrando hasta completar su superficie. Sube la vibradora luego de compactar en un tiempo de 15 segundos, se realiza el desmolde con cuidado sobre tableros y en cada tablero sale 3 bloques de 15cmx20cmx40cm.

Almacenamiento

Cada tablero es colocado manualmente en las perchas de almacenaje que se encuentran ubicadas al pie de la maquina vibro prensadora, las mismas que tienen una capacidad de almacenaje de 24 tableros. Luego de llenarse las perchas con los

tableros son trasportado con un montacargas a un lugar cubierto pero con ventilación natural.

Curado

El proceso de curado se realiza de forma permanente por un lapso de tiempo de 10 minutos con agua potable, en un horario regular de 2 veces al día por 7 días.

Selección de los Materiales	Herramientas y Equipos
	
Dosificación y Mezclado	Moldeado y Fraguado
	
Almacenamiento	Curado
	

Ilustración 93: Proceso de Producción
Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

8.5.2. Sistema constructivo del modelo de vivienda tipo MIDUVI.

a) Descripción global del proyecto:

De los tipos de sistemas para mampostería de carga que señala el NEC 2011 en su capítulo 6, el adecuado para un tipo de vivienda de interés social en el que influye la economía es **mampostería parcialmente reforzada**, el cual manifiesta “es la estructura conformada por piezas de mampostería de perforación vertical unidas por medio de mortero, reforzada internamente con barras y alambres de acero”.

b) Características del Bloque hueco de hormigón tipo A.

Dimensiones	15cm x 20cm x 40cm
Resistencia a la compresión	$f'u \geq 6$ MPa
Peso promedio	16.83 kg

Concreto Riostras y Cadena:

Resistencia cilíndrica hormigón	$f'c = 210$ kg/cm ²
---------------------------------	--------------------------------

Acero de refuerzo:

Esfuerzo de fluencia del refuerzo	$f_y = 4200$ kg/cm ²
-----------------------------------	---------------------------------

Mampostería Portante:

Unidad de albañilería bloque hueco de hormigón tipo A.

Juntas: 2.00 cm

Tipo de mortero de pega:

Tipo M15

$f'_{cp} = 15$ MPa

Dosificación (c:a) 1 : 3

Mortero de mortero de relleno:

Tipo M15

$f'_{cp} = 15$ MPa

Dosificación (c:a) 1 : 3

c) Método de análisis y diseño adoptado.

El análisis del comportamiento estructural, se encuentra desarrollado y fundamentado en los resultados de la investigación y el método de diseño adoptado es resultado del análisis comparativo de dos normas de diseño como son

el código de construcción en mampostería de República Dominicana y las normas ecuatorianas de la construcción NEC 2011. En base a las consideraciones mínimas de refuerzo en muros armados en 2 direcciones y mampostería parcialmente reforzada respectivamente, debido a las exigencias que presenta cada uno de los códigos el factor que lleva a definir el sistema constructivo propuesto es la economía por ser un modelo de vivienda de interés social.

d) Planos arquitectónicos y estructurales.

Aplicando el sistema constructivo propuesto se detalla los planos arquitectónicos y estructurales adjuntados al anexo C.

e) Presupuesto referencial.

Se toma como referencia para la comparación, el presupuesto referencial actual para el modelo de vivienda Quintil 1 del MIDUVI con el modelo de vivienda planteado en la investigación.

Los rubros que se han creado para el sistema estructural de mampostería parcialmente reforzada son referenciales y se encuentra detallado en el anexo B. Debido a que se han modificado algunos rubros, se realiza un análisis de precios unitarios.

Tabla 71: Presupuesto referencial de la vivienda tipo MIDUVI quintil 1 incluido U.B.S (sistema tradicional).

REPÚBLICA DEL ECUADOR					
MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA					
DIRECCIÓN PROVINCIAL DE CHIMBORAZO					
PRESUPUESTO VIVIENDA QUINTIL 1-SISTEMA TRADICIONAL INCLUIDO U.B.S.					
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
I PRELIMINARES				Subtotal 1	\$ 58.63
1.1	Replanteo	40.10	m ²	\$ 0.79	\$ 31.68
1.2	Excavación a mano	5.38	m ³	\$ 5.01	\$ 26.95
II ESTRUCTURA				Subtotal 2	\$ 1,191.67
2.1	Plintos de Hormigón Ciclópeo f'c = 180 kg/cm ²	1.94	m ³	\$ 83.80	\$ 162.57
2.2	Cimientos de Hormigón Ciclópeo f'c = 180 kg/cm ²	3.44	m ³	\$ 82.92	\$ 285.24
2.3	Cadenas Inferiores de Hormigón Simple f'c = 210 kg/cm ²	0.91	m ³	\$ 142.46	\$ 129.64
2.4	Columnas de Hormigón Simple f'c = 210 kg/cm ²	0.46	m ³	\$ 161.91	\$ 74.48
2.5	Cadenas Superiores de Hormigón Simple f'c = 210 kg/cm ²	1.10	m ³	\$ 163.27	\$ 179.60
2.6	Dinteles de Hormigón Simple f'c = 210 kg/cm ²	0.11	m ³	\$ 143.47	\$ 15.78
2.7	Columna electrosoldada ø7×ø4×10×10cm tipo C1	28.65	m	\$ 2.79	\$ 79.93
2.8	Viga electrosoldada ø7×ø4×10×10cm tipo V1	90.90	m	\$ 2.81	\$ 255.43
2.9	Escalerilla electrosoldada ø4.5×ø3.5×10×8cm tipo E1	12.85	m	\$ 0.70	\$ 9.00
III MAMPOSTERIA				Subtotal 3	\$ 1,033.89
3.1	Mampostería de ladrillo común revocado	69.46	m ²	\$ 13.64	\$ 947.43
3.2	Mesón de cocina f'c = 180 kg/cm ² e = 6 cm.	2.85	m	\$ 26.44	\$ 75.35
3.3	Bordillo de tina de baño f'c = 180 kg/cm ² e = 5 cm.	1.23	m	\$ 9.03	\$ 11.11
IV ENLUCIDOS				Subtotal 4	\$ 363.82
4.1	Enlucido de mampostería	26.11	m ²	\$ 6.03	\$ 157.44
4.2	Enlucido de Filos de Puertas y Ventanas	24.98	m	\$ 3.34	\$ 83.43
4.3	Enlucido de Vigas y Columnas	19.96	m ²	\$ 6.16	\$ 122.95
V PISOS				Subtotal 5	\$ 889.66
5.1	Empedrado de contrapiso	34.55	m ²	\$ 4.17	\$ 144.07
5.2	Contrapiso de Hormigón Simple f'c = 180 kg/cm ² e = 6 cm. (incluye masilla)	34.55	m ²	\$ 8.67	\$ 299.55
5.3	Cerámica en piso color claro, tipo comercial	34.55	m ²	\$ 12.91	\$ 446.04
VI CARPINTERIA MADERA Y ALUMINIO				Subtotal 6	\$ 691.36
6.1	Puerta metálica de tol doblado, incluye marco	2.00	u	\$ 96.93	\$ 193.86
6.2	Puerta de madera 2 paneles, incl. Barnizado	3.00	u	\$ 101.99	\$ 305.97
6.3	Ventanas de aluminio y vidrio claro e=4 mm.	3.66	m ²	\$ 52.33	\$ 191.53
VII CUBIERTA				Subtotal 7	\$ 916.92
7.1	Correa metálica tipo G 80×40×15×1.5 mm. incl. pintura anticorrosiva	52.94	m ²	\$ 3.36	\$ 177.88
7.2	Cubierta metálica prepintada incl. Aislante	52.94	m ²	\$ 13.96	\$ 739.04
VIII APARATOS SANITARIOS				Subtotal 8	\$ 182.35
8.1	Lavaplatos de acero inoxidable un pozo y una falda metálico	1.00	u	\$ 54.00	\$ 54.00
8.2	Rejilla de piso 2" aluminio	1.00	u	\$ 2.30	\$ 2.30
8.3	Lavamanos blanco una llave	1.00	u	\$ 40.84	\$ 40.84
8.4	Inodoro blanco nacional	1.00	u	\$ 73.81	\$ 73.81
8.5	Ducha sencilla	1.00	u	\$ 11.40	\$ 11.40
IX INSTALACIONES HIDRO SANITARIAS				Subtotal 9	\$ 202.05
9.1	Instalación de agua potable PVC ½"	4.00	pto	\$ 15.25	\$ 61.00
9.2	Canalización PVC 50mm.	3.00	pto	\$ 13.12	\$ 39.36
9.3	Canalización PVC 110mm.	1.00	pto	\$ 11.87	\$ 11.87
9.4	Descarga de aguas servidas a zanja de infiltración PVC 50mm. perforada	6.00	m	\$ 2.78	\$ 16.68
9.5	Descarga de aguas servidas a pozo séptico PVC 110mm.	4.85	m	\$ 4.76	\$ 23.09
9.7	Tapa y brocal de pozo séptico	1.00	u	\$ 50.05	\$ 50.05
X INSTALACIONES ELECTRICAS				Subtotal 10	\$ 211.70
10.1	Iluminación	6.00	pto	\$ 18.91	\$ 113.46
10.2	Tomacorrientes dobles	4.00	pto	\$ 12.64	\$ 50.56
10.3	Caja térmica de 4 puntos	1.00	u	\$ 47.68	\$ 47.68
XI ACABADOS				Subtotal 11	\$ 457.95
11.1	Cerámica en paredes color claro, tipo comercial	14.68	m ²	\$ 12.71	\$ 186.58
11.2	Cerámica en mesón de cocina color claro, tipo comercial	1.50	m ²	\$ 12.41	\$ 18.62
11.3	Pintura blanca sobre pared revoque	84.79	m ²	\$ 1.82	\$ 154.32
11.4	Pintura látex interior/externo sobre enlucido	40.34	m ²	\$ 2.44	\$ 98.43
SubTotal				\$ 6,200.00	
Apoyo Económico				\$ 6,200.00	
Aporte Beneficiario				\$ -	
TOTAL				\$ 6,200.00	

Fuente: Presupuesto referencial MIDUVI

**Tabla 72: Presupuesto referencial de la vivienda tipo MIDUVI quintil 1
incluido U.B.S (mampostería portante).**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL					
PRESUPUESTO VIVIENDA QUINTIL 1 - MAMPOSTERIA PORTANTE INCLUIDO U.B.S.					
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
I	PRELIMINARES			Subtotal 1	\$ 53.97
1.1	Replanteo	40.10	m ²	\$ 0.79	\$ 31.68
1.2	Excavación a mano	4.45	m ³	\$ 5.01	\$ 22.29
II	ESTRUCTURA			Subtotal 2	\$ 1,218.76
2.1	Replanteo de Hormigon Simple f _c =140 kg/cm ²	1.48	m ³	\$ 93.48	\$ 138.35
2.2	Cimentacion Corrida de Hormigon Simple f _c =210 kg/cm ²	2.29	m ³	\$ 142.46	\$ 326.23
2.3	Riostras de confinamiento de Hormigon Simple f _c =210 kg/cm ²	0.57	m ³	\$ 163.27	\$ 93.06
2.4	Acero de Refuerzo f _y =4200 Kg/cm ²	332.22	Kg	\$ 1.99	\$ 661.12
III	MAMPOSTERIA			Subtotal 3	\$ 1,143.31
3.1	Mampostería portante de bloque hueco de hormigon e=0.15m, revocado	70.41	m ²	\$ 15.01	\$ 1,056.85
3.2	Mesón de cocina f _c = 180 kg/cm ² e = 6 cm.	2.85	m	\$ 26.44	\$ 75.35
3.3	Bordillo de tina de baño f _c = 180 kg/cm ² e = 5 cm.	1.23	m	\$ 9.03	\$ 11.11
IV	ENLUCIDOS			Subtotal 4	\$ 115.73
4.2	Enlucido de Filos de Puertas y Ventanas	34.65	m	\$ 3.34	\$ 115.73
V	PISOS			Subtotal 5	\$ 889.66
5.1	Empedrado de contrapiso	34.55	m ²	\$ 4.17	\$ 144.07
5.2	Contrapiso de Hormigón Simple f _c = 180 kg/cm ² e = 6 cm. (incluye masillado tipo)	34.55	m ²	\$ 8.67	\$ 299.55
5.3	Cerámica en piso color claro, tipo comercial	34.55	m ²	\$ 12.91	\$ 446.04
VI	CARPINTERIA MADERA Y ALUMINIO			Subtotal 6	\$ 691.36
6.1	Puerta metálica de tol doblado, incluye marco	2.00	u	\$ 96.93	\$ 193.86
6.2	Puerta de madera 2 paneles, incl. Barnizado	3.00	u	\$ 101.99	\$ 305.97
6.3	Ventanas de aluminio y vidrio claro e=4 mm.	3.66	m ²	\$ 52.33	\$ 191.53
VII	CUBIERTA			Subtotal 7	\$ 956.93
7.1	Correa metálica tipo G 80×40×15×1.5 mm. incl. pintura anticorrosiva	55.25	m ²	\$ 3.36	\$ 185.64
7.2	Cubierta metálica prepintada incl. Aislante	55.25	m ²	\$ 13.96	\$ 771.29
VIII	APARATOS SANITARIOS			Subtotal 8	\$ 182.35
8.1	Lavaplatos de acero inoxidable un pozo y una faldita metálica	1.00	u	\$ 54.00	\$ 54.00
8.2	Rejilla de piso 2" aluminio	1.00	u	\$ 2.30	\$ 2.30
8.3	Lavamanos blanco una llave	1.00	u	\$ 40.84	\$ 40.84
8.4	Inodoro blanco nacional	1.00	u	\$ 73.81	\$ 73.81
8.5	Ducha sencilla	1.00	u	\$ 11.40	\$ 11.40
IX	INSTALACIONES HIDRO SANITARIAS			Subtotal 9	\$ 202.05
9.1	Instalación de agua potable PVC ½"	4.00	pto	\$ 15.25	\$ 61.00
9.2	Canalización PVC 50mm.	3.00	pto	\$ 13.12	\$ 39.36
9.3	Canalización PVC 110mm.	1.00	pto	\$ 11.87	\$ 11.87
9.4	Descarga de aguas servidas a zanja de infiltración PVC 50mm. perforada	6.00	m	\$ 2.78	\$ 16.68
9.5	Descarga de aguas servidas a pozo séptico PVC 110mm.	4.85	m	\$ 4.76	\$ 23.09
9.7	Tapa y brocal de pozo séptico	1.00	u	\$ 50.05	\$ 50.05
X	INSTALACIONES ELECTRICAS			Subtotal 10	\$ 211.70
10.1	Iluminación	6.00	pto	\$ 18.91	\$ 113.46
10.2	Tomacorrientes dobles	4.00	pto	\$ 12.64	\$ 50.56
10.3	Caja térmica de 4 puntos	1.00	u	\$ 47.68	\$ 47.68
XI	ACABADOS			Subtotal 11	\$ 457.95
11.1	Cerámica en paredes color claro, tipo comercial	14.68	m ²	\$ 12.71	\$ 186.58
11.2	Cerámica en mesón de cocina color claro, tipo comercial	1.50	m ²	\$ 12.41	\$ 18.62
11.3	Pintura blanca sobre pared revoque	84.79	m ²	\$ 1.82	\$ 154.32
11.4	Pintura látex interior/externo sobre enlucido	40.34	m ²	\$ 2.44	\$ 98.43
	SubTotal			\$	6,123.77
	Apoyo Económico			\$	6,123.77
	Aporte Beneficiario			\$	-
	TOTAL			\$	6,123.77

Elaborado por: Byron Quishpi, José Luis Guevara

8.6. Diseño Organizacional.

Debido a que la investigación se realizó en la Universidad Nacional de Chimborazo por ser experimental, se utilizó el laboratorio de ensayo de materiales

para determinar las características de los áridos. Posteriormente se elaboró el bloque hueco de hormigón en la fábrica Hormiblock, se continúa con la investigación para comprobar la resistencia, porcentaje de absorción, contenido de humedad y densidad del bloque. Esta investigación ha cumplido con el plan propuesto para la investigación.

8.7. Monitoreo y Evaluación de la propuesta.

Se propuso elaborar el bloque hueco de hormigón debido al desconocimiento por parte del productor como del constructor.

Para su monitoreo se procedió a seguir los siguientes pasos:

1. Mediante el uso de encuestas a los productores.
2. Ensayos a los materiales de la zona de estudio.
3. Aplicando la dosificación para la elaboración del bloque hueco de hormigón de 6 MPa.

Para la evaluación se comprobó después de los 28 días de la fabricación:

4. Comprobando el cumplimiento de la norma Inen 643, a través de ensayos.
5. Proponiendo una vivienda de interés social como solución habitacional.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. NEVILLE, Adam M: Tecnología del concreto, (1.979), Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C., México.
2. Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción. 2011. NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción); Quito – Ecuador. Capitulo 6 Mampostería Estructural.
3. CAMANIERO Raúl. 1997. Dosificación de Mezclas; Quito - Ecuador.
4. M.Sc. Marcelo Romo Proaño. 2006. Temas de Concreto Armado; Quito – Ecuador. Capitulo 1 Fundamentos de Hormigón Simple.
5. Inga Gerardo A. Ribera. 1998. Concreto Simple; Colombia. Capitulo 2 Agregados para mortero o concreto.
6. Gispert Carlos. Biblioteca Atrium de la Construcción Materiales para la Construcción. Tomo 2.
7. Arq. Manuel Moas. 1993. Manual para la construcción de viviendas de un piso con bloques de concreto; San José – Costa Rica, Editora ISBN. Capítulo I y III.
8. Ing. Eddy Bravo Trejos. 1997. Manual de Construcción con Bloques de Concreto; San José – Costa Rica, Editora KS Publicidad. Capítulo I, Pág. 5-13.
9. Dr Ing. Xavier Arrieta Freire. 2001. Fabricación de bloques de concreto; Lima – Perú, PC CISMITE.
10. Ing. Samuel Laura Huanca. Marzo 2006. Diseño de mezclas de concreto; Lima – Perú, Facultad de Ingeniería Civil, UNA/FICA/EPIC.
11. NORMA NTE INEN 152. Cemento Portland. Requisitos. Tercera Revisión. Quito, 2005-03.
12. NORMA NTE INEN 156. Cemento Hidráulico. Determinación de la Densidad. Segunda Revisión. Quito, 2009-06.
13. NORMA NTE INEN 858 Masa Unitaria Suelta del Cemento y del Árido Fino. Segunda Revisión. Quito, 2009-06.
14. NORMA NTE INEN 856 Determinación de la Densidad y absorción de agua del Árido Fino. Segunda Revisión. Quito, 2009-06.

15. NORMA NTE INEN 855 Determinación de las impurezas orgánicas en el Árido Fino. Segunda Revisión. Quito, 2009-06.
16. NORMA NTE INEN 862 Determinación del contenido total de humedad del Árido Fino. Segunda Revisión. Quito, 2009-06.
17. NORMA NTE INEN 638. Bloques Huecos de Hormigón. Definiciones, Clasificación y Condiciones Generales. Primera Revisión. Quito, 1993-09.
18. NORMA NTE INEN 639. Bloques Huecos de Hormigón. Muestreo, Inspección y Recepción. Primera Revisión. Quito, 1993-09.
19. NORMA NTE INEN 640. Bloques Huecos de Hormigón. Resistencia a la Compresión. Primera Revisión. Quito, 1993-09.
20. NORMA NTE INEN 642. Bloques Huecos de Hormigón. Determinación de la Absorción de Agua. Primera Revisión. Quito, 1993-09.
21. NORMA NTE INEN 643. Bloques Huecos de Hormigón. Requisitos. Primera Revisión. Quito, 1993-09.
22. NORMA NTE INEN 1548. Cemento Portland IE. Requisitos. Primera Revisión. Quito, 1990-07.
23. NORMA NTE INEN 2380. Cementos Hidráulicos. Requisitos de desempeño. Primera Revisión. Quito, 2005-03.
24. Pilar Vilches Conde y Paqui Munuera Montero. Muros de carga y separación.
25. Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona-España. 1993 (Autor Nelson Morrison).

10. ANEXOS

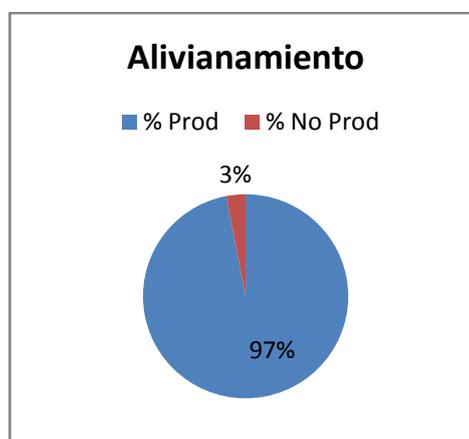
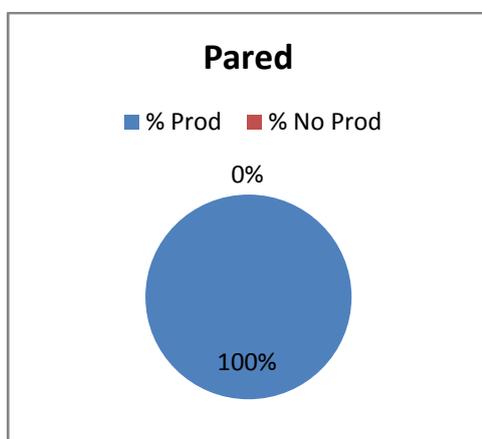
- Anexo A

Tabulación de datos de las encuestas elaboradas a los productores de bloques de la provincia de Chimborazo.

1. Que tipos de bloques produce su fábrica.

Análisis por Unidad

TIPOS DE BLOQUES	Análisis por Unidad	
	% Prod	% No Prod
Pared	100	0
Alivianamiento	97	3



Análisis:

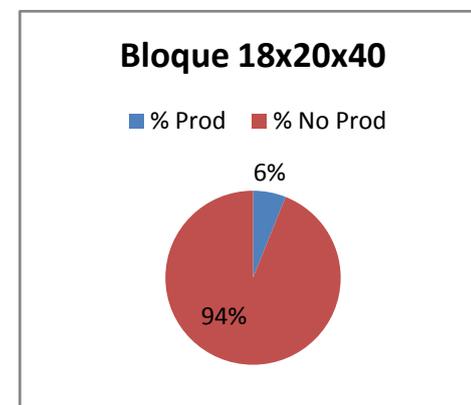
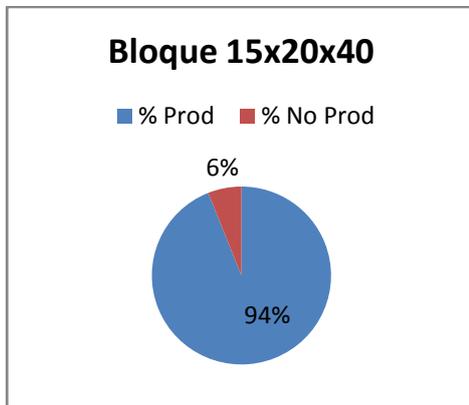
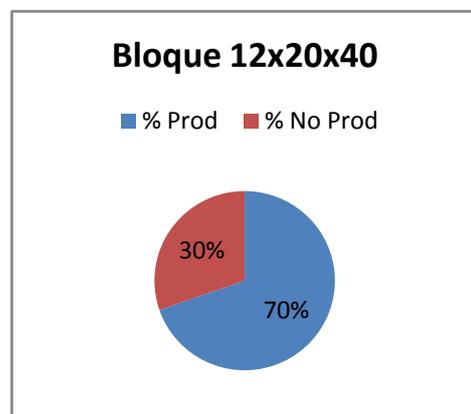
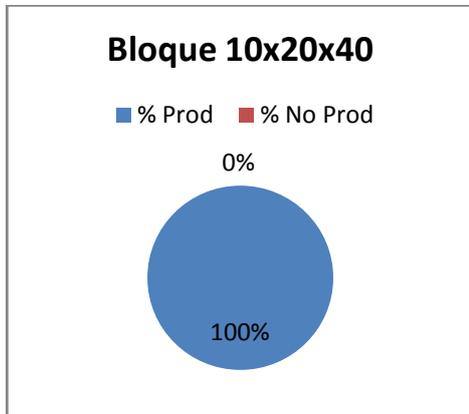
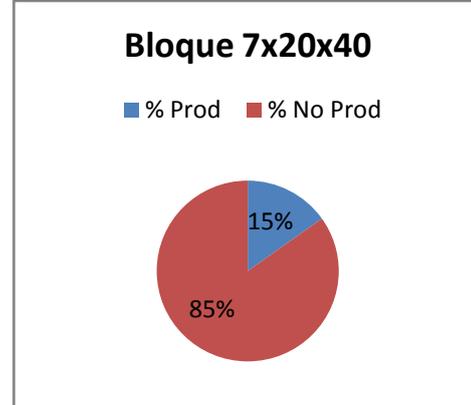
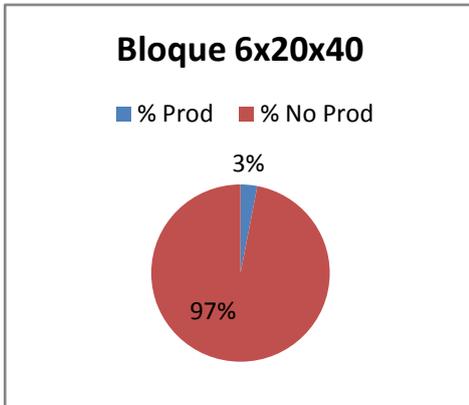
Se ha determinado que existe un 100 % de producción de bloque para paredes en las fábricas de la provincia de Chimborazo.

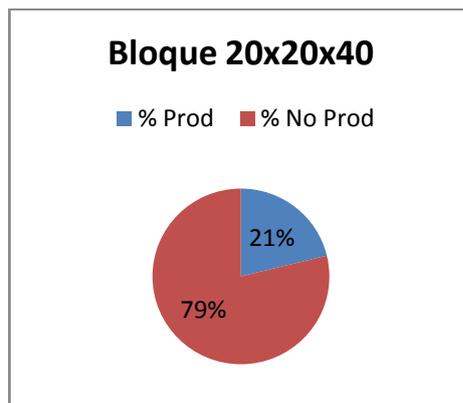
El 97 % de las fábricas de bloque produce bloques de alivianamiento y el 3 % no produce bloque de alivianamiento.

2.1 Que tamaño de bloque produce su fábrica (cm).

TAMAÑO (cm)	Análisis por Unidad	
	% Prod	% No Prod
6x20x40	3	97
7x20x40	15	85
10x20x40	100	0

12x20x40	70	30
15x20x40	94	6
18x20x40	6	94
20x20x40	21	79





Análisis:

El 3 % de las fábricas de bloque produce bloques de 6X20X40 cm y el 97 % no produce estas medidas de bloques en la provincia.

El 15 % de las fábricas de bloque produce bloques de 7X20X40 cm y el 85 % no produce estas medidas de bloques en la provincia.

Existe un 100 % de producción de bloques de 10x20x40 cm en las fabricas de bloques de la provincia de Chimborazo.

El 70 % de las fábricas de bloque produce bloques de 12X20X40 cm y el 30 % no produce estas medidas de bloques en la provincia.

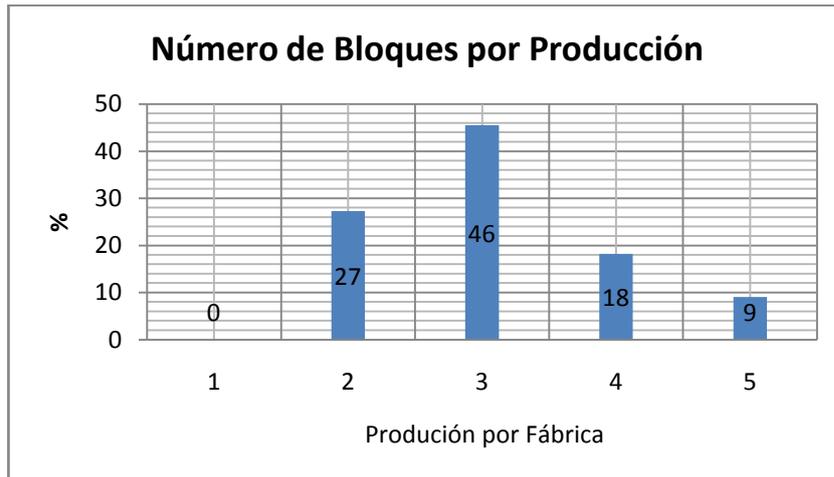
El 94 % de las fábricas de bloque produce bloques de 15X20X40 cm y el 6 % no produce estas medidas de bloques en la provincia.

El 6 % de las fábricas de bloque produce bloques de 18X20X40 cm y el 94 % no produce estas medidas de bloques en la provincia.

El 21 % de las fábricas de bloque produce bloques de 20X20X40 cm y el 79 % no produce estas medidas de bloques en la provincia.

Análisis por Cantidad

	f	fa	fr	Fra
1	0	0	0	0
2	9	9	27	27
3	15	24	46	73
4	6	30	18	91
5	3	33	9	100
N=	33		100%	



Análisis:

En ninguna fábrica producen 1 solo tipo de bloque en la provincia de Chimborazo. Existe un 27 % de las fábricas que producen 2 tipos de bloques en la provincia de Chimborazo.

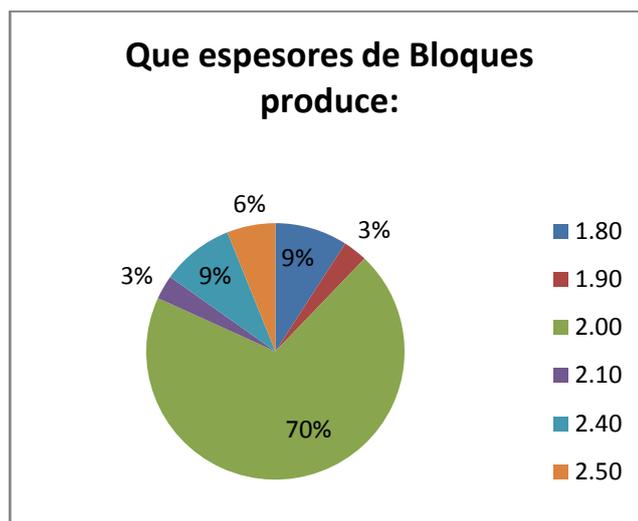
Existe un 46 % de las fábricas que producen 3 tipos de bloques en la provincia de Chimborazo.

Existe un 18 % de las fábricas que producen 4 tipos de bloques en la provincia de Chimborazo.

Existe un 9 % de las fábricas que producen 5 tipos de bloques en la provincia de Chimborazo.

2.2 Que espesores produce su fábrica (cm).

Esp.	f	fa	fr	Fra
1.80	3	3	9	9
1.90	1	4	3	12
2.00	23	27	70	82
2.10	1	28	3	85
2.40	3	31	9	94
2.50	2	33	6	100
N=	33		100%	



Análisis:

Existe un 9 % de las fábricas que producen bloques con un espesor de paredes de bloque 1.80 cm en la provincia de Chimborazo.

Existe un 3 % de las fábricas que producen bloques con un espesor de paredes de bloque de 1.90 cm en la provincia de Chimborazo.

Existe un 70 % de las fábricas que producen bloques con un espesor de paredes de bloque de 2.00 cm en la provincia de Chimborazo.

Existe un 3 % de las fábricas que producen bloques con un espesor de paredes de bloque de 2.10 cm en la provincia de Chimborazo.

Existe un 9 % de las fábricas que producen bloques con un espesor de paredes de bloque de 2.40 cm en la provincia de Chimborazo.

Existe un 6 % de las fábricas que producen bloques con un espesor de paredes de bloque de 2.50 cm en la provincia de Chimborazo.

3. Hace control de calidad de sus bloques en un laboratorio.

	f	fa	fr	Fra
SI	4	4	12	12
NO	29	33	88	100
N=	33		100%	



Análisis:

Existe un 12 % de las fábricas que hace control de calidad de sus bloques en la provincia de Chimborazo.

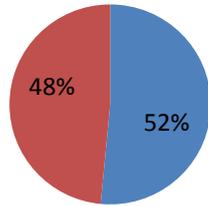
Hay un 88 % de las fábricas de bloques que no hacen control de calidad en la provincia de Chimborazo.

4. De donde trae el material para la elaboración del bloque.

MINAS	Análisis por Unidad	
	% Utiliza	% No Utiliza
Cerro Negro (Macadán)	52	48
San Andrés (Macadán)	9	91
Penipe (Arena)	15	85
Alausí (Arena)	3	97
Latacunga (Polvo de Pómez)	88	12
Latacunga (Chasqui)	97	3
Rocafuerte (Cemento)	39	61
Chimborazo (Cemento)	42	58
Guapán (Cemento)	15	85
Selva Alegre (Cemento)	3	97

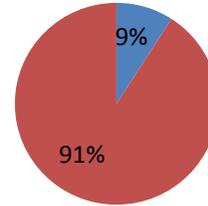
Carro Negro (Macadán)

■ % Utiliza ■ % No Utiliza



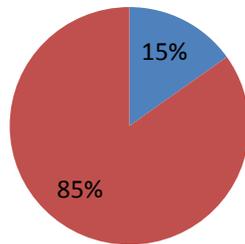
San Andres (Macadán)

■ % Utiliza ■ % No Utiliza



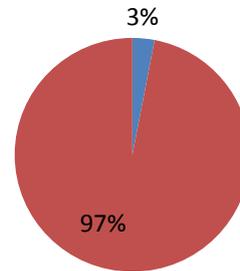
Penipe (Arena)

■ % Utiliza ■ % No Utiliza



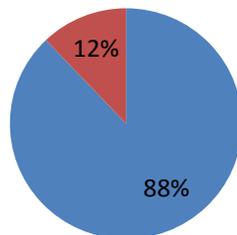
Alausi (Arena)

■ % Utiliza ■ % No Utiliza



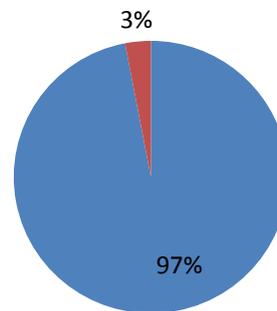
Latacunga (Polvo de Piedra)

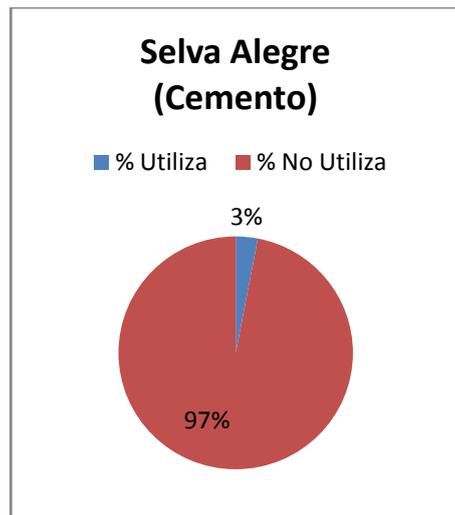
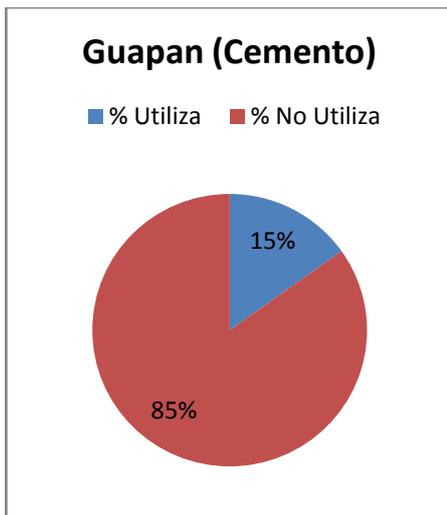
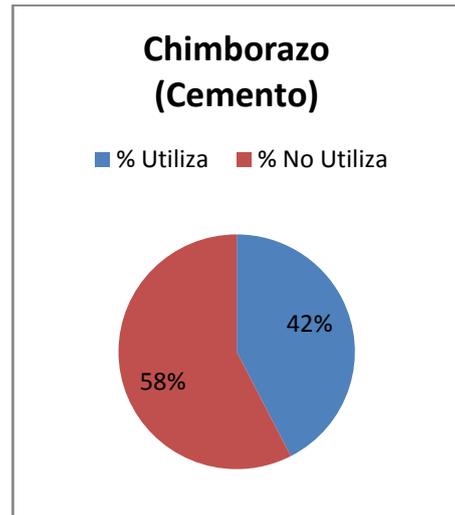
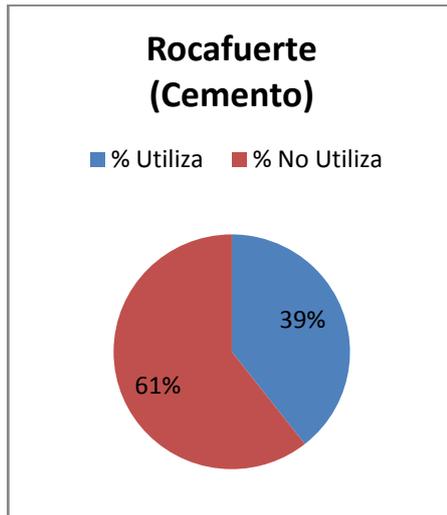
■ % Utiliza ■ % No Utiliza



Latacunga (Chasqui)

■ % Utiliza ■ % No Utiliza





Análisis:

Existe un 52 % de las fábricas que utilizan el macadán de la mina de Cerro Negro para la elaboración de los bloques y un 48 % de las fábricas que no utilizan el macadán de Cerro Negro.

Existe un 9 % de las fábricas que utilizan el macadán de la mina de San Andrés para la elaboración de los bloques y un 91 % de las fábricas que no utilizan el macadán de San Andrés.

Existe un 15 % de las fábricas que utilizan la arena de la mina de Penipe para la elaboración de los bloques y un 85 % de las fábricas que no utilizan la arena de Penipe.

Existe un 3 % de las fábricas que utilizan la arena de la mina de Alausí para la elaboración de los bloques y un 97 % de las fábricas que no utilizan la arena de Alausí.

Existe un 88 % de las fábricas que utilizan el polvo de piedra de Latacunga para la elaboración de los bloques y un 12 % de las fábricas que no utilizan polvo de piedra.

Existe un 97 % de las fábricas que utilizan el chasqui de Latacunga para la elaboración de los bloques y un 3 % de las fábricas que no utilizan el chasqui.

Existe un 39 % de las fábricas que utilizan el cemento rocafuerte para la elaboración de los bloques y un 61 % de las fábricas que no utilizan el cemento rocafuerte.

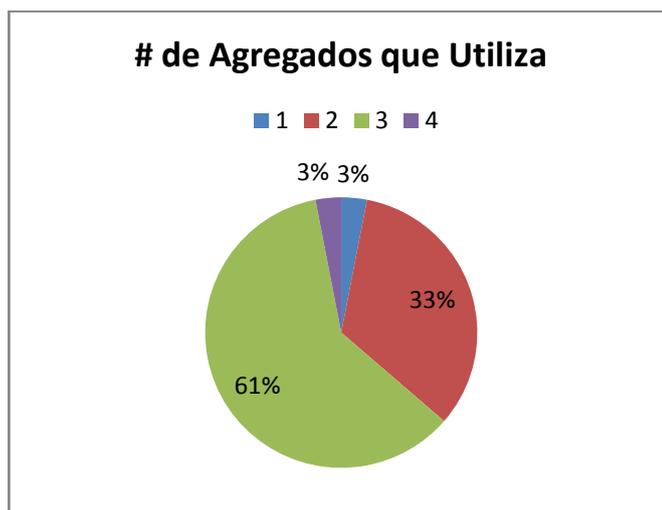
Existe un 42 % de las fábricas que utilizan el cemento Chimborazo para la elaboración de los bloques y un 58 % de las fábricas que no utilizan el cemento Chimborazo.

Existe un 15 % de las fábricas que utilizan el cemento Guapán para la elaboración de los bloques y un 85 % de las fábricas que no utilizan el cemento Guapán

Existe un 3 % de las fábricas que utilizan el cemento selva alegre para la elaboración de los bloques y un 97 % de las fábricas que no utilizan el cemento selva alegre.

Análisis por Cantidad

Agregados				
Utilizados	f	fa	fr	Fra
1	1	1	3	3
2	11	12	33	36
3	20	32	61	97
4	1	33	3	100
N=	33		100%	



Análisis:

Existe un 3 % de las fábricas que elaboran los bloques con 1 tipo en la provincia de Chimborazo.

Existe un 33 % de las fábricas que elaboran los bloques con 3 tipos de materiales en la provincia de Chimborazo.

Existe un 61 % de las fábricas que elaboran los bloques con 3 tipos de materiales en la provincia de Chimborazo.

Existe un 3 % de las fábricas que elaboran los bloques con 4 tipos de materiales en la provincia de Chimborazo.

5. Solicita que sus proveedores tengan certificado de calidad del material que utiliza en la elaboración de sus bloques. (si o no y porque).

	f	fa	fr	Fra
SI	1	1	3	3
NO	32	33	97	100
N=	33		100%	



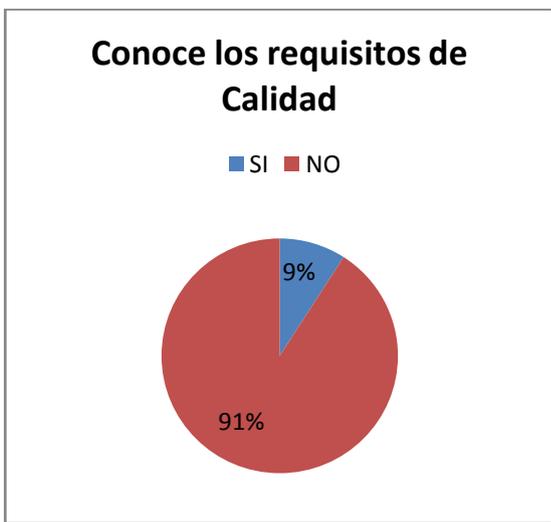
Análisis:

Existe un 3 % de los fabricantes de bloques que solicitan que tengan sus proveedores certificados de calidad del material.

Hay un 97 % de las fábricas que no exigen a sus proveedores tengan certificado de calidad del material en la provincia de Chimborazo.

6. Conoce los requisitos de calidad que deben cumplir sus bloques. (si o no y porque).

	f	fa	fr	Fra
SI	3	3	9	9
NO	30	33	91	100
N=	33		100%	



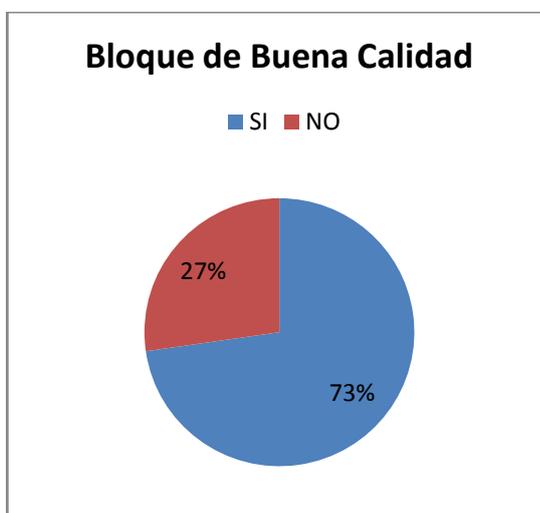
Análisis:

Existe un 9 % de los fabricantes de bloques que conocen los requisitos de calidad de los bloques en la provincia de Chimborazo.

Hay un 91 % de las fabricantes de bloques desconocen acerca de los requisitos de calidad de los bloques en la provincia de Chimborazo.

7. Considera que su producto es de buena calidad. (si o no y porque).

	f	fa	fr	Fra
SI	24	24	73	73
NO	9	33	27	100
N=	33		100%	



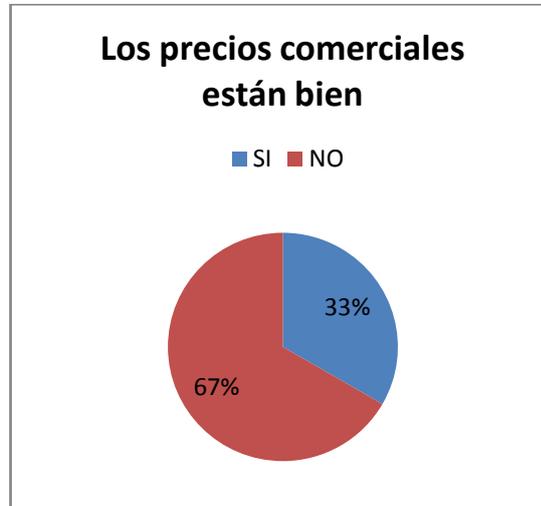
Análisis:

Existe un 73 % de los fabricantes de bloques que consideran que sus bloques son de buena calidad en la provincia de Chimborazo.

Hay un 27 % de los fabricantes de bloques que reconocen la falta de preparación de acuerdo a una normativa acerca de la calidad de los bloques en la provincia de Chimborazo.

8. Cree que los precios comerciales de los bloques alcanzan para producir bloques de buena calidad (si o no y porque).

	f	fa	fr	Fra
SI	11	11	33	33
NO	22	33	67	100
N=	33		100%	



Análisis:

Existe un 33 % de los fabricantes de bloques que consideran que los precios comerciales de los bloques alcanzan para producir bloques de buena calidad en la provincia de Chimborazo.

Hay un 67 % fabricantes de bloques que están inconformes con los precios comerciales de los bloques y no alcanzan para producir bloques de buena calidad.

9. En alguna ocasión sus clientes le han pedido certificado de calidad.

	f	fa	fr	Fra
SI	6	6	18	18
NO	27	33	82	100
N=	33		100%	



Análisis:

Existe un 18 % de los fabricantes de bloques que en alguna ocasión sus clientes les han pedido certificado de calidad.

Hay un 82 % de las fabricantes de bloques que sus clientes no le han pedido certificado de calidad.

10. Considera necesario que se realice un estudio que indique a los fabricantes como deben elaborar los bloques para que cumplan con los requisitos de calidad (si o no y porque).

	f	fa	fr	Fra
SI	31	31	94	94
NO	2	33	6	100
N=	33		100%	



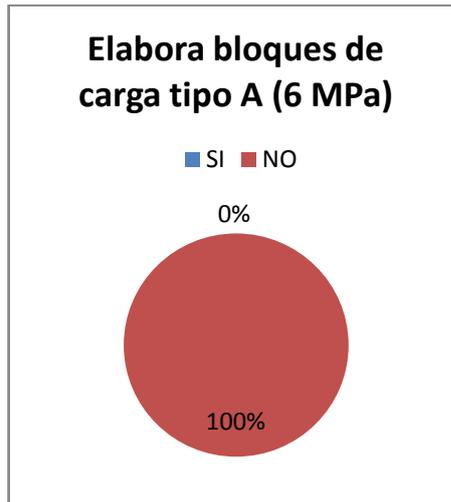
Análisis:

Existe un 94 % de los fabricantes de bloques que considera necesario que se realice un estudio que indique a los fabricantes como deben elaborar los bloques para que cumplan con los requisitos de calidad.

Hay un 6 % de los fabricantes de bloques que no considera necesario que se realice un estudio que indique a los fabricantes como deben elaborar los bloques para que cumplan con los requisitos de calidad.

11. En su fábrica elabora bloques de carga tipo A (6 MPa), que cumplan con los requisitos de calidad (si o no y porque).

	f	fa	fr	Fra
SI	0	0	0	0
NO	33	33	100	100
N=	33		100%	



Análisis:

Existe un 100 % de los fabricantes de bloques que no produce bloques de carga tipo A (6 MPa).

- Anexo B

Análisis de Precios Unitarios.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto:	Vivienda Tipo QUINTIL 1
Precios referenciales	

2.3

Cadenas Superiores de Hormigón Simple f'c = 210 kg/cm²

Unidad: m³

Materiales				
Descripción	Unidad	Precio Unit. (A)	Cantidad (B)	Costo (C=A×B)
Aux: Encofrado de madera de monte cepillada	m ²	\$ 1.91	17.000	\$ 32.47
Pingos	ml	\$ 0.40	5.000	\$ 2.00
Aux: Hormigón Simple f'c = 210 kg/cm ²	m ³	\$ 69.10	1.000	\$ 69.10
Aditivo Plastificante-Acelerante de Hormigón	kg	\$ 1.46	0.420	\$ 0.61
Importe de Materiales		73.38%	Sub total	\$ 104.18

Mano de obra					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal/Hora (B)	Costo/Hora (C=A×B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C×R)
Peón	1.00	\$ 2.56	\$ 2.56	8.000	\$ 20.48
Albañil	1.00	\$ 2.58	\$ 2.58	3.000	\$ 7.74
Maestro de Obra	1.00	\$ 2.58	\$ 2.58	1.000	\$ 2.58
Carpintero	1.00	\$ 2.58	\$ 2.58	0.600	\$ 1.55
Ayudante de Carpintero	1.00	\$ 2.56	\$ 2.56	0.600	\$ 1.54
Importe de Mano de Obra		23.87%	Sub total		\$ 33.89

Equipos y Herramientas					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo/Hora (C=A×B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C×R)
Herramienta menor	1.00	\$ 0.10	\$ 0.10	8.000	\$ 0.80
Concretera de 1 saco	1.00	\$ 2.10	\$ 2.10	1.000	\$ 2.10
Plancha vibroapisonadora a gasolina	1.00	\$ 1.00	\$ 1.00	1.000	\$ 1.00
Importe de Herramienta		2.75%	Sub total		\$ 3.90

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Jornal/Hora (B)	Costo (C=A×B)
Importe de Transporte		0.00%	Sub total	\$ 0.00

Costo Directo		\$ 141.97
Costos indirectos	15%	\$ 21.30
Total del Rubro		\$ 163.27

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Vivienda Tipo QUINTIL 1
Precios referenciales

AUX.01

Aux: Mortero Cemento:Arena 1:3

Unidad: m3

Materiales				
Descripción	Unidad	Precio Unit. (A)	Cantidad (B)	Costo (C=A×B)
Cemento	saco	\$ 7.10	10.000	\$ 71.00
Polvo de piedra	m3	\$ 11.35	1.100	\$ 12.49
Agua	m3	\$ 0.20	0.300	\$ 0.06
Importe de Materiales	99.99%		Sub total	\$ 83.55

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Jornal/Hora (B)	Costo (C=A×B)
Importe de Transporte	0.00%		Sub total	\$ 0.00

Costo Directo		\$ 83.55
Costos indirectos	0%	\$ 0.00

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Vivienda Tipo QUINTIL 1
Precios referenciales

AUX.03

Aux: Hormigón Simple $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$

Unidad: m³

Materiales				
Descripción	Unidad	Precio Unit. (A)	Cantidad (B)	Costo (C=A×B)
Cemento	saco	\$ 7.10	5.000	\$ 35.50
Agua	m ³	\$ 0.20	0.150	\$ 0.03
Polvo de piedra	m ³	\$ 11.35	0.560	\$ 6.36
Ripio	m ³	\$ 12.61	0.760	\$ 9.58
Importe de Materiales	100.00%		Sub total	\$ 51.47

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Jornal/Hora (B)	Costo (C=A×B)
Importe de Transporte	0.00%		Sub total	\$ 0.00

Costo Directo		\$ 51.47
Costos indirectos	0	\$ 0.00
Total del Rubro		\$ 51.47

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto: Vivienda Tipo QUINTIL 1
Precios referenciales

AUX.04

Aux: Encofrado de madera de monte cepillada

Unidad: m²

Materiales				
Descripción	Unidad	Precio Unit. (A)	Cantidad (B)	Costo (C=A×B)
Tabla de monte h=30 cm.	ml	\$ 1.00	0.830	\$ 0.83
Pingos	ml	\$ 0.40	2.400	\$ 0.96
Clavos	kg	\$ 0.63	0.150	\$ 0.09
Aceite quemado	galón	\$ 0.44	0.060	\$ 0.03
Importe de Materiales		100.00%	Sub total	\$ 1.91

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Jornal/Hora (B)	Costo (C=A×B)
Importe de Transporte		0.00%	Sub total	\$ 0.00

Costo Directo		\$ 1.91
Costos indirectos	0%	\$ 0.00
Total del Rubro		\$ 1.91

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Vivienda Tipo QUINTIL 1
Precios referenciales

AUX.05

Aux: Hormigón Simple f'c = 210 kg/cm²

Unidad: m³

Materiales				
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Jornal/Hora (B)	Costo (C=A×B)
Cemento	saco	\$ 7.10	7.000	\$ 49.70
Agua	m ³	\$ 0.20	0.220	\$ 0.04
Polvo de piedra	m ³	\$ 11.35	0.650	\$ 7.38
Ripio	m ³	\$ 12.61	0.950	\$ 11.98
Importe de Materiales		100.00%	Sub total	\$ 69.10

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Jornal/Hora (B)	Costo (C=A×B)
Importe de Transporte		0.00%	Sub total	\$ 0.00

Costo Directo		\$ 69.10
Costos indirectos	0%	\$ 0.00
Total del Rubro		\$ 69.10

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Vivienda Tipo QUINTIL 1
Precios referenciales

2.1

Replanteo de Hormigón Simple $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$

Unidad: m³

Materiales				
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Jornal/Hora (B)	Costo (C=A×B)
Aux: Hormigón Simple $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$	m ³	\$ 51.47	1.000	\$ 51.47
Importe de Materiales		55.38%	Sub total	\$ 51.47

Mano de obra					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal/Hora (B)	Costo/Hora (C=A×B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C×R)
Peón	1.00	\$ 2.56	\$ 2.56	7.920	\$ 20.28
Albañil	1.00	\$ 2.58	\$ 2.58	1.870	\$ 4.82
Maestro de Obra	1.00	\$ 2.58	\$ 2.58	0.800	\$ 2.06
Importe de Mano de Obra		40.60%	Sub total		\$ 27.16

Equipos y Herramientas					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo/Hora (C=A×B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C×R)
Herramienta menor	1.00	\$ 0.10	\$ 0.10	9.790	\$ 0.98
Concretera de 1 saco	1.00	\$ 2.10	\$ 2.10	0.800	\$ 1.68
Importe de Herramienta		4.02%	Sub total		\$ 2.66

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Jornal/Hora (B)	Costo (C=A×B)
Importe de Transporte		0.00%	Sub total	\$ 0.00

Costo Directo		\$ 81.29
Costos indirectos	15%	\$ 12.19
Total del Rubro		\$ 93.48

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Vivienda Tipo QUINTIL 1
Precios referenciales

3.1.

Mampostería portante de bloque hueco de hormigón e=0.15m, revocado

Unidad: m²

Materiales				
Descripción	Unidad	Precio Unit. (A)	Cantidad (B)	Costo (C=A×B)
Bloque hueco de hormigón 40*20*15mm, 6MPa	u	\$ 0.53	12.500	\$ 6.63
Aux: Mortero Cemento:Arena 1:3	m ³	\$ 83.55	0.023	\$ 1.92
Importe de Materiales	62.06%		Sub total	\$ 8.55

Mano de obra					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal/Hora (B)	Costo/Hora (C=A×B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C×R)
Peón	1.00	\$ 2.56	\$ 2.56	0.800	\$ 2.05
Albañil	1.00	\$ 2.58	\$ 2.58	0.800	\$ 2.06
Maestro de Obra	1.00	\$ 2.58	\$ 2.58	0.080	\$ 0.21
Importe de Mano de Obra	36.42%		Sub total		\$ 4.32

Equipos y Herramientas					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo/Hora (C=A×B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C×R)
Herramienta menor	1.00	\$ 0.10	\$ 0.10	1.600	\$ 0.16
Andamio	1.00	\$ 0.12	\$ 0.12	0.200	\$ 0.02
Importe de Herramienta	1.52%		Sub total		\$ 0.18

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Jornal/Hora (B)	Costo (C=A×B)
Importe de Transporte	0.00%		Sub total	\$ 0.00

Costo Directo		\$ 13.05
Costos indirectos	15%	\$ 1.96
Total del Rubro		\$ 15.01

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Vivienda Tipo QUINTIL 1
Precios referenciales

2.4

Acero de Refuerzo f'y 4200 Kg/cm²

Unidad: Kg

Materiales				
Descripción	Unidad	Precio Unit. (A)	Cantidad (B)	Costo (C=A×B)
Alambre Galvanizado #18	Kg	\$ 1.80	0.025	\$ 0.05
Acero de refuerzo f'y=4200 kg/cm ²	Kg	\$ 1.30	1.050	\$ 1.37
Importe de Materiales		62.06%	Sub total	\$ 1.42

Mano de obra					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal/Hora (B)	Costo/Hora (C=A×B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C×R)
Peón	1.00	\$ 2.56	\$ 2.56	0.020	\$ 0.05
Albañil	1.00	\$ 2.58	\$ 2.58	0.040	\$ 0.10
Maestro de Obra	1.00	\$ 2.58	\$ 2.58	0.060	\$ 0.15
Importe de Mano de Obra		36.42%	Sub total		\$ 0.30

Equipos y Herramientas					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo/Hora (C=A×B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C×R)
Herramienta menor	1.00	\$ 0.10	\$ 0.10	0.100	\$ 0.01
Importe de Herramienta		1.52%	Sub total		\$ 0.01

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Jornal/Hora (B)	Costo (C=A×B)
Importe de Transporte		0.00%	Sub total	\$ 0.00

Costo Directo		\$ 1.73
Costos indirectos	15%	\$ 0.26
Total del Rubro		\$ 1.99

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto: Vivienda Tipo QUINTIL 1
Precios referenciales

2.2

Cimentacion Corrida de Hormigon Simple $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Unidad: m3

Materiales				
Descripción	Unidad	Precio Unit. (A)	Cantidad (B)	Costo (C=A×B)
Aux: Encofrado de madera de monte cepillada	m2	\$ 1.91	5.000	\$ 9.55
Estacas	u	\$ 0.15	60.000	\$ 9.00
Aux: Hormigón Simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	m3	\$ 69.10	1.000	\$ 69.10
Aditivo Plastificante-Acelerante de Hormigón	kg	\$ 1.46	0.520	\$ 0.76
Importe de Materiales		71.37%	Sub total	\$ 88.41

Mano de obra					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal/Hora (B)	Costo/Hora (C=A×B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C×R)
Peón	1.00	\$ 2.56	\$ 2.56	8.000	\$ 20.48
Albañil	1.00	\$ 2.58	\$ 2.58	2.000	\$ 5.16
Maestro de Obra	1.00	\$ 2.58	\$ 2.58	1.000	\$ 2.58
Carpintero	1.00	\$ 2.58	\$ 2.58	0.700	\$ 1.81
Ayudante de Carpintero	1.00	\$ 2.56	\$ 2.56	0.600	\$ 1.54
Importe de Mano de Obra		25.48%	Sub total		\$ 31.57

Equipos y Herramientas					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo/Hora (C=A×B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C×R)
Herramienta menor	1.00	\$ 0.10	\$ 0.10	8.000	\$ 0.80
Concreteira de 1 saco	1.00	\$ 2.10	\$ 2.10	1.000	\$ 2.10
Plancha vibroapisonadora a gasolina	1.00	\$ 1.00	\$ 1.00	1.000	\$ 1.00
Importe de Herramienta		3.15%	Sub total		\$ 3.90

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Jornal/Hora (B)	Costo (C=A×B)
Importe de Transporte		0.00%	Sub total	\$ 0.00

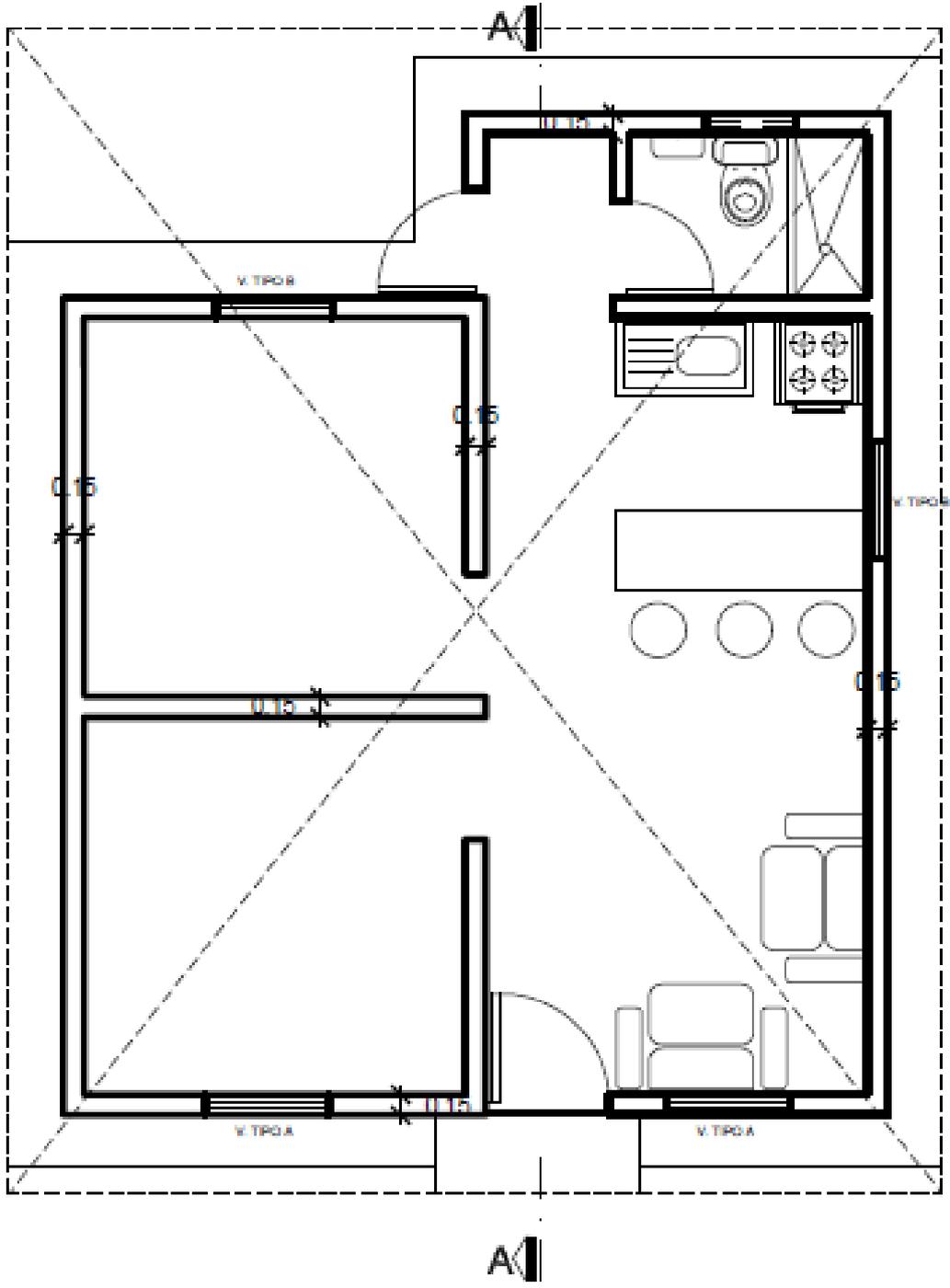
Costo Directo		\$ 123.88
Costos indirectos	15%	\$ 18.58
Total del Rubro		\$ 142.46

- Anexo C

Diseño de planos arquitectónicos y estructurales del modelo de vivienda propuesto tipo MIDUVI.

A 2.925 B 2.925 C

1 2.925 2 2.925 3



PLANTA ARQUITECTONICA

ESCALA: 1 50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

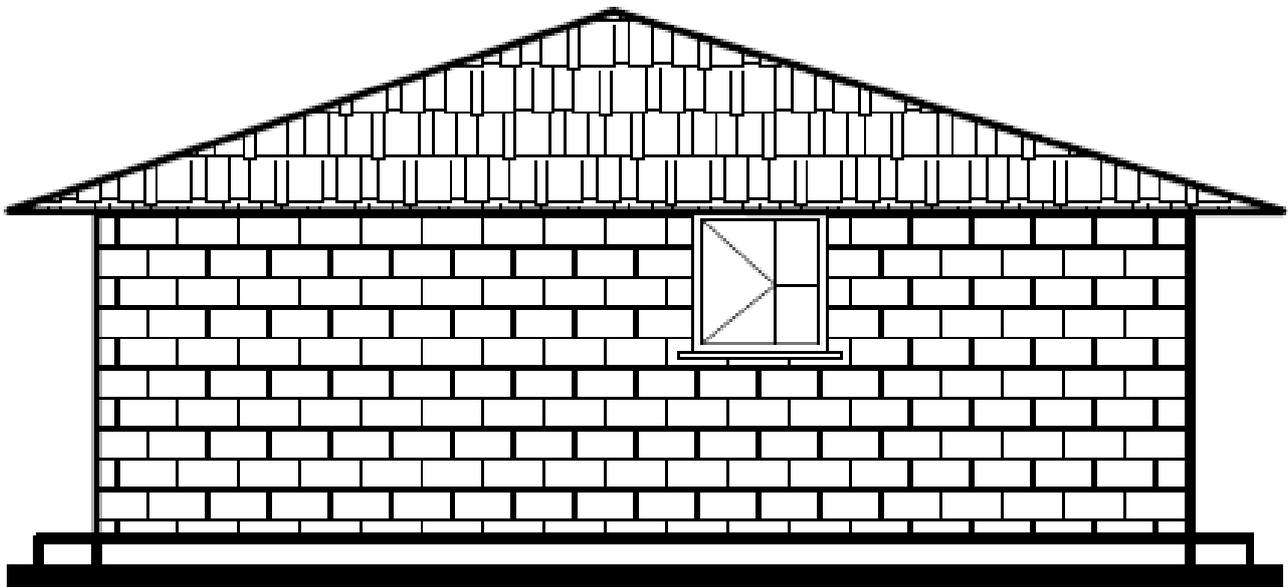
TEMA DE TRABAJO:
 "DESARROLLO DE LA METODOLOGIA PARA PRODUCIR LOGOS Y ESCOS DE FORMACION TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA NORMA ISO 9001 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCION DE UNIDADES POPULARES TIPO MEDIO"
 AUTORES:
 IVON GONZALEZ
 JOSE L. CRIVOLA C.

LAMINA:
 A 1/3
 ESCALA:
 INDICADA



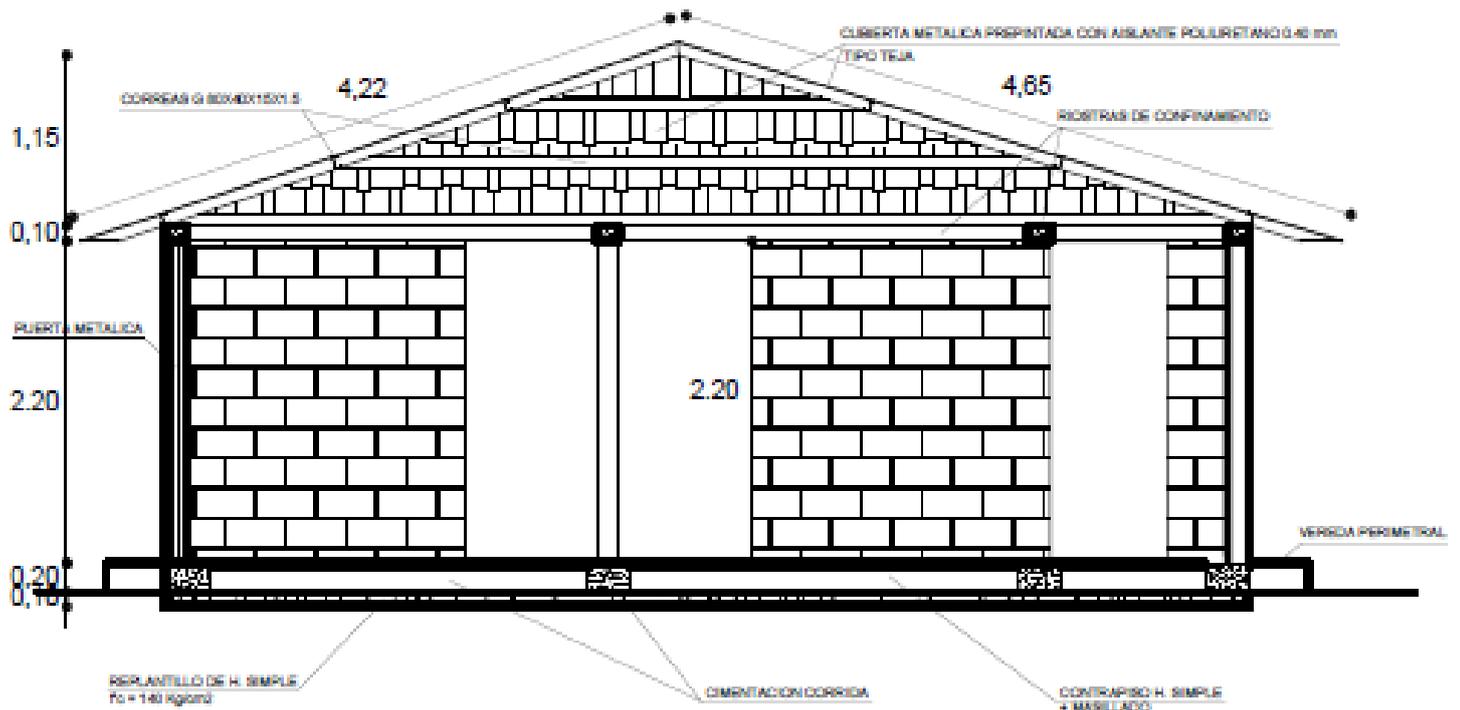
FACHADA PRINCIPAL

ESCALA 1:  50



FACHADA LATERAL

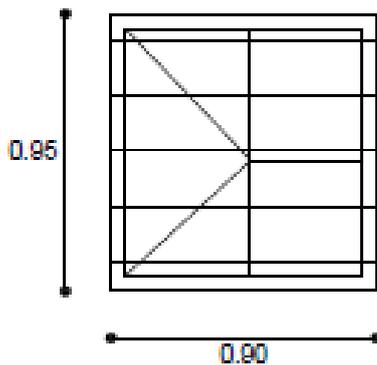
ESCALA 1:  50



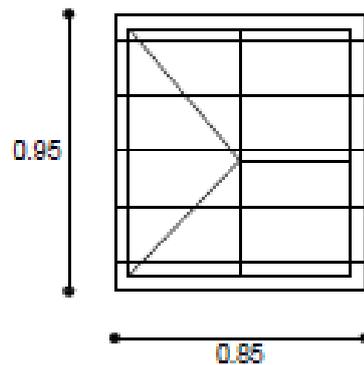
CORTE A-A

ESCALA 1 : 50

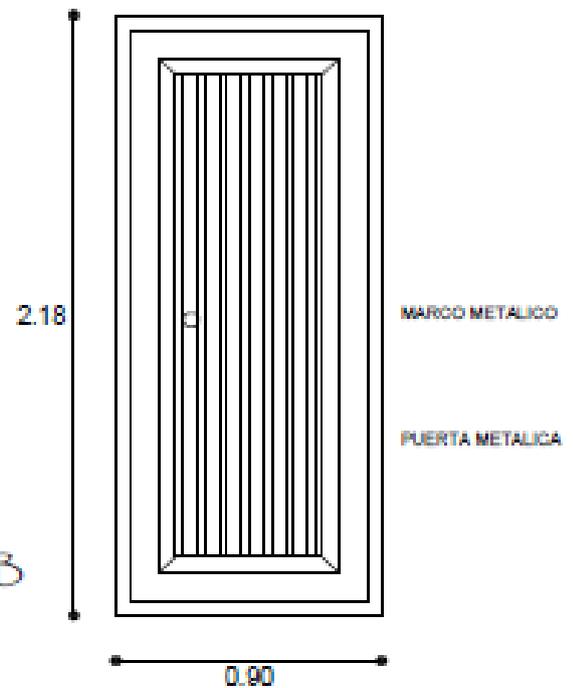
Puntalera estructural 1 x 10 cm
 Cables de acero de 12 x 1.87
 Teja 1.80 x 0.60 cm de 10 cm x 10 cm, color blanco
 R. Inorgánico 10 cm con aislamiento termo acústico



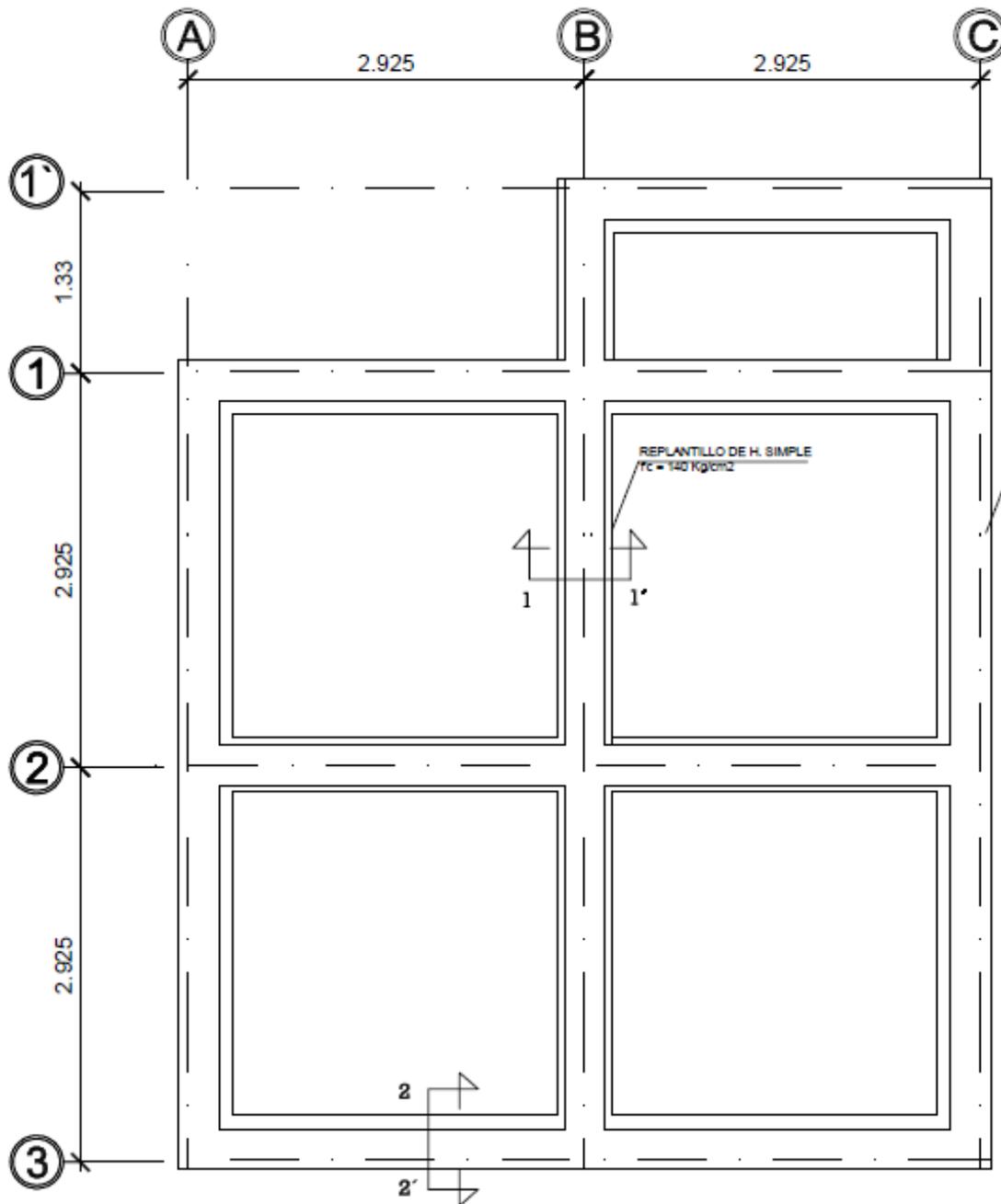
VENTANA TIPO A



VENTANA TIPO B



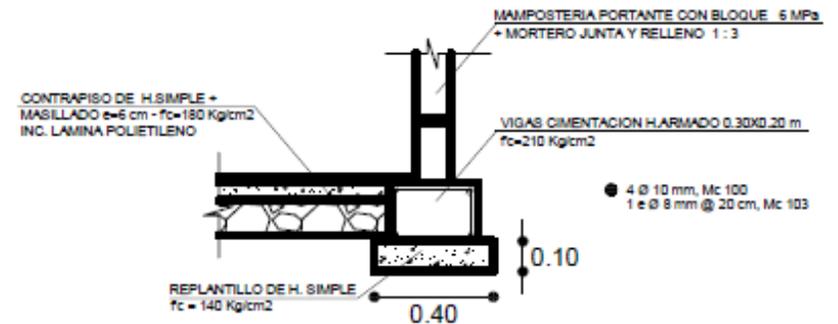
PUERTA METALICA TIPO



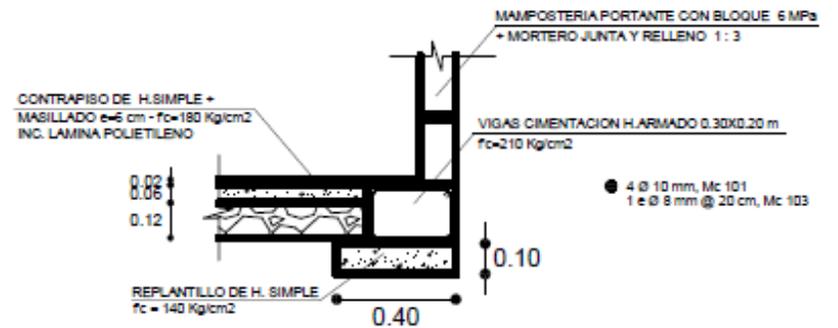
PLANTA DE CIMENTACION

ESCALA: 1

50



CORTE 1 - 1
ESCALA: 1 25

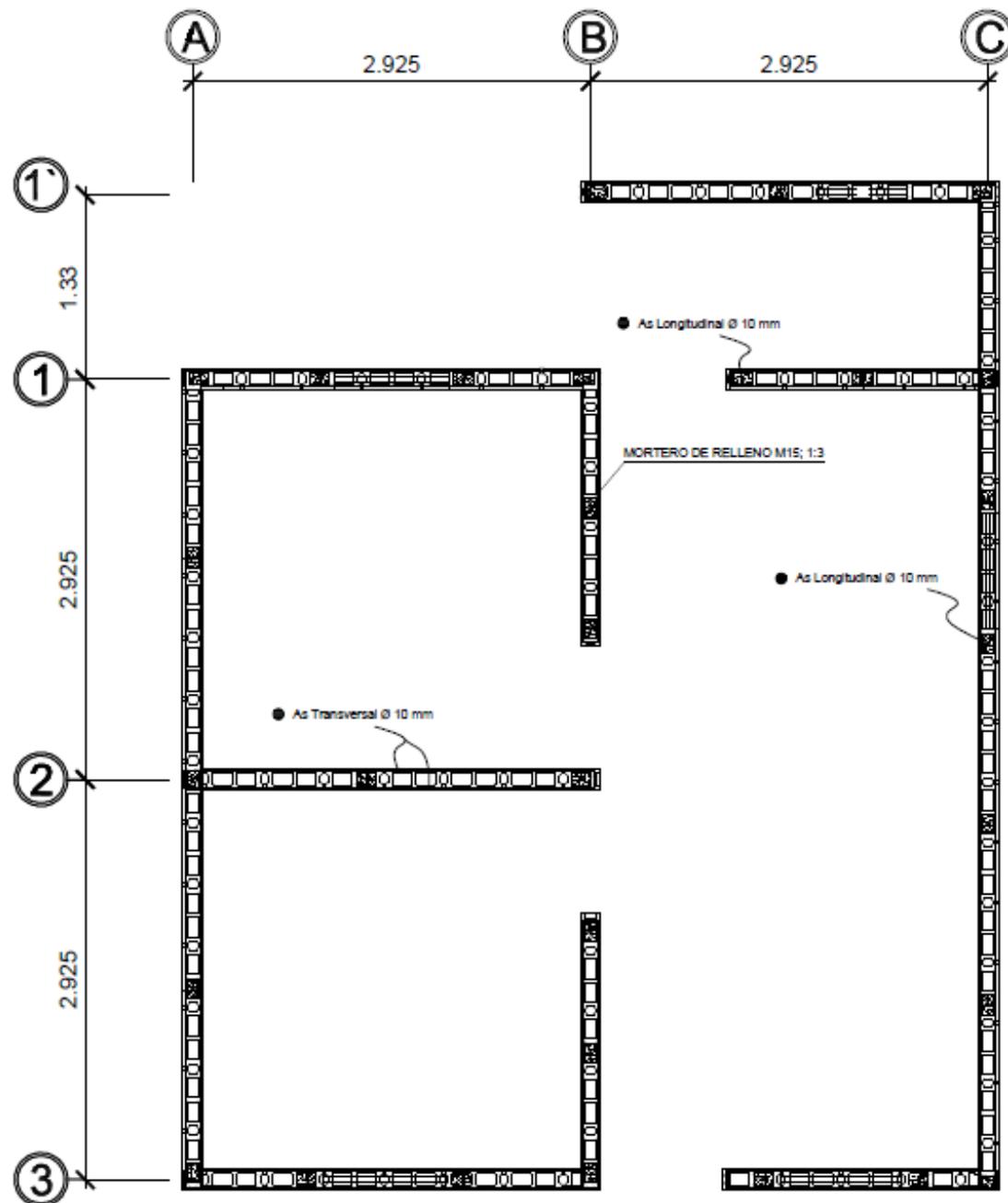


CORTE 2 - 2
ESCALA: 1 25

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

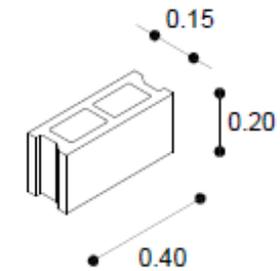
TEMA DE TESIS:
"DESARROLLO DE LA METODOLOGIA PARA PRODUCIR BLOQUES HUSCOS DE HORMIGON TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA NORMA ENIN 649 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS POPULARES TIPO MEDIO"
AUTORES:
BYRON QUESI
JOSE L. GUVARA C.

LAMINA:
E 1/4
ESCALA:
INDICADAS



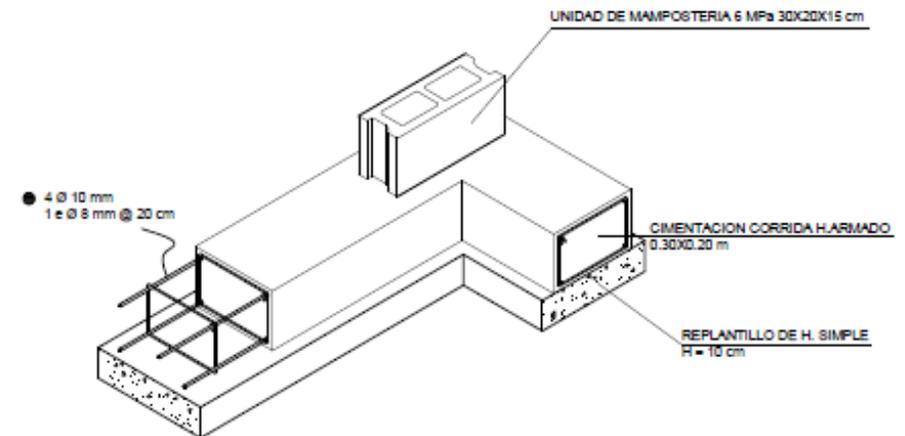
DISPOSICION DEL REFUERZO HORIZ.

ESCALA: 1 50



UNIDAD DE MAMPOSTERIA 6 MPa

ESCALA: 1 50



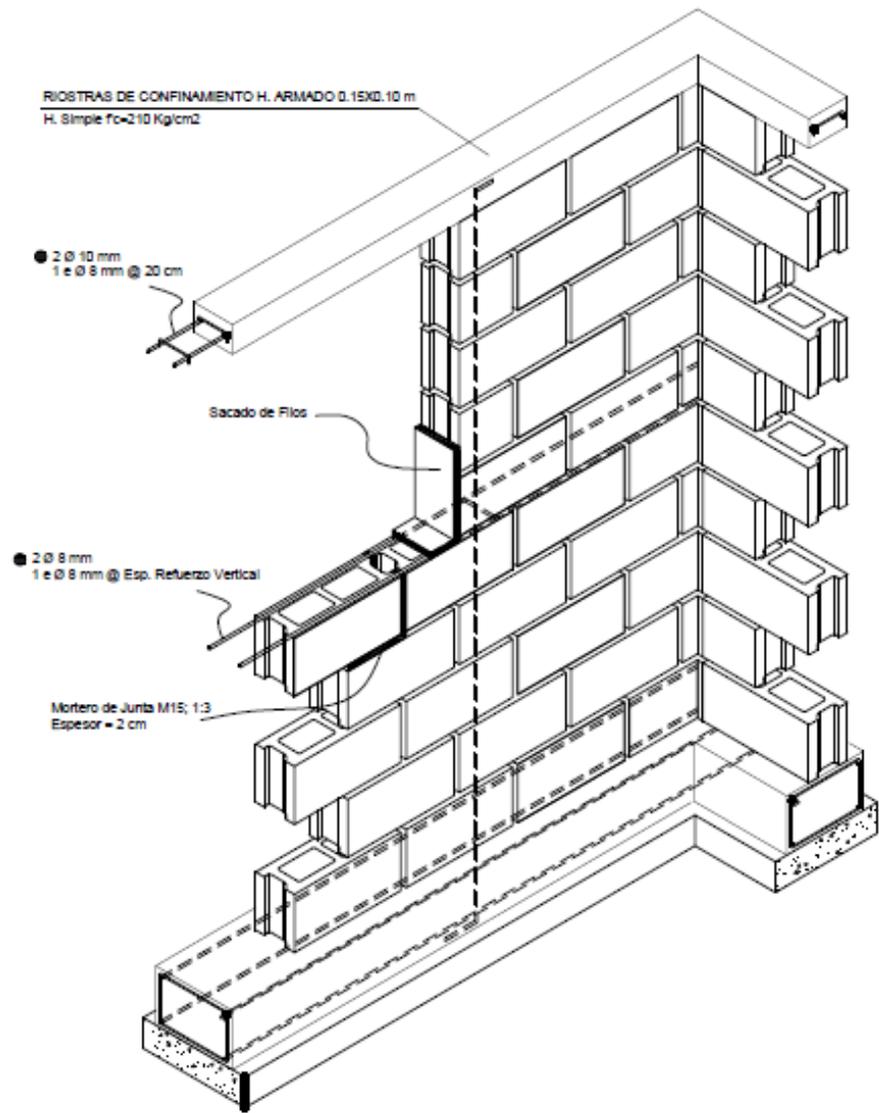
CIMIENTO PARA PAREDES

ESCALA: 1 50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

TEMA DE TESIS:
* DESARROLLO DE LA METODOLOGIA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA EN 640 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS POPULARES TIPO MIXTOS *
AUTORES:
BYRON QUESHI
JOSE L. GUEVARA C.

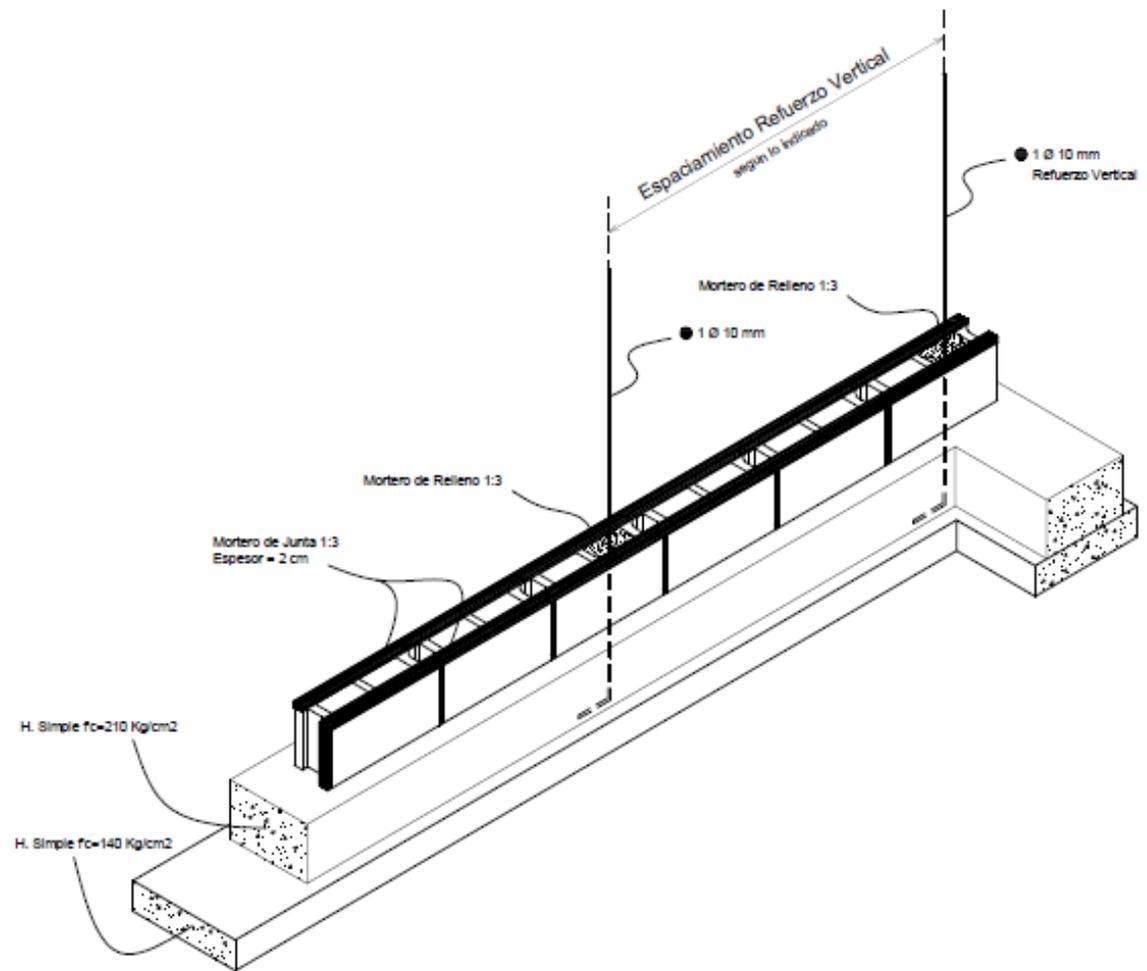
LAMINA:
E 2/4
ESCALA:
DIBUCADAS



MURO MAMPOSTERIA PORTANTE e=15 cm

DETALLE GENERAL VANOS

ESCALA: 1  50



DISPOSICION DEL REFUERZO VERT.

ESCALA: 1  50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

TEMA DE TESIS:

* DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE FORMACIÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA ISIN 440 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS POPULARES TIPO MEXUVE *

AUTORES:

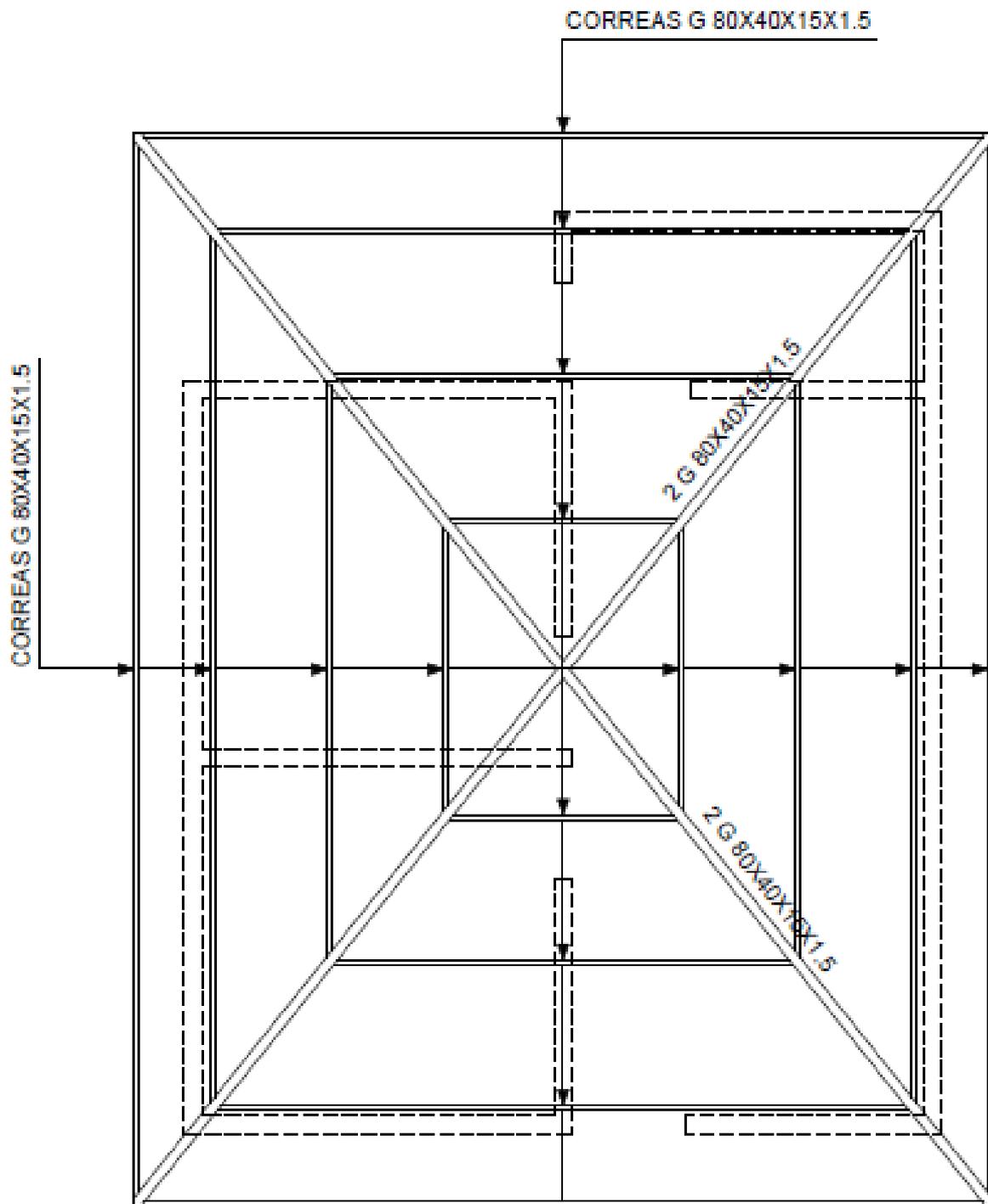
BYRON QUESHI
JOSE L. GUEVARA, C.

LAMINA:

E 3/4

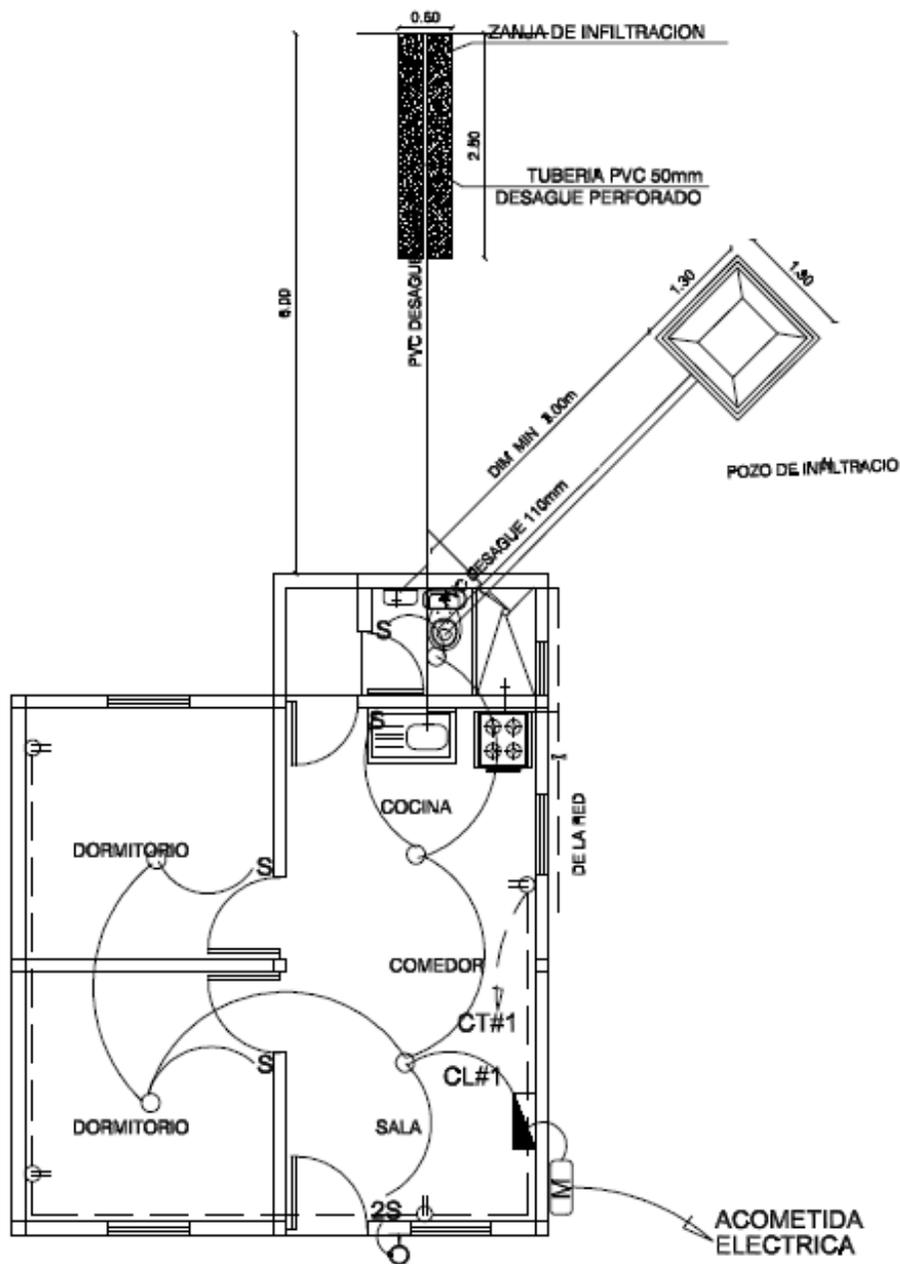
ESCALA:

INDICADAS

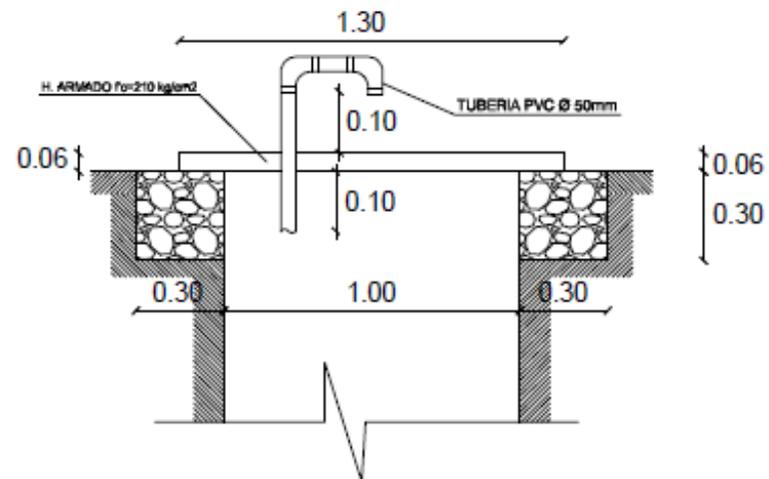


PLANTA DE CUBIERTAS

ESCALA: 1  50



NOMENCLATURA	
	RED DE TOMACORRIENTES 2 # 12 Ø 12
	RED DE ILUMINACION 2 # 12 Ø 12
	CAJETIN TERMICO
	MEDIDOR DE CONSUMO DE ENERGIA
	LUMINARIA
	TOMACORRIENTE
	INTERRUPTOR SIMPLE
	APLQUE DE PARED
	INTERRUPTOR COMUTADOR - DOBLE
	RED DE AGUAS SERVIDAS
	MEDIDOR DE CONSUMO DE AGUA
	REJILLA DE PISO
	TUBERIA DE AGUA FRIA
	CAJA DE REVISION
	LLAVE DE COMPUERTA



POZO DE INFILTRACION

ESCALA: 1 25

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

TEMA DE TESIS:

* DESARROLLO DE LA METODOLOGIA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA NSN 640 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS POPULARES TIPO MEDIO *

AUTORES:

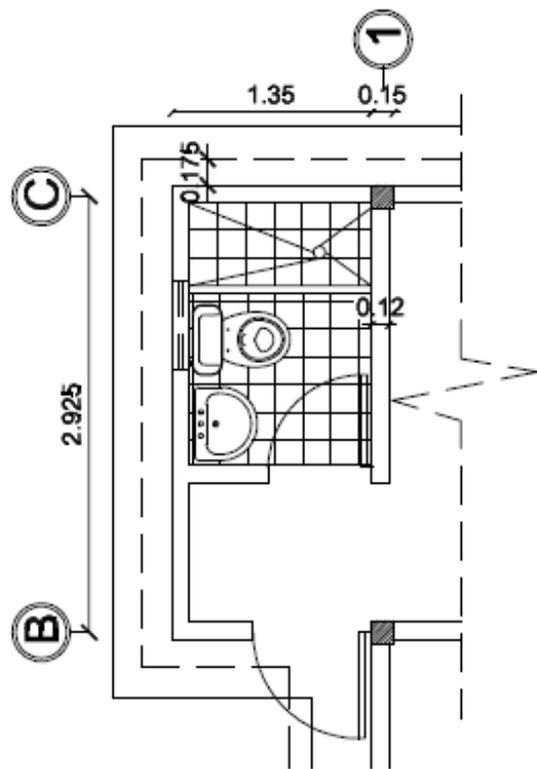
BYRON QUESHI
JOSE L. GUEVARA C.

LAMINA:

INS 1/2

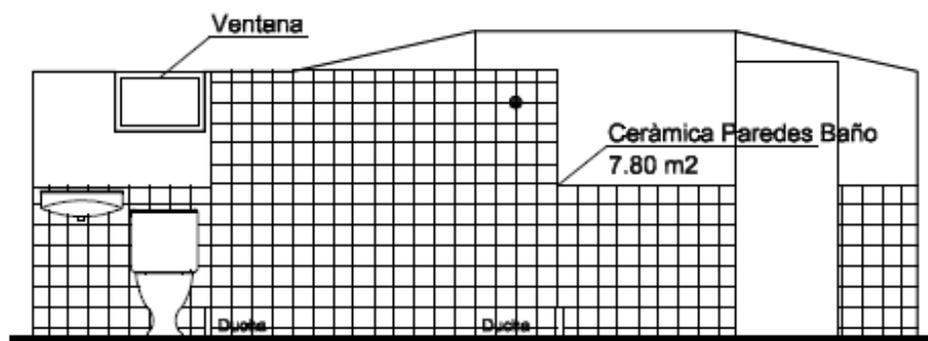
ESCALA:

INDICADAS



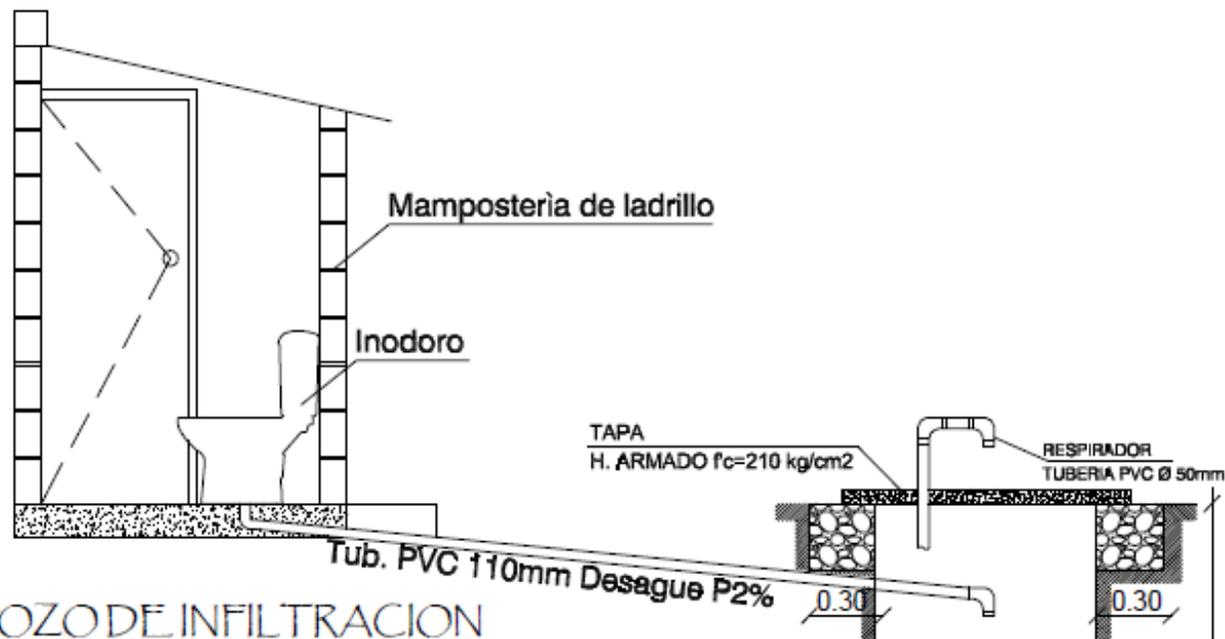
CERAMICA DE PISOS/BANO

ESCALA: 1 50



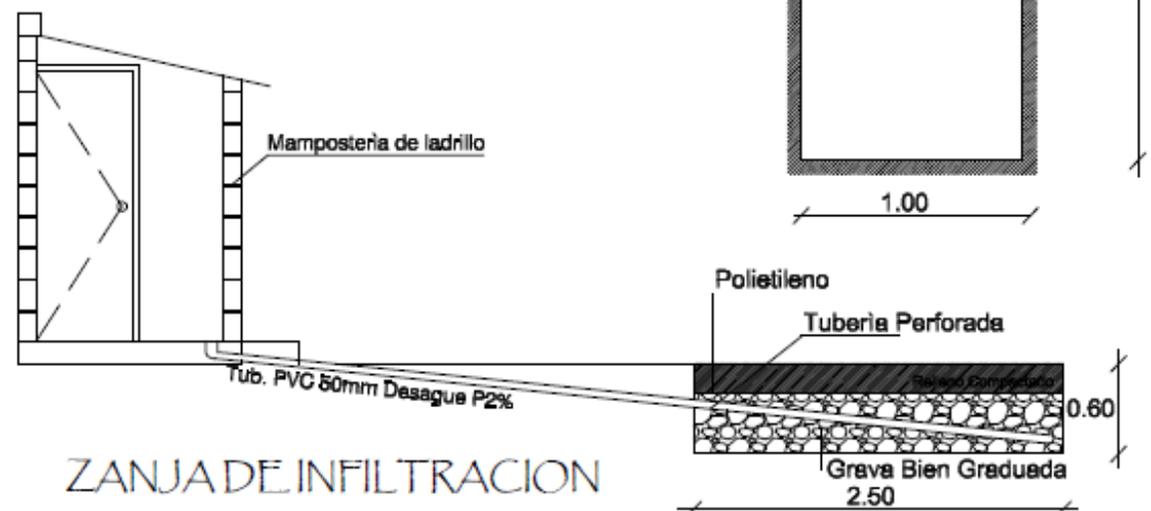
CERAMICA DE PAREDES/BANO

ESCALA: 1 50



POZO DE INFILTRACION

ESCALA: 1 50



ZANJA DE INFILTRACION

ESCALA: 1 50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

TEMA DE TESIS:
DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA PRODUCIR BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN TIPO A QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA NORMA EN 640 Y SU APLICABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS POPULARES TIPO MEDIO

AUTORES:
BYRON QUESADA
JOSE L. GUEVARA C.

LAMINA:
INS 2/2
ESCALA:
INDICADAS