



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL**

TEMA:

**“ANÁLISIS DE LA EXHALACIÓN DE GAS RADÓN-222 EN
MAMPUESTOS DE HORMIGÓN DE LA PROVINCIA DE
TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN.”**

AUTORA: María Gabriela Moreta Bastidas

TUTORA: Ph. D. Diana Carolina Coello Fiallos

AMBATO – ECUADOR

Julio - 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutora del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, con el tema: **“ANÁLISIS DE LA EXHALACIÓN DE GAS RADÓN-222 EN MAMPUESTOS DE HORMIGÓN DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN”**, elaborado por la Srta. María Gabriela Moreta Bastidas, portadora de la cédula de ciudadanía: C.I. 180448589-2, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente trabajo experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, Julio 2022

Ph. D. Diana Carolina Coello Fiallos

TUTORA

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **María Gabriela Moreta Bastidas**, con C.I. 1804485892 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente trabajo experimental con el tema **“ANÁLISIS DE LA EXHALACIÓN DE GAS RADÓN-222 EN MAMPUESTOS DE HORMIGÓN DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autora del trabajo, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Julio 2022



María Gabriela Moreta Bastidas

C.I: 1804485892

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora.

Ambato, Julio 2022



María Gabriela Moreta Bastidas

C.I: 1804485892

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por la estudiante María Gabriela Moreta Bastidas, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: “**ANÁLISIS DE LA EXHALACIÓN DE GAS RADÓN-222 EN MAMPUESTOS DE HORMIGÓN DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN.**”.

Ambato, Julio 2022

Para constancia firman:

Ing. Carlos Patricio Navarro Peñaherrera, Mg.

Miembro Calificador

Ing. Maritza Elizabeth Ureña Aguirre, MSc.

Miembro Calificador

DEDICATORIA

*A Dios con quien todo lo podemos en su presencia y voluntad, nada ni nadie me
puede alejar de ti...*

*A mis padres Beatriz y Segundo por su esfuerzo, dedicación, fortaleza, humildad
y amor expresado en su vida,*

A mis hermanos, y sobrinos que con su presencia hacen alegres mis días,

*A mis amigos que con su amistad me enseñan que el mudo tiene cosas
buenas mientras haya con quien disfrutarlas,*

*A Danilo por su paciencia, comprensión, confianza y
amor brindado,*

A Martín todo el amor para ti,

A mí por no dejarme vencer ante las adversidades.

Gaby Moreta...

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento inmenso a mis estimados profesores de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, en especial a Ph. D. Diana Coello por su paciencia, comprensión y colaboración para culminar este proyecto, le deseo lo mejor del mundo por ser una excelente persona.

Al personal de secretaría de la Facultad que con su preocupación apoyaron esta investigación.

A Ph. D. Talía Tene y Ph. D. Gabriela Tubón dignas docentes de la Escuela Politécnica de Chimborazo, por su colaboración en este trabajo.

A las autoridades de mi estimada Universidad Técnica de Ambato por brindar facilidad de continuar con este proyecto.

María Gabriela Moreta

ÍNDICE DE CONTENIDO

<i>CERTIFICACIÓN</i>	<i>ii</i>
<i>AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN</i>	<i>iii</i>
<i>DERECHOS DE AUTOR</i>	<i>iv</i>
<i>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO</i>	<i>v</i>
<i>DEDICATORIA</i>	<i>vi</i>
<i>AGRADECIMIENTO</i>	<i>vii</i>
<i>ÍNDICE DE CONTENIDO</i>	<i>viii</i>
<i>ÍNDICE DE FIGURAS</i>	<i>xi</i>
<i>ÍNDICE DE TABLAS</i>	<i>xiv</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>xvi</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>xvii</i>
<i>CAPÍTULO I</i>	<i>1</i>
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación.....	1
1.2. Antecedentes	3
1.3. Fundamentación Teórica	5
1.3.1. Bloques.....	5
1.3.2. Tipos de Bloques de hormigón.....	7
1.3.2.1. Clasificación de los bloques de hormigón.....	7
1.3.2.2. Bloque hueco de hormigón	8
1.3.2.3. Características de los bloques de hormigón	9
1.3.2.4. Materiales para elaborar bloques	12
1.3.2.5. Proceso de elaboración de bloques.....	14
1.3.2.6. Dimensiones	16
1.3.3. Radioactividad.....	17
1.3.3.1. Radiación	17
1.3.3.2. Tipos de radiación.....	18
1.3.3.3. Unidades de medición	20
1.3.4. Radón-222.....	20
1.3.5. Fuentes de Radón	23
1.3.5.1. Terreno	23
1.3.5.2. Materiales de construcción	24
1.3.5.3. Aire exterior	25
1.3.5.4. Agua de consumo	25
1.3.5.5. Otras consideraciones	26
1.4. Objetivos.....	27

<i>CAPÍTULO II</i>	28
2. MATERIALES Y MÉTODOS	28
2.1. Equipos y Materiales.....	28
2.1.1. Entidades Públicas	28
2.1.2. Laboratorios	29
2.1.3. Programas Digitales	32
2.2. Método	33
2.2.1. Análisis de lugares de muestreos.....	33
2.2.2. Análisis de la producción minera en la Provincia de Tungurahua.....	34
2.2.3. Análisis de Distribuidoras de Bloques	35
2.2.3.1. Análisis por Cantón de la Provincia de Tungurahua	37
2.2.4. Ensayos en la materia prima	46
2.2.4.1. Indicaciones generales de la Norma ASTM C33.	47
2.2.4.2. Densidad en los agregados.	48
2.2.4.3. Ensayo para determinar la densidad de los agregados.	48
2.2.5. Ensayo de Resistencia a la Compresión de bloques.....	49
2.2.5.1. Procedimiento	49
2.2.5.2. Cálculo de Resistencia del Bloque	50
2.2.6. Ensayo de absorción en Bloques.....	52
2.2.7. Detección de Rn-222 en materiales de construcción.....	52
2.2.8. Extrapolación de concentración de radón-222	53
<i>CAPITULO III</i>	56
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
3.1. Gráficos y tablas de datos.....	56
3.1.1. Catastro de Fabricantes de bloques de la Provincia de Tungurahua	58
3.1.2. Determinación de los cantones para muestra.	68
3.1.3. Muestra seleccionada por cantones.	70
3.1.3.1. Muestras de Ambato	72
3.1.3.2. Muestras de Pelileo	76
3.1.3.3. Muestras en Píllaro	78
3.1.4. Informe de toma de muestras	81
3.1.5. Análisis de Muestra: Chasqui	83
3.1.5.1. Densidad Real y Capacidad Absorción del Chasqui	85
3.2. Ensayo mecánico	87
3.2.1. Resistencia a la compresión en bloque.....	87
3.2.1.1. Análisis de las muestras del Cantón Ambato.....	88
3.2.1.2. Análisis de las muestras del Cantón Pelileo	89
3.2.1.3. Análisis de las muestras del Cantón Píllaro	91
3.3. Determinación de radón 222	94
3.3.1.1. Análisis de la concentración del Radón-222	97
<i>CAPITULO IV</i>	117
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
4.1. Aportes de los objetivos	117
4.2. Limitaciones del estudio	118
4.3. Recomendaciones para futuros estudios	119

<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	121
<i>ANEXOS</i>	123

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Tipos de Pared a nivel nacional.</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2. Tipo de Pared en la Sierra.</i>	<i>6</i>
<i>Figura 3. Tipos de Bloques.</i>	<i>6</i>
<i>Figura 4. Partes del bloque de Hormigón [23]</i>	<i>9</i>
<i>Figura 5. Piedra Pómez o Cascajo.</i>	<i>13</i>
<i>Figura 6. Elementos para la elaboración de bloques de hormigón.</i>	<i>13</i>
<i>Figura 7. Mezcla manual de agregados.</i>	<i>15</i>
<i>Figura 8. Mezclado mecánico de agregados.</i>	<i>15</i>
<i>Figura 9. Fraguado de bloques</i>	<i>16</i>
<i>Figura 10. Poder de penetración de los distintos tipos de radiación ionizante.</i>	<i>19</i>
<i>Figura 11. Contribución de las distintas fuentes de exposición, de origen natural y artificial, a la dosis recibida por la población.</i>	<i>19</i>
<i>Figura 12. Desintegración del Uranio-238.</i>	<i>22</i>
<i>Figura 13. Típicas fuentes de Radón y rutas de entrada.</i>	<i>26</i>
<i>Figura 14. Visor Geográfico de ARCOM.</i>	<i>28</i>
<i>Figura 15. Máquina de prueba de Compresión de Hormigón (SHIMADZU).</i>	<i>29</i>
<i>Figura 16. Detector RAD7 (Electronic Radon Detector).</i>	<i>31</i>
<i>Figura 17. Ficha Técnica: Cámara de Ionización.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 18. Provincia de Tungurahua y sus cantones.</i>	<i>34</i>
<i>Figura 19. Formato de encuesta a propietarios de distribuidoras.</i>	<i>36</i>
<i>Figura 20. Distribución de Viviendas en Ambato [15].</i>	<i>37</i>
<i>Figura 21. Asentamientos humanos en el Baños.</i>	<i>39</i>
<i>Figura 22. Áreas verdes del cantón Cevallos.</i>	<i>40</i>
<i>Figura 23. Zonificación del cantón Mocha.</i>	<i>41</i>
<i>Figura 24. Zonificación del cantón Patate.</i>	<i>42</i>
<i>Figura 25. Densidad poblacional del cantón Pelileo.</i>	<i>43</i>
<i>Figura 26. Asentamiento poblacional del cantón Píllaro.</i>	<i>44</i>

<i>Figura 27. Mapa Político Administrativo del cantón Quero.</i>	45
<i>Figura 28. Zonificación del cantón Tisaleo.</i>	46
<i>Figura 29. Mina de Muestra de chasqui</i>	46
<i>Figura 30. Juego de Tamiz marca CONTROLS.</i>	48
<i>Figura 31. Control de temperatura en Horno marca CONTROLS.</i>	49
<i>Figura 32. Controlador de aplicación de Carga.</i>	50
<i>Figura 33. Esquema de placas para la compresión.</i>	51
<i>Figura 34. Mapa de la Zona 3 del Ecuador.</i>	56
<i>Figura 35. División política de Tungurahua.</i>	57
<i>Figura 36. Porcentaje de Bloqueras en Tungurahua.</i>	66
<i>Figura 37. Bloqueras en Tungurahua en ArcGIS.</i>	67
<i>Figura 38. Distribuidoras en Tungurahua</i>	70
<i>Figura 39. Cantones seleccionados para muestras.</i>	71
<i>Figura 40. Parroquias del Cantón Ambato</i>	72
<i>Figura 41. Bloque Perforado o Hueco.</i>	75
<i>Figura 42. Bloque Macizo</i>	75
<i>Figura 43. Bloque Caramelo</i>	76
<i>Figura 44. Parroquias del Cantón Pelileo</i>	76
<i>Figura 45. Maquinaria de "Hormicumbas".</i>	77
<i>Figura 46. Parroquias del Cantón Píllaro</i>	78
<i>Figura 47. Bloquera "San Vicente" en Píllaro.</i>	80
<i>Figura 48. Muestra de Chasqui</i>	83
<i>Figura 49. Tamizado de muestra de Chasqui.</i>	83
<i>Figura 50. Secado de muestras de Chasqui.</i>	84
<i>Figura 51. Bloques ensayados a compresión.</i>	87
<i>Figura 52. Muestras de Bloques del Cantón Ambato</i>	88
<i>Figura 53. Resumen de Muestras de Ambato.</i>	89
<i>Figura 54. Muestra de Bloques del Cantón Pelileo</i>	89
<i>Figura 55. Resistencia a la Compresión de Muestra Pelileo</i>	91

<i>Figura 56. Resistencia a la compresión Muestras Píllaro</i>	<i>92</i>
<i>Figura 57. Resumen de Resistencias.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 58. RAD7, propiedad de la ESPOCH.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 59. Concentración de Radón-222 en Cuba vacía según RAD7.</i>	<i>99</i>
<i>Figura 60. Concentración de Rn-222 en Agregado Grueso-Muestra1, según RAD7.</i>	<i>101</i>
<i>Figura 61. Concentración de Rn-222 en Agregado Grueso-Muestra2, según RAD7.</i>	<i>103</i>
<i>Figura 62. Concentración de Rn-222 en Agregado Fino-Muestra1, según RAD7...105</i>	
<i>Figura 63. Concentración de Rn-222 en bloques de hormigón.</i>	<i>107</i>
<i>Figura 64. Diseño Vivienda Multifamiliar-Planta Baja</i>	<i>111</i>
<i>Figura 65. Diseño Vivienda Multifamiliar-Planta Alta.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 66. Diseño Vivienda Multifamiliar-Terraza</i>	<i>113</i>
<i>Figura 67. Diseño Vivienda Multifamiliar-Fachada Frontal.</i>	<i>114</i>
<i>Figura 68. Diseño Vivienda Multifamiliar-CorteA-A</i>	<i>115</i>
<i>Figura 69. Conjunto habitacional poco ventilado.....</i>	<i>119</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Bloques de Hormigón de acuerdo a su uso [23].</i>	7
<i>Tabla 2. Bloques de Hormigón de acuerdo a su densidad [23].</i>	8
<i>Tabla 3. Tipo y usos de bloque hueco [23].</i>	8
<i>Tabla 4. Resistencia a la Compresión, en Bloques no soportables.</i>	10
<i>Tabla 5. Resistencia a la Compresión, en bloques soportantes.</i>	10
<i>Tabla 6. Resistencia mínima a la compresión en bloques de hormigón.</i>	11
<i>Tabla 7. Absorción en bloques, de acuerdo a su clasificación por densidad.</i>	11
<i>Tabla 8. Absorción máxima de agua en bloques Clase A.</i>	12
<i>Tabla 9. Dimensiones de los bloques.</i>	17
<i>Tabla 10. Propiedades Químicas del gas Radón [27].</i>	21
<i>Tabla 12. Concentración aproximada de ²³⁸U en varios tipos de suelos [28].</i>	23
<i>Tabla 13. Características de la Máquina de prueba de compresión de Hormigón (SHIMADZU).</i>	30
<i>Tabla 14. Límites de granulometría para el agregado fino.</i>	47
<i>Tabla 15. Absorción máxima de agua en bloques Clase A</i>	52
<i>Tabla 16. Concentración de radón en el aire interior de edificaciones en países sudamericanos [28].</i>	54
<i>Tabla 17. Información Poblacional de la Provincia de Tungurahua</i>	58
<i>Tabla 18. Catastro de Distribuidoras de Bloques en la Provincia de Tungurahua.</i>	60
<i>Tabla 19. Cantones de mayor superficie.</i>	68
<i>Tabla 20. Cantones con mayor población.</i>	68
<i>Tabla 21. Número de bloqueras por Cantón.</i>	69
<i>Tabla 22. Cantones seleccionados para muestra.</i>	71
<i>Tabla 23. Bloqueras en Ambato.</i>	73
<i>Tabla 24. Dimensiones de Bloques de la Bloquea Santa Rosa.</i>	74
<i>Tabla 25. Bloqueras en Pelileo.</i>	77
<i>Tabla 26. Bloqueras en Píllaro</i>	79

<i>Tabla 27. Muestras recolectadas.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 28. Peso de Muestra Retenida.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 29. Densidad Real y capacidad de Absorción del Chasqui.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 30. Análisis Granulométrico de agregado fino.</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 31. Resistencia de Bloques de Muestra Ambato</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 32. Resistencia de Bloques de Muestra Pelileo.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 33. Resistencia de bloques de Muestra Píllaro</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 34. Muestras entregadas en la ESPOCH.</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 35. Recepción de Muestras-Ambato en la ESPOCH.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 36. Recepción de Muestras-Pelileo en la ESPOCH.</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 37. Recepción de Muestras-Píllaro en la ESPOCH.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 38. Recepción de Muestras-Chasqui en la ESPOCH.</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 39. Concentración de Radon-222 en Cuba Vacía.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 40. Concentración de gas Rn-222 en Agregado Grueso de Chasqui-Muestra1</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 41. Concentración de gas Rn-222 en Agregado Grueso de Chasqui-Muestra2</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 42. Concentración de gas Rn-222 en Agregado Fino de Chasqui – Muestra1</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 43. Concentración de gas Rn-222 en Bloques de hormigón.</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 44. Tasa de Exhalación Superficial de Rn222.</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 45. Datos Generales de Diseño para Vivienda Multifamiliar.</i>	<i>110</i>

RESUMEN

El estudio del comportamiento de los elementos constructivos en las edificaciones se desarrolla de forma continua, para brindar parámetros que apoyen nuevas innovaciones en el mundo ingenieril y precisen formas confiables, seguras y confortables en las futuras construcciones.

Para la elaboración de este proyecto se realizaron ensayos físicos a las muestras representativas de la zona 3, que comprenden las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Pastaza, en el caso particular de la provincia de Tungurahua cuenta con 92 distribuidoras de bloques de hormigón, los resultados obtenidos de estos análisis muestran una resistencia bajo el límite establecido en la NEC.

Los resultados obtenidos dan muestra que el proceso de elaboración y la calidad de materia prima utilizados en la construcción de bloques son la base fundamental para su mejor respuesta ante los agentes que pudiesen afectar su comportamiento estructural; por lo que se debe considerar el reajuste en la dosificación de cada componente de este elemento ya que no alcanzan los valores permitidos de manera individual, tampoco en un promedio de 3 muestras ensayadas de un mismo lote de elaboración.

Satisfactoriamente los elementos estudiados en esta investigación no exhalan la cantidad mínima de gas Radón-222 (100 Bequerelio por metro cúbico) que es considerado como la tercera causa de cáncer de pulmón en el mundo.

Se realizó un catastro característico de las distribuidoras de bloques en la Provincia de Tungurahua, que permitieron colaborar con una mejor identificación de los puntos más críticos.

Palabras clave: Bloque, Mampuesto, Radón, Hormigón, Radiación, Chasqui.

ABSTRACT

The study of the behavior of constructive elements in buildings is continuously developed to provide parameters that support new innovations in the engineering world and specify reliable, safe and comfortable forms in future constructions.

For the preparation of this project, physical tests were carried out on representative samples from zone 3, which includes the provinces of Cotopaxi, Tungurahua and Pastaza. In the particular case of the province of Tungurahua, which has 92 concrete block distributors, the results obtained from these analyses show a resistance below the limit established in the NEC.

The results obtained show that the elaboration process and the quality of the raw material used in the construction of blocks are the fundamental basis for their best response to the agents that could affect their structural behavior; therefore, the readjustment of the dosage of each component of this element should be considered, since they do not reach the allowed values individually, even in an average of 3 samples tested from the same elaboration batch.

Satisfactorily, the elements studied in this research do not exhale the minimum amount of Radon-222 gas (100 Bequerelio per cubic meter), which is considered the third cause of lung cancer in the world.

A characteristic cadaster of the block distributors in the Province of Tungurahua was carried out, which allowed us to collaborate with a better identification of the most critical points.

Keywords: Block, Mampuesto, Radon, Concrete, Radiation, Chasqui.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación

Las construcciones civiles son un punto trascendental en el desarrollo de los seres humanos; en Ecuador continuamente se están mejorando las tecnologías, equipos, procesos y capacitación del talento humano, para estar al nivel de lo que se realiza en países con auge en estos temas; las investigaciones realizadas en los últimos años han permitido desarrollar combinaciones de materiales en los distintos elementos constructivos para elevar las propiedades de calidad y resistencia.

Los elementos estructurales y de complemento como los no estructurales (no soportan carga mayor al peso de los mismos) son parte importante en las obras civiles para dar seguridad y confort a quienes las habitan y a quienes son los encargados de construirlas [1], pero generalmente se está omitiendo los efectos nocivos que producen ciertos materiales, uno de estos efectos es la radiación natural [2], que está presente en los materiales que intervienen en la elaboración de los elementos constructivos para las edificaciones, ya que en la materia prima de los elementos estructurales se puede presentar componentes radioactivos como el Radón-222 [3], que perjudican tanto las propiedades de estos elementos, y la salud de las personas que ocupan las edificaciones, ya que se los puede encontrar en forma natural en los depósitos como son las minas o canteras que tienen la finalidad de almacenamiento y distribución de los materiales.

La radiación se trata de la prolongación de energía en forma de partículas u ondas [4][5][6], las cuales las encontramos de forma natural en nuestro entorno; el ser humano está expuesto de forma directa o indirecta en los ambientes que se desarrolla, ya que los materiales de construcción provienen de elementos naturales que contienen radionucleidos propensos a la radiación permanente, y al encontrarse en los pisos y paredes de los lugares donde habitamos la mayor parte de nuestro tiempo recibimos constantemente una cierta dosis de radiación [7].

Entre los materiales más utilizados en nuestro medio para la construcción de muros, paredes divisorias de ambientes o para aligerar el peso de la losa, están los mampuestos de hormigón conocidos comúnmente como “bloques”, los mismos que están elaborados con cemento Portland [8], agua, áridos gruesos y finos como: arena, grava, piedra partida, granulados volcánicos, piedra pómez, escorias y otros materiales inorgánico [9], varios de estos materiales los encontramos forma libre en la naturaleza; por ello es necesario dar importancia a las propiedades y características que tienen estos elementos, de esta manera en el momento que se evidencien problemas de tipo estructural o de afectación en la salud del ser humano se cuente con información preliminar que permitan una solución rápida y contrarrestar aquellos problemas.

El Radón-222 es un gas incoloro, inodoro, insípido, más pesado que el aire y soluble en agua [9] [10], el cual es una degradación de Uranio-238, y al ser un gas tiene mayor facilidad de ingreso a los lugares de trabajo, estudio o diversión de los cuales los ingenieros civiles están en capacidad de planificar, diseñar, construir y mantener el buen funcionamiento de aquellas construcciones, y brindar confianza de habitar en estas edificaciones. Las altas concentraciones de este gas en lugares que poseen poca ventilación han llegado a provocar una alta exposición a este elemento radiactivo que causa daños en el organismo, siendo el segundo causante de cáncer al pulmón después del tabaco [11].

Las construcciones en la actualidad deben brindar seguridad no solo en el ámbito estructural más bien debe cumplir las normas ambientales y de seguridad en la salud del ser humano, y en esa dirección se enfoca el desarrollo de esta investigación.

Por diferentes características geológicas, ambientales, sociales y culturales en Ecuador se agrupa a las provincias por zonas es lo que la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) da a conocer, esta zonificación permite identificar de mejor manera las necesidades en el territorio y así brindar soluciones efectivas para la prestación de servicios públicos; en esta propuesta se analizará la provincia de Tungurahua que se encuentra en la zona 3 que involucra Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo y Pastaza.

1.2. Antecedentes

En la capa superficial de la tierra conocida como corteza terrestre es en donde se desarrolla la vida humana, y es la capa con las mayores posibilidades y condiciones apropiadas para que el ser humano prolongue su existencia [4]; en la corteza encontramos elementos químicos tales como el Uranio-238, que mediante un proceso de decaimiento se hace presente el Radio-226 y por ende el Radón-222 [9], el cual es uno de los elementos de estudio en esta investigación. El radón es un elemento radiactivo ($Rn-222$ o ^{222}Rn), sin color, olor ni sabor, tiene un peso mayor que el aire además es soluble en el agua [9], procedente de la desintegración del radio-226, que decae emitiendo partículas alfa y posee una vida media de 3,8 días, su estado es gaseoso y es imperceptible a nuestros sentidos [3] [12]. Este elemento químico ha sido considerado de importante estudio ya que sus características han resultado negativas en la salud y el desarrollo del ser humano, en varios países ya cuentan con estudios exhaustivos y normados [10], se ha organizado un plan de contingencia, regulación y control del radón en las edificaciones [13], ya que el principal efecto de la exhalación de este gas es el cáncer de pulmón [11], que por el inadecuado diseño de las estructuras en las cuales los seres humanos nos desarrollamos han dado lugar a una elevada concentración de radón en espacios cerrados y de poca ventilación [9].

Por encontrarse en forma natural en la corteza terrestre se puede infiltrar por las fisuras o grietas existentes en los suelos, subsuelos o paredes de las construcciones, de la misma forma por ser de origen natural lo podemos encontrar en la materia prima de los elementos constructivos como en los mampuestos de hormigón que en Ecuador [14] y con más especificación en la provincia de Tungurahua los encontramos en los llamados bloques de hormigón, los cuales al ser fabricados de forma artesanal en su mayoría no cuentan con un sistema de regularización [15]. Para la elaboración de los bloques de hormigón, es necesario recurrir a su elemento básico que es la piedra pómez o chasqui [16] conocida así por los fabricantes de estos materiales constructivos con mayor uso en las edificaciones de la zona desde el auge en las construcciones civil urbanas para el desarrollo territorial y urbanístico, esta materia prima tiene procedencia de residuos volcánicos, los cuales tienden a liberar radón.

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP de sus siglas en inglés), establece como nivel de referencia para los hogares una concentración de 300 Bq/m³ equivalente a una dosis anual efectiva de 17 mSv, mientras que la misma concentración en edificios tendrá un equivalente a 8 mSv [17] [18]. Las técnicas utilizadas para la medición del Rn-222 se basan en la interacción de radiación alfa [9], beta o gamma emitida por este radioisótopo o por sus radioisótopos hijos producidos en su proceso de decaimiento. Su medición se puede realizar por métodos como: centelleo líquido, adsorción en carbón activado, detector de trazas para partículas alfa (ATD), cámaras de ionización electret (EICs), detectores electrets, monitores de radón, entre otros [19].

Los estudios en viviendas en Europa nos abren el panorama sobre los riesgos radiológicos del gas radón-222, por encontrarse en un estado natural en el ambiente y al ser un gas al cuales estamos expuestos constantemente [17]; ya que los elementos que usamos en la construcción son elaborados con materia prima del suelo, tomando en cuenta que en Ecuador frecuentemente en la fabricación de mampuestos de hormigón o bloques [16] [1] pueden contener el dicho gas noble, que tiene gran interés radioactivo.

Los elementos estructurales de viviendas pueden exhalar Radón-222, ya que en su elaboración se emplean minerales de la naturaleza como lo explicamos anteriormente [20]. La investigación prevista cuenta con un sentido de prevención, información y alerta de los posibles riesgos existentes en nuestra zona de estudio que compete a la provincia de Tungurahua, ya que dentro de las competencias de la Ingeniería Civil se encuentra el reconocer, evaluar y brindar soporte técnico ante los diversos problemas estructurales que se presentan en las edificaciones ya que la planificación, diseño y construcción están dentro de objetivos como profesionales. En la actualidad la mayor parte de las personas permanecen en el interior de sus viviendas, oficinas o establecimientos educativos, es decir, en espacios cerrados y con poca ventilación por un 80% de su tiempo, durante este tiempo existe la posibilidad de estar expuestos a la radiación natural de por parte de los materiales como los bloques de hormigón con características radioactivas según la NORM (Materiales Radiactivos Naturales) [21].

1.3. Fundamentación Teórica

1.3.1. Bloques

La elaboración de bloques de distintos bloques data desde que el ser humano empieza su vida de sedentarismo, ya que fueron su fuerte para su protección, desde ese entonces se han desarrollado técnicas para mejorar la calidad de los bloques, sin ser descartados de las diferentes construcciones. Los bloques son los elementos con mayor aceptación para la construcción de estructuras habitacionales, para la elaboración de estos mampuestos se considera los materiales como el chasqui que proviene de Cerro con el mismo nombre “Chasqui” de la provincia de Cotopaxi, cemento y agua, estos elementos deben cumplir con las normas establecidas para un buen manejo de las mismas y dar garantía de la construcción de edificaciones en el país y garantizar el confort en los habitantes [1][22].

Los registros de estadísticas dan la razón a los artículos que dan relevancia a este elemento, es por ello que en el último censo de población y vivienda realizado en 2010 por el INEC, se da a conocer que las paredes de las viviendas, son mayormente elaboradas con bloques de piedra pómez (chasqui) y ladrillos, en comparación con los otros elementos existentes en el país, la Figura 1 presenta que este elemento representa un alto porcentaje de utilización en la construcción con un 68,89% a nivel nacional.

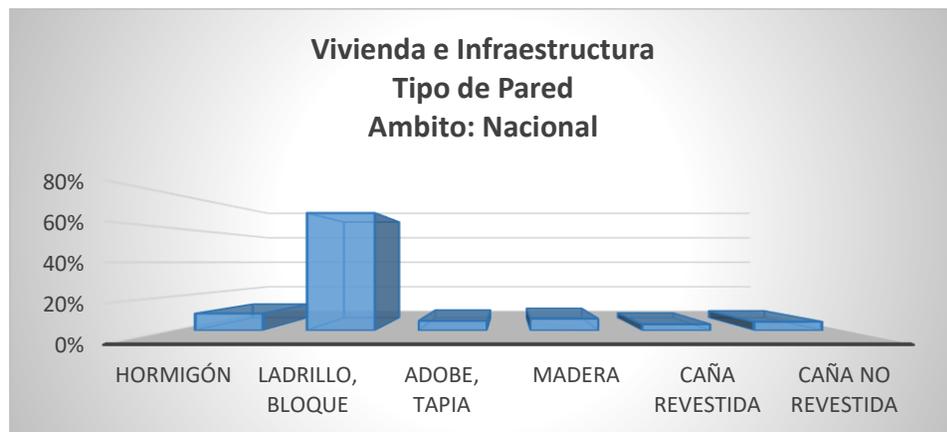


Figura 1. Tipos de Pared a nivel nacional.

Fuente: INEC – Censo 2010

A nivel regional la situación no varía, en la Sierra, en donde se encuentra el lugar de estudio los tipos de paredes elaboradas tienen como material representativo al Bloque y Ladrillo con el 74,72% del total de viviendas encuestadas, en la Figura 2 se presentan los porcentajes de los resultados de la encuesta.

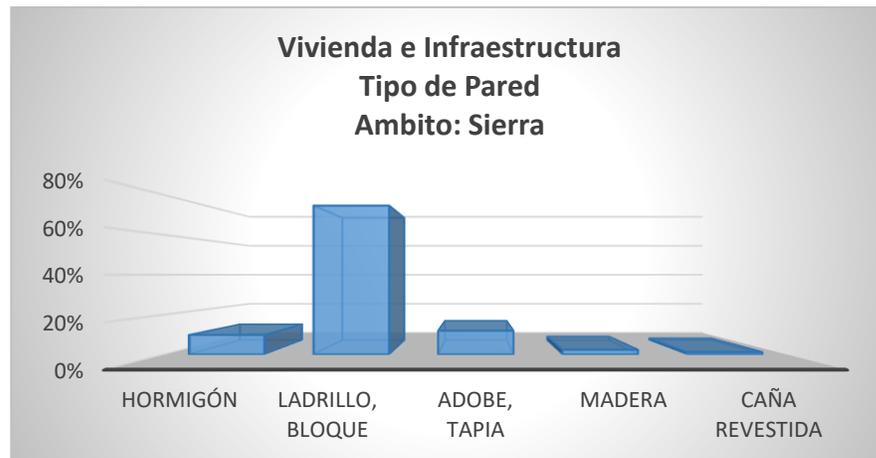


Figura 2. Tipo de Pared en la Sierra.

Fuente: INEC – Censo 2010

Las características, la costumbre y/o el precio, son algunas variables por las cuales los bloques son los elementos constructivos más utilizados.

Existen una amplia variedad de tipos de bloques que van desde los artesanales hasta los elaborados cumpliendo con las normas de calidad, todo depende del uso que se le vaya a dar o la economía del constructor, además esto varía según el lugar de construcción ya que los factores climáticos juegan un papel importante. Es por ello que en la Figura 3 se muestran los tipos de bloques que se fabrican con más frecuencia en la provincia de Tungurahua, por las características que se expondrán más adelante.

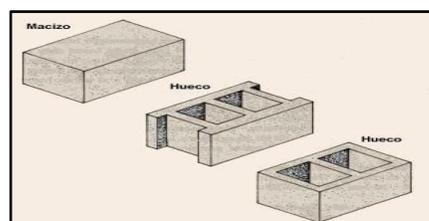


Figura 3. Tipos de Bloques.

Fuente: Materiales de la Construcción

Para fundamentar el estudio nos vamos a referir a ciertos conceptos citados en los documentos de referencia y en las normas de construcción y salud.

1.3.2. Tipos de Bloques de hormigón

Se refiere a la pieza prefabricada de hormigón simple, elaborada con cemento hidráulico, agua, áridos finos y gruesos, con o sin aditivos, en forma de paralelepípedo, con o sin huecos en su interior [23].

En la provincia de Tungurahua se desarrollan un gran número de pequeñas microempresas que se dedican a la elaboración de estos elementos constructivos, los cuales se los puede encontrar de diferentes tipos según la finalidad de uso, en su mayoría no son elaborados bajo normas que rigen en el país.

1.3.2.1. Clasificación de los bloques de hormigón.

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) proporciona los requerimientos mínimos que deben cumplir los bloques de hormigón la Tabla 1 y la Tabla 2 indican la clasificación según los parámetros según la Norma 3066.

a) De acuerdo a su uso se clasifican en las siguientes clases:

Tabla 1. Bloques de Hormigón de acuerdo a su uso [23].

Clase	Uso
A	Mampostería estructural
B	Mampostería no estructural
C	Alivianamientos en losas

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización

b) De acuerdo a la densidad se clasifican en:

Tabla 2. Bloques de Hormigón de acuerdo a su densidad [23].

Tipo	Densidad del hormigón (kg/m ³)
Liviano	< 1680
Mediano	1680 a 2000
Normal	> 2000

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización

1.3.2.2. Bloque hueco de hormigón

Es un elemento simple hecho de hormigón, en forma de paralelepípedo, con uno o más huecos transversales en su interior, de modo que el volumen del material sólido sea del 50% al 75% del volumen total del elemento [22].

Se considera un bloque hueco de hormigón cuando el área neta de la superficie de carga sea menos de 75%, mientras que el bloque sólido de hormigón debe ser mayor o igual al 75% [23]. Las partes de bloque están representadas en la Figura 4.

En el presente trabajo el elemento de estudio es el bloque hueco del cual encontramos normas de utilización según su tipo, en la Tabla 3, se detalla los requerimientos según la Norma 3066.

Tabla 3. Tipo y usos de bloque hueco [23].

TIPO	USOS
A	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.
B	Paredes exteriores de carga, con revestimiento.
	Paredes interiores de carga, con o sin revestimiento.
C	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.
D	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento.
	Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento.
E	Losas alivianadas de hormigón armado.

Fuente: INEN – Norma 3066

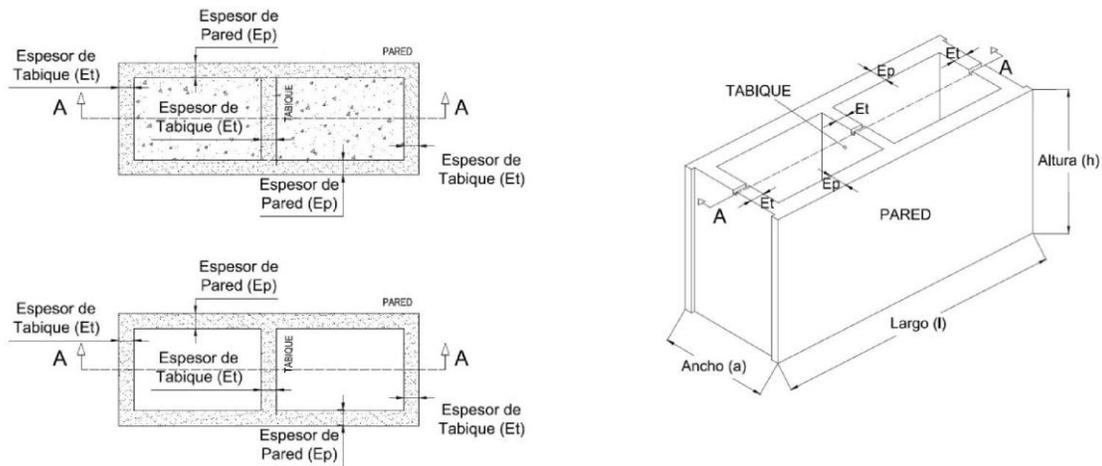


Figura 4. Partes del bloque de Hormigón [23].

Fuente: INEN – Norma 3066

1.3.2.3. Características de los bloques de hormigón.

a) Requisitos físicos

Las características de los bloques en primera instancia se controlarán que deben estar enteros y libres de fisuras u otros defectos que puedan inferir con la correcta colocación, o perjudicar significativamente la resistencia. Sin embargo, no serán rechazados los bloques que presenten fisuras pequeñas ya sea por el proceso de fabricación, o de la manipulación en el proceso de distribución y entrega [24].

- Aspectos visuales y marcas según la NTE INEN 3066:

Los bloques deben presentar la misma apariencia, es decir, deben tener la misma forma, textura y tonalidad, de aquellos que fueron presentados como muestra referencial por el fabricante al cliente, previo a la compra.

En cuanto a el lote de bloques, en el momento de la entrega, no deben presentar más del 5% de unidades que tengan uno o más de los siguientes defectos:

- Dimensiones reales por fuera de las dimensiones nominales con tolerancia máxima para largo, ancho, y alturas reales, de $\pm 3\text{mm}$.

- Despostillado de diámetro mayor a 25 mm en las caras del bloque.
- Fisuras con un ancho mayor a 0,5 mm y longitudes mayores a 25% de la altura modular en las caras del bloque.
- Unidades rotas.

Los bloques deben estar identificados mediante marcas de acuerdo con su clase, de manera que no puedan ser confundidos entre ellos. Las marcas deben ser permanentes e indelebles. El fabricante debe definir las características de dichas marcas.

b) Resistencia a la compresión

La norma usada con frecuencia se refiere a la NTE INEN 639, la cual vamos a tomar como referencia, pero vamos a referirnos con más énfasis a la norma NTE INEN 3066 que se encuentra actualizada y en funcionamiento.

- Según la norma NTE INEN 639 los bloques deben cumplir los requisitos establecidos en las siguientes tablas:

Tabla 4. Resistencia a la Compresión, en Bloques no soportables.

Descripción	Resistencia a la compresión (MPa)
Promedio de 3 bloques	4,00
Bloque individual	3,50
1 MPa = 10,2 Kg/cm²	

Fuente: INEN - 639

Tabla 5. Resistencia a la Compresión, en bloques soportantes.

Descripción	Resistencia a la compresión (MPa)
Promedio de 3 bloques	6,00
Bloque individual	5,00
1 MPa = 10,2 Kg/cm²	

Fuente: INEN - 639

Tolerancia: las unidades de mampostería de bloque según la norma INEN 316 deberán tener una variación de no más de 2mm para las dimensiones nominales.

El ensayo para determinar la resistencia de los bloques se establece en la Norma INEN 640, se lo debe realizar a los 28 días de fabricación.

- La norma NTE INEN 3066, da a conocer que, al momento de la entrega de los bloques, estos deben cumplir con las resistencias netas mínimas a la compresión que se indican en la Tabla 6.

Tabla 6. Resistencia mínima a la compresión en bloques de hormigón.

Descripción	Resistencia neta mínima a la compresión simple (MPa)		
	Clase A	Clase B	Clase C
Promedio de 3 bloques	13,8	4,0	1,7
Por bloque	12,4	3,5	1,4
1MPa = 10,2 kg/cm ²			

Fuente: INEN – Bloques de hormigón 3066

c) Absorción de agua

- La absorción de agua según el ensayo establecido en la norma NTE INEN 639, promedio de 3 unidades secadas en horno para cada tipo especificado, son las que se indican en la Tabla 7:

Tabla 7. Absorción en bloques, de acuerdo a su clasificación por densidad.

Tipo	Densidad (Kg/m ³)	Absorción de agua (Kg/m ³)
Liviano	< 1680	290
Medio	1680 a 2000	240
Normal	> 2000	210

Fuente: INEN - 639

- Según la INEN 3066, los bloques Clase A deben cumplir con la absorción de acuerdo con la Tabla 8:

Tabla 8. Absorción máxima de agua en bloques Clase A.

Tipo	Densidad (Kg/m ³)	Absorción de agua máxima promedio (Kg/m ³)	Absorción de agua máxima por unidad (Kg/m ³)
Liviano	< 1680	288	320
Medio	1680 a 2000	240	272
Normal	>2000	208	240

Fuente: INEN - 3066

Se requiere un lote de por lo menos 3 bloques enteros y sin defectos, para realizar este ensayo.

1.3.2.4. Materiales para elaborar bloques

Los bloques deben elaborarse con cemento Portland o Portland especial, áridos finos y gruesos, tales como: arena, grava, piedra partida, granulados volcánicos, piedra pómez, escorias y otros materiales inorgánicos inertes adecuados [22].

Para la fabricación de estos elementos se utiliza una máquina conocida comúnmente como “bloquera”, la misma que puede ser usada de forma manual, semiautomática o automática, se debe contar con la maquina mezcladora para la combinación de los componentes primos para los bloques, adicionalmente se requiere de moldes metálicos o de madera donde se vierte la mezcla y así dar forma a los elementos [14].

Polvo de piedra: se trata de la “piedra triturada que tiene origen natural producida en las canteras, según la Norma INEN 872 se la clasifica como angular y la describe como poseedora de bordes bien definidos, formados en la interacción de caras planas ásperas [14]”.

Chasqui o pómez triturado: este material se forma de la lava seca que en su momento fue expulsada mediante una erupción volcánica, de manera general se lo encuentra en las faldas del Volcán Cotopaxi en el cantón Latacunga, desde el cerro “Chasqui” son llevadas hacia las distintas ciudades para fabricar los bloques, estos elementos tienen un tamaño de grano pequeño (inferior a 10 mm), en la Norma INEN

872 se la define como panaloide. Dentro de sus características están que son porosos y sus cavidades se encuentran visibles [14].

La piedra pómez, pumita, pumicita o en nuestro medio conocido como cascajo es una materia prima mineral de origen volcánico, en su composición intervienen mayoritariamente sílice (70%) y la alúmina (13%). Además, es una roca con alta porosidad, ligera (densidades entre 0,4 a 0,9 g/cm³), friable, eficaz aislante térmico y con propiedades puzolánicas [25].



Figura 5. Piedra Pómez o Cascajo.

Fuente: Imagen Web

Cemento Portland tipo I: se requiere el uso de cemento que cumpla con los requisitos de la Norma INEN 490, NTE INEN 2380 y la Norma INEN 152. La mezcla de conglomerante o cemento hidráulico, con áridos y agua forma una masa pétreo resistente y duradera.

Agua: debe ser dulce, limpia, de preferencia potable y libre de cantidades apreciables de materiales nocivos como ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas.



Figura 6. Elementos para la elaboración de bloques de hormigón.

Fuente: Imagen de la Web

1.3.2.5. Proceso de elaboración de bloques

Para elaborar los bloques usualmente se utiliza: piedra pómez (chasqui), cemento industrial y agua (potable).

- **Dosificación.**

La relación de los materiales está dada como: 1, 5, 2 (cemento, arena, piedra) + agua 9 % (el porcentaje del agua es el resultado de la relación del peso seco de los agregados, el peso obtenido de todos los áridos y el cemento antes de mezclarlos junto con el agua, con referencia a las Normas ASTM se obtiene el valor que resultó de trabajos en el laboratorio de materiales).

Para realizar una dosificación ideal los fabricantes suelen utilizar su experiencia artesanal que les ha sido transmitida.

- **Mezclado.**

Actualmente se utiliza distintas maneras de mezclado de los materiales previo a la colocación en diferentes moldes, las partículas deben llenar completamente los moldes para obtener los bloques de distintas dimensiones y formas.

En la provincia de Tungurahua se logra determinar dos tipos de mezclados:

Mezclado Manual: Las herramientas manuales usadas en construcción y que son utilizados para este tipo de mezclado son la pala, carretilla y recipiente para transportar agua.

Una vez definido la cantidad de material que se va a utilizar para el lote de bloques, se procede a colocar en el piso el agregado fino junto con el cemento, la primera fase es el mezclado de estos dos materiales. El agua se agrega según la consistencia que requerimos, el agregado grueso se lo debe añadir de forma continua junto con el agua, hasta conseguir que los materiales se encuentren ligados y la mezcla se pueda manipular con el fin de ser colocada en los moldes.



Figura 7. Mezcla manual de agregados.

Fuente: Imagen de la Web

Mezclado Mecánico: La concretera o la mezcladora semi-industrial es el equipo que se utiliza para preparar una mezcla homogénea y minimizar el trabajo del personal.

De manera general lo primero que se debe realizar es la dosificación de materiales, el agregado fino y el cemento se mezclan como primera fase, se agrega el agua de forma continua durante 3 a 6 minutos.



Figura 8. Mezclado mecánico de agregados.

Fuente: María Gabriela Moreta

- **Moldeado.**

La mezcla que se prepara de manera manual o mecánica se vierte dentro de los moldes metálicos, para ser colocados en la mesa vibratoria para que toda la mezcla se distribuya de forma uniforme y con la ayuda de una varilla se amolda el material.

Cuando se divide una capa de agua en la superficie se detiene la vibración de los moldes y se los coloca en el lugar destinado para el fraguado y posterior desmolde.

- **Fraguado.**

Los bloques se los coloca sobre una superficie seca, limpia y libre de los efectos del viento, sol y la lluvia para que logren fraguarse sin llegar al secado inmediato. El tiempo recomendado para el fraguado es de 4 a 8 horas, los bloques no alcanzan la resistencia deseada no se la consigue si se los expone a los factores antes mencionados.

Después del desmolde se los puede colocar en ruma para su posterior curado y secado.



Figura 9. Fraguado de bloques

Fuente: María Gabriela Moreta

- **Curado.**

El proceso de curado es muy importante ya que se lo debe realizar de forma correcta para que la resistencia del bloque sea la ideal, consiste en mantener la humedad en cada bloque para que la reacción química propia del cemento permita obtener la resistencia y calidad del producto.

1.3.2.6. Dimensiones

La Norma INEN 638 en su publicación hace referencia a los parámetros para las dimensiones de los bloques, la Tabla 9 resume los requerimientos.

- 1) Espesor de las paredes de los bloques: no debe ser menor de 25mm, en los bloques tipo A y B, y de 20 mm, en los bloques tipo C, D y E.
- 2) La dimensión real de un bloque debe ser tal que, sumada al espesor de una junta, dé una medida modular.
- 3) Los bloques deben tener las dimensiones indicadas en la Tabla 9.

Tabla 9. Dimensiones de los bloques.

Tipo	Dimensiones Nominales			Dimensiones Reales		
	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
A, B	40	20, 15, 10	20	39	19, 14, 09	19
C, D	40	10, 15, 20	20	39	09, 14, 19	19
E	40	10, 15, 20, 25	20	39	09,14,19, 24	20

Fuente: INEN 638

- 4) Por convenio entre el fabricante y el comprador, podrán fabricarse bloques de dimensiones diferentes de las indicadas en la Tabla 9.
- 5) Los bloques de un mismo tipo deben tener dimensiones uniformes. No se permite en ellas una variación mayor de 5mm.

1.3.3. Radioactividad

Es la capacidad de algunas sustancias de transformar sus partículas inestables en otras más estables, emitiendo radiaciones y liberando energía.

1.3.3.1. Radiación

Se la considera como la propagación de energía por medio de ondas electromagnéticas conocidas como radiación electromagnética o a su vez la propagación de energía en forma de partículas a través del espacio o de un material por ejemplo las partículas alfa, beta, protones o neutrones, a esta radiación se la conoce como corpusculares [9].

1.3.3.2. Tipos de radiación

a) Radiación Ionizante

Se caracteriza por ser de alta energía, la misma que causa alteraciones intermoleculares, por lo que es capaz de inducir a la mutación, transformación y modificación de la estructura atómica del material con el que interacciona, de esta manera se pueden dar reacciones, cambios químicos o incluso genéticos en las células vivas [26] [9]. Esta radiación se puede clasificar en:

- Radiaciones Corpusculares

Radiación Alfa: son núcleos de Helio (He), están estructuradas por cuatro unidades de masa y dos unidades de carga eléctrica positiva: son partículas pesadas que son emitidas con mayor energía. Tienen una limitada capacidad de penetración en la materia, pudiendo penetrar solo unos centímetros en el aire y que no consiguen atravesar la piel o el papel [26] [9], la Figura 10 ilustra este fenómeno de manera sencilla.

Radiación Beta: es la emisión de partículas como electrones o positrones de alta energía emitidos por cierto isótopos; las mismas que pueden propagarse en el aire unos pocos metros y unos cuantos centímetros en el plástico o tejidos, esta propagación va a depender de la energía de las partículas [9] [26].

- Radiaciones Electromagnéticas

Rayos Gamma: es la emisión de un fotón y no conlleva la transmutación del elemento sino un reajuste de los protones o neutrones del núcleo pasando a un estado más estable y de menor energía [9].

Rayos X: son una clase de ondas electromagnéticas que tienen menor energía que los rayos gamma, sin embargo, esa energía es capaz de atravesar las estructuras del cuerpo humano para la realización de estudios médicos; al estar en contacto con los tejidos de los órganos estos rayos pueden provocar alteraciones o cambios en las células, llegando a provocar cáncer [26].

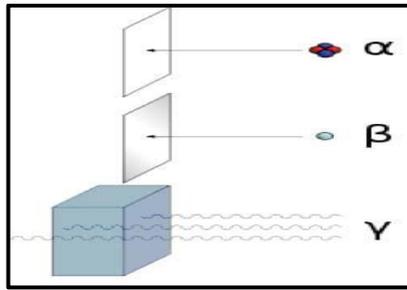


Figura 10. Poder de penetración de los distintos tipos de radiación ionizante.

Fuente: *Energía Nuclear - Web*

b) Radiación No Ionizante

Se caracteriza por ser de alta energía la misma que causa alteraciones intermoleculares, por lo que es capaz de inducir a la mutación y a la transformación cancerosa en las células vivas [26].

c) Radiación Natural

Proceden de fuentes naturales como las presentes en el aire (Rn-222, C-14), la corteza terrestre (Ra-220), el espacio (radiación cósmica), los alimentos o incluso en el interior del cuerpo humano [9].

d) Radiación Artificial

Son aquellas que proceden de fuentes que han sido creadas por el hombre para ser empleadas en aplicaciones médicas, industriales o en investigación.

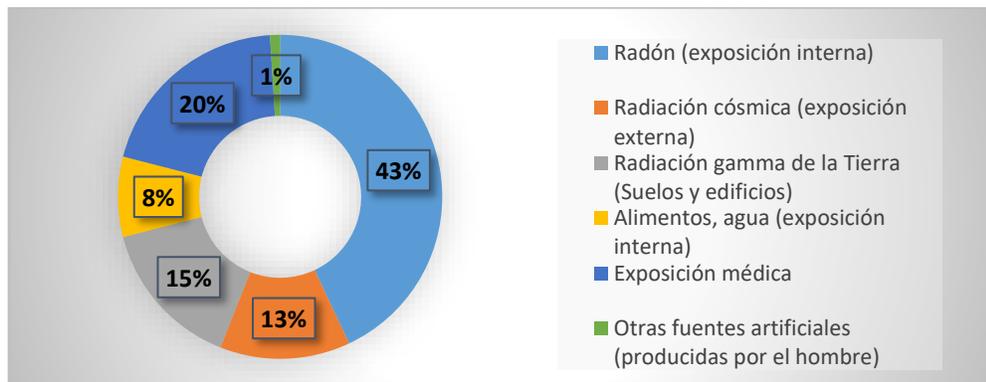


Figura 11. Contribución de las distintas fuentes de exposición, de origen natural y artificial, a la dosis recibida por la población.

Fuente: *Imagen de la Web*

1.3.3.3. Unidades de medición

- **Bequerelio (Bq):** Es la unidad de actividad y es igual a una desintegración nuclear o transformación por segundo. La unidad en el sistema Cegesimal es el Curio (Ci) que equivale a $3,7 \times 10^{10}$ Bq [9].
- **Gray (Gy):** denominación de la unidad de dosis absorbida. Un gray es igual a un julio por kilogramo de masa y equivale a 100 rads en el sistema Cegesimal. $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$.
- **Sievert (Sv):** unidad de dosis efectiva y dosis equivalente. Un Sievert es igual a un julio kilogramo, aunque al ser una unidad muy elevada para su uso en protección radiológica normalmente se utiliza el milisievert ($\text{mSv} = 10^{-3} \text{ Sv}$) y el microsievert ($\text{uSv} = 10^{-6} \text{ Sv}$). El sievert equivale a 100 rems en el sistema Cegesimal. Es decir, $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}$.

1.3.4. Radón-222

Es un gas radiactivo de origen natural, procedente de la desintegración del radio-226 que se encuentra en una pequeña proporción en el aire que se respira y es el responsable de una fracción de la radiación que recibe el ser humano [13].

El radón es un gas noble radiactivo e inerte, incoloro, inodoro, insípido e invisible, más pesado que el aire y soluble en agua u otros líquidos [6].

Propiedades del Radón

Propiedades Químicas

Al radón lo podemos encontrar en pequeñas porciones dentro de la composición del aire. Este elemento es muy soluble en agua.

Tabla 10. Propiedades Químicas del gas Radón [27].

Característica	Valor / descripción
Denominación (Símbolo)	Radón (Rn)
Número atómico	86
Masa atómica (u.m.a.)	222
Estado	Gaseoso
Punto de ebullición	-62 °C
Punto de fusión	-71 °C
Densidad (0 °C y 1 atm)	9.73 kg/m ³
Densidad en estado líquido	0.005 kg/m ³ – 0.006 kg/m ³
Solubilidad en agua a 0 °C	51.0 cm ³ radón / 100 cm ³ agua
Solubilidad en agua a 25 °C	22.4 cm ³ radón / 100 cm ³ agua
Solubilidad en agua a 50 °C	13.0 cm ³ radón / 100 cm ³ agua

Fuente: Tesis – Talía Tene

Propiedades Físicas

Las características más relevantes de este isotopo natural que se encuentra en la corteza terrestre se las presenta en la Tabla 11.

Tabla 11. Propiedades relevantes del Radón-222 [27].

Parámetros	Símbolo	Valor
Vida media	$T_{1/2}$	3.8232 (8) d
Constante de decaimiento	λ	$2.098 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$
Promedio de energía de retroceso	E_r	86 keV
Coefficiente de difusión en aire	D_a	$1 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$
Coefficiente de difusión en agua	D_w	$1 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$
Energía alfa	Q^α	5590.30keV

Fuente: Tesis – Talía Tene

La desintegración de los elementos da lugar a cadenas radioactivas de origen natural, en el caso en estudio, existen tres isotopos principales de radón que provienen del decaimiento del uranio-238, uranio-235 y del torio-235.

La serie radiactiva que corresponde a este estudio es la de uranio-238, a continuación, la Figura 12 presenta el proceso de desintegración radioactiva de este elemento.

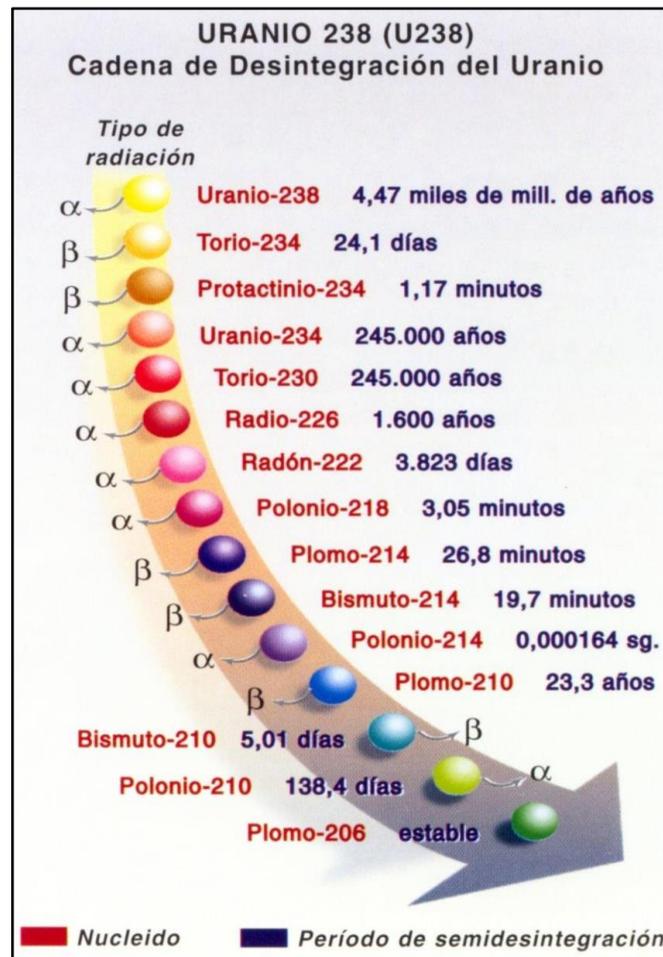


Figura 12. Desintegración del Uranio-238.

Con referencia al esquema anterior se afirma que en el lugar que exista Uranio-238, se encontrara Radio-226 y por ende su sucesor Radón.222, están presentes en los subsuelos graníticos o en algunos suelos volcánicos, además en las aguas que se acumulan o transitan por ellos, generando así una distribución irregular por todo el planeta, pero con variedad en distintas épocas del año o de un día a otro, esto se da por

su periodo de semidesintegración, que en el caso del Rn-222 es de 3,8 días hasta llegar a l isótopo estable de Plomo-206 [6].

De esta forma se da a entender que el Rn-222 se lo encuentra en casi todos los tipos de suelo o aguas de que están libres en la naturaleza.

1.3.5. Fuentes de Radón

El radón por es un gas soluble lo podemos encontrar en distintos elementos naturales como:

1.3.5.1. Terreno

Los terrenos graníticos, los yesos fosfatados, además los terrenos uraníferos son los que presentan altos niveles de radón, ya que este gas esa siete veces más que el aire, tiende a concentrarse en los sótanos y los niveles bajos de las edificaciones debido a las fisuras y grietas en paredes o canalizaciones [6].

Tabla 12. Concentración aproximada de ^{238}U en varios tipos de suelos [28].

Tipo de Roca	^{238}U (ppm)
Basálticas	1.0
Granitos	5.0
Arcillas	3.7
Arenas	0.5
Suelos	1.0
Ultra básicas	0.001

Debido a la presencia de extractores de ventilación o mecanismos de calefacción en las edificaciones se generan corrientes de aire y movimientos inducidos que aumentan el paso de este gas desde el suelo hasta las habitaciones a través de poros y fisuras que existen en las estructuras. Por ello se ha encontrado con altas concentraciones de este gas en los interiores de las construcciones.

Además de las características anteriores Piedecausa en el 2011, destaca que las condiciones meteorológicas son otro de los factores que influyen en la emanación del radón en el terreno, mediante las condiciones siguientes:

- Incremento de exhalación con la existencia de bajas presiones atmosféricas y a la inversa.
- Disminución de exhalación con lluvia y nieve, lo que conlleva una maximización de la concentración de radón en el terreno en invierno.
- Incremento de la exhalación con la existencia de altas velocidades de viento.
- Incremento de la exhalación con el aumento de temperaturas.

1.3.5.2. Materiales de construcción

Se estima que el nivel general que pueden aportar los materiales de construcción para la concentración del radón es de 20% de la concentración total en los interiores de las estructuras, lo que representa una cantidad de aportación que comprende entre 10 Bq/m³ y 20 Bq/m³, que junto con las aportaciones emanadas del suelo son un indicador de prevención en la salud de los habitantes. Los principales elementos radiactivos que se encuentran presentes en los materiales de construcción son el radio (Ra-226), el Torio (Th-232) y el Potasio (K-40), con concentraciones que varían en función de distintos factores tales como la propia concentración de radio en el material, su porosidad, la preparación de la superficie o el acabado exterior.

La composición de varios materiales de construcción tiende a liberar radón ya que su procedencia incluye residuos industriales como las escorias de alto horno, las cenizas volantes, u otros materiales tales como las piedras naturales, por ejemplo, el granito o la pizarra, los ladrillos, el cemento portland, la arena, la grava, el yeso natural.

Los productos tales como los hormigones y ladrillos deben ser considerados de importancia ya que las concentraciones son elevadas en estos elementos si estos materiales son elaborados a base de compuestos extraídos de zonas con alta radiación natural, tal es el caso de algunas tolvas volcánicas o puzolanas.

1.3.5.3. Aire exterior

En el aire el radón se encuentra en un bajo nivel de contenido, es por ello que el aire actúa como un factor de dilución. No obstante, en zonas con elevada concentración de radón en aire y en edificios construidos con materiales con bajo contenido de radio, el aire exterior aporta como fuente de exhalación de este gas.

La concentración de radón para los casos mencionados está relacionada con la presión atmosférica, oscilando habitualmente entre valores en condición estables. Generalmente, los valores más elevados se producen en la noche y con valores medios para el radón de 10 Bq/m³ en áreas continentales y aproximadamente 0,1 Bq/m³ en las zonas costeras y oceánicas.

1.3.5.4. Agua de consumo

La utilización de aguas subterráneas (manantiales o pozos) para el uso doméstico en las zonas de elevada concentración de radón puede incrementar la concentración en el aire interior especialmente en los cuartos de baño, ya que debido a la existencia de agua caliente y en movimiento, el proceso de liberación del gas se ve favorable.

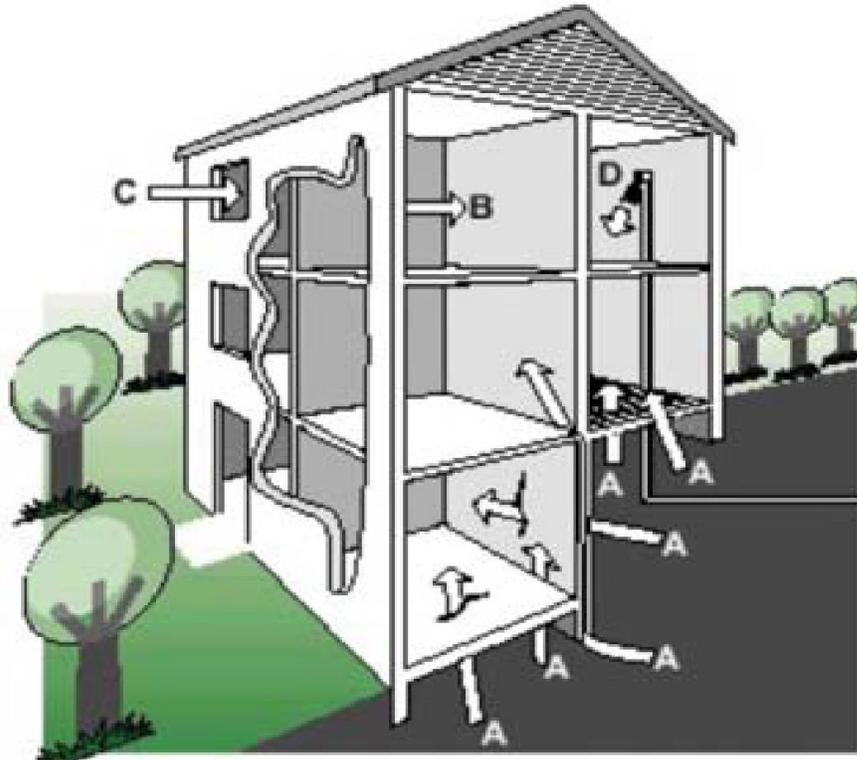
En algunas rocas se puede encontrar uranio natural, las cuales liberan radón a las aguas subterráneas que entran en contacto con estas rocas, así se genera mayor concentración que en las aguas superficiales debido a que en estas últimas el gas se libera al aire atmosférico con facilidad.

En los sistemas de abastecimiento el agua suele proceder de aguas superficiales que cuentan con una concentración media de radón, que puede ser menor que 0,4 Bq/l, en el caso de que el agua proceda de fuentes subterráneas el valor fluctúa los 20 Bq/l de media.

Así, el valor máximo recomendado por la OMS y la Comisión Europea es de 100 Bq/l, los valores que son menores no son necesarios realizar controles de abastecimiento públicos.

1.3.5.5. Otras consideraciones

Las concentraciones del gas radón en las edificaciones no va a depender solo de las fuentes de exposición además va a ser dependiente de otras consideraciones tales como la localización geográfica, la altura del piso, la antigüedad, su el grado de aislamiento o los diferentes hábitos de ventilación de los habitantes del sitio la Figura 13 representa las posibles maneras de ingreso del radón-222 en las viviendas.



A. Entrada de radón a partir del suelo. Grietas y fisuras en suelos solidos / Juntas de construcción / Grietas y cavidades en muros y paredes / Grietas en las paredes bajo el nivel del suelo / Espacios de suelos suspendidos / Espacios alrededor de canalizaciones y líneas de servicio.

B. Emanación de radón a partir de los materiales de construcción.

C. Entradas del radón con el aire exterior.

D. Radón liberado a partir del agua.

Figura 13. Típicas fuentes de Radón y rutas de entrada.

Fuente: Imagen de la Web

1.4. Objetivos

Para llevar a cabo este estudio es necesario analizar varias muestras representativas de las fábricas de bloques huecos en la provincia de Tungurahua, estas fábricas van estar en un registro realizado con información obtenida mediante encuestas o documentos avalados por las entidades públicas, es decir, se elaborará un catastro característico de las distribuidoras de mampuestos en la provincia; de las muestras elegidas se determinarán sus propiedades como la absorción y resistencia a la compresión nos permitirá reconocer si estos materiales cumplen las normas establecidas, y al ser estos elementos elaborados con materia prima de origen natural (residuos volcánicos) es necesario analizar estos materiales tanto de sus propiedades físicas y mecánicas, para de esta manera determinar el valor de exhalación de gas Radón-222 que está presente en los mampuestos de hormigón que son usados en la mayor parte de construcciones actuales, y de mediana edad en la provincia de Tungurahua.

El Gobierno Provincial de Tungurahua mediante la Dirección de Gestión y Calidad Ambiental, registra una nómina de las entidades dedicadas a la fabricación y distribución de bloques de hormigón que cuentan con registro ambiental y el permiso de funcionamiento, cabe recalcar que la información entregada por esta institución no contempla las fábricas y distribuidoras que se han creado recientemente y trabajan de forma artesanal y sin permiso alguno.

2.1.2. Laboratorios

En los laboratorios de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, se realizará los ensayos físicos de las muestras, estos son: granulometría y absorción de la materia prima (chasqui), resistencia a la compresión de los bloques.

Se utilizará la Máquina de prueba de compresión de hormigón completamente automática de la marca SHIMADZU CONCRETO 2000X mostrada en la Figura 15; equipos menores de laboratorio como carretilla, recipientes metálicos de distintos diámetros para pesar, secar y transportar las muestraeas; recipiente metálico tipo canastilla para la introducción de la muestra en el agua; la Cámara de Curado.



Figura 15. Máquina de prueba de Compresión de Hormigón (SHIMADZU).

Fuente: María Gabriela Moreta

La marca SHIMADZU presenta una máquina con la rigidez necesaria para realizar pruebas de compresión de concreto, este equipo tiene el propósito general para acomodar concreto de resistencia ultra alta, esta marca cuenta además con máquinas de compresión de alta rigidez con una estructura integrada al ahuecar una placa de acero ultra gruesa para la unidad de carga marcó [29].

Tabla 13. Características de la Máquina de prueba de compresión de Hormigón (SHIMADZU).

Máxima capacidad	2000 kN	3000 kN
Dimensiones de la placa de compresión superior/inferior	220 mm	220 mm
Distancia entre placas de compresión	Max. 320 mm	Max. 320 mm
Eff espacio de apoyo	400 mm	500 mm
Prueba de carrera	100 mm	100 mm
Máxima velocidad de carga	Máx. 20 mm /min (60 Hz) Máx. 16 mm /min (50 Hz)	Máx. 20 mm /min (60 Hz) Máx. 16 mm /min (50 Hz)
Talla	860 (ancho) x 700 (profundidad) x 1530 (alto) mm	960 (ancho) x 730 (profundidad) x 1890 (alto) mm
Capacidad de la fuente de alimentación: trifásica, 200/220 V, 50/60 Hz	Aprox. 4 kVA	Aprox. 7 kVA

Fuente: Manual Máquina SHIMADZU

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo se obtendrá el valor de exhalación de radón-222 mediante el uso de la maquina RAD 7, que se encuentra en los laboratorios de la Facultad de Ciencias, el proceso de análisis de las muestras tiene una duración aproximada de 24 horas por cada una. La Figura 16 muestra la máquina RAD7 la cual se encuentra en perfecto estado para realizar el análisis requerido para la investigación. La persona encargada de la administración de los laboratorios junto con los estudiantes de esta Institución son los encargados de colaborar con este proyecto.

Detector RAD 7

RAD 7 se refiere a un equipo eléctrico profesional de referencia industrial y académico, es de respuesta rápida. El uso que se le da a este equipo es la medición del gas radón que se puede encontrar en suelos, agua y edificaciones, además es utilizado con fines científicos [30]. Las muestras que se analizarán deberán permanecer dentro del contenedor por un periodo de 8 horas mínimo o 12 horas para obtener mejores resultados, se debe contar con un equipo calibrado y que haya recibido un mantenimiento adecuado, además el encargado del análisis debe ser una persona capacitada en el tema.



Figura 16. Detector RAD7 (Electronic Radon Detector)

Fuente: Imagen de la Web

Las muestras que requieren ser analizadas deben ubicarse en la Cámara de Ionización la cual evita que la muestra este en contacto con el ambiente exterior que podrían afectar a los resultados esperados, la persona encargada del Laboratorio de Ciencias de la ESPOCH proporciono la información sobre esta cámara mediante la ficha técnica presentada en la Figura 17.

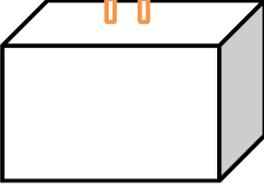
FICHA TÉCNICA CÁMARA DE IONIZACIÓN		
		
ALTURA	50	cm
BASE	50	cm
ANCHO	50	cm
ESPESOR DE PAREDES	0,4	cm
MATERIAL	Vidrio Prensado	
MÉTODO HERMÉTICO	Plastilina y Silicona	
SISTEMA DE VENTILACIÓN INTERNA	1	Ventilador 12 V
VALVULAS DE SALIDA	2	
VOLUMEN	125	cm ³
PESO MÁX	15	Kg

Figura 17. Ficha Técnica: Cámara de Ionización.

Fuente: María Gabriela Moreta

2.1.3. Programas Digitales

Los programas de uso ingenieril como AutoCAD que permite y ArcGIS, nos permitirán organizar, ubicar y delimitar los sitios de estudio y permitirán presentar de manera eficiente los datos obtenidos en este trabajo.

La empresa de software **AutoDesk** se encarga de desarrollar software de diseño en 2 Dimensiones y 3 Dimensiones los cuales están dirigidos para las industrias de infraestructuras, construcción, manufacturas, medios y entretenimiento y datos transmitidos por vía inalámbrica; provee programas como **Autocad**, el cual es una plataforma de dibujo técnico de uso ingenieril, usado por ingenieros, técnicos y por profesionales con servicios a fines.

El Sistema de Información Geográfica (**GIS**) se trata de un conjunto de herramientas las cuales permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis modelización de datos de grandes cantidades mediante la integración y relación de diversos componentes, los datos procesados son los que provienen del mundo los mismos que están relacionados con una referencia espacial, lo que ayuda a unir aspectos de índole económico, cultural, social y ambiental para que las decisiones sean eficaces.

Dentro de esta plataforma (GIS) encontramos la herramienta ArcGIS, la encargada de recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Este sistema se encuentra a disposición de cualquier persona en el mundo ya sea en navegadores Web, equipos de escritorio o dispositivos móviles.

2.2. Método

2.2.1. Análisis de lugares de muestreos

Para determinar los lugares idóneos para el estudio sobre las maneras constructivas, los materiales usados en las edificaciones y su impacto radioactivo para el ser humano, se iniciará con los cantones de la Provincia de Tungurahua que tienen mayor índice de producción de bloques este dato se obtendrá mediante revisión y conteo de las distribuidoras existentes, cuenten estas con información registrada en las entidades de control y/o funcionen de manera artesanal y sin permisos obligatorios. Las características geográficas, que presentan los cantones contribuyen con los indicadores para el proceso de investigación ya que por las disposiciones territoriales los ciudadanos están propensos a los cambios de normativas constructivas. La población es un ente importante en esta primera etapa de investigación ya que de este dato depende el proceso de desarrollo constructivo en las ciudades, por ello es necesario conocer la población existente, la densidad poblacional y las características de los asentamientos humanos en las zonas urbanas y rurales. De los tres cantones que cumplan con la mayor parte de las características antes mencionadas se tomaran las muestras necesarias para esta investigación.



Figura 18. Provincia de Tungurahua y sus cantones.

Fuente: PDOT Provincia de Tungurahua

2.2.2. Análisis de la producción minera en la Provincia de Tungurahua

La situación geográfica de Tungurahua permite que se encuentre entidades que se dediquen a la explotación y comercialización de material pétreo, el mismo que es utilizado en los ámbitos constructivos.

El primer paso de esta investigación fue buscar información de aquellas minas que se encuentre en funcionamiento en la provincia y además cuenten con permiso de funcionamiento emitido por entidades del Estado.

En el portal de la Agencia de Regulación y Control Minero se encuentra información sobre las minas de Tungurahua y de todo el país, los datos como: Nombre del titular, Localización, Extensión, Tipo de permiso, Material explotado, estado del proceso, son varios datos de los que se encuentra en este portal, los mismo indican que en la provincia

no contamos con material para la elaboración de bloques de hormigón, que es principalmente el llamado Chasqui.

Las minas que encontramos en la provincia en un porcentaje mayor al 60% son de arena, la cual es utilizada para el mortero con el cual se unen los mampuestos como el bloque o el ladrillo que son los materiales más usados en la construcción de viviendas, edificios, muros, etc., además con la arena se realiza el recubrimiento de paredes, es decir, para el enlucido, la arena tiene múltiples usos es por ello que es necesario continuar con su explotación y distribución a nivel local y nacional. El resto de minas se dedica a la explotación y distribución de otros áridos como piedra de río. Por tal motivo en la provincia no existen minas de chasqui que es el principal elemento en los bloques.

2.2.3. Análisis de Distribuidoras de Bloques

Mediante una investigación documental se obtiene datos de las distribuidoras de la provincia de Tungurahua para realizar una encuesta personal a una muestra representativa de las distribuidoras. La encuesta de la Figura 19 consta de preguntas para obtener mayor información de cada distribuidora, lo que me sirve para elaborar un catastro básico de la distribución de bloques de hormigón, las características de estos elementos constructivos varían según el uso, el precio y las características de materia prima.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA CIVIL		
ENCUESTA REALIZADA EN LAS DISTRIBUIDORAS DE MAMPUESTOS DE HORMIGÓN EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
ESTUDIANTE ENCUESTADOR: MORETA BASTIDAS MARIA GABRIELA		
PROPIETARIO:		
DIRECCIÓN:	CANTÓN:	PARROQUIA:
REFERENCIA:		
NÚMERO DE CONTACTO:		
NOMBRE DE LA EMPRESA:		
PRODUCTOS ELABORADOS:		
INFORMACIÓN DE MATERIA PRIMA		
LUGAR DE PROCEDENCIA:		
ARENA:		
RIPIO:		
CEMENTO:		
AGUA:		
INFORMACIÓN DEL PRODUCTO		
PRECIO DEL PRODUCTO:		
DIMENSIONES DEL PRODUCTO:		
TIEMPO DE ELABORACIÓN:		
INFORMACIÓN DE DISTRIBUCIÓN		
CANTIDAD DE FABRICACIÓN:		
SEMANTAL:		
MENSUAL:		
LUGARES DE DISTRIBUCIÓN:		
DENTRO DE LA PROVINCIA:		
FUERA DE LA PROVINCIA:		
OBSERVACIONES:		
ENSAYOS REALIZADOS:		
NORMAS APLICADAS:		

Figura 19. Formato de encuesta a propietarios de distribuidoras.

Fuente: María Gabriela Moreta

El alcance de la investigación será proporcional y con referencia al número de beneficiarios, en este caso se obtendrán datos poblacionales los cuales permitirán determinar los cantones con mayor número de habitantes y de esta manera realizar el estudio de forma profunda en los tres cantones con mayor índice poblacional presenten.

De los cantones seleccionados y con la información obtenida mediante la encuesta se obtendrán las principales distribuidoras de cada cantón, de ellas se seleccionará una por cada ciudad, de ellas se obtendrá las muestras para el análisis de concentración de radón-222 y de resistencia.

2.2.3.1. Análisis por Cantón de la Provincia de Tungurahua

- Ambato

La capital de la provincia de Tungurahua es el segundo cantón con mayor extensión geográfica y el con mayor población de la provincia, y con un índice de crecimiento tanto poblacional, constructivo, comercial, industrial y urbanístico, es un referencial comercial por encontrarse ubicado en el centro del país; sus límites políticos – administrativos son: al Norte: Provincia de Cotopaxi, Sur: Provincia de Chimborazo, Este: los cantones Píllaro, Cevallos, Tisaleo y Mocha, y al Oeste: Provincia de Bolívar. [31].

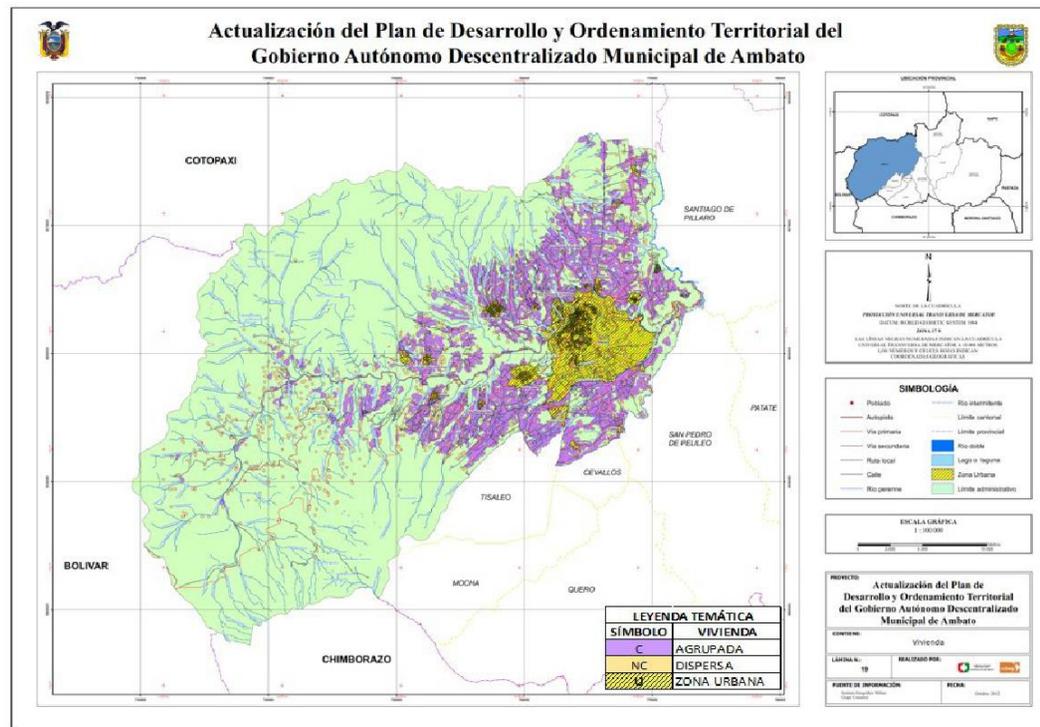


Figura 20. Distribución de Viviendas en Ambato [15].

Fuente: PDOT Cantón Ambato

Esta ciudad al ser la segunda con mayor superficie territorial habitable tiende a buscar más lugares de construcción ya que el casco urbano ya no satisface las necesidades de espacios confortables para el desarrollo de las nuevas familias esto se evidencia en la Figura 20, por esta razón las personas buscan extender la ciudad hacia los sectores rurales los cuales de poco en poco ya van transformándose, tanto así que los espacios de producción agrícola van en disminución y estos espacios están siendo ocupados de forma potencial por las nuevas edificaciones, las cuales cuentan con un estudio ingenieril y arquitectónico, dejando pasar por alto los riesgos ambientales que pueden causar daño al ecosistema y a la salud del mismo hombre.

Debido al incremento de requerimientos de viviendas los fabricantes de materiales de construcción tienden a crecer según la demanda de los mismos, es por ello que esta ciudad es la más indicada para empezar el estudio en curso. Se determinará el número de fabricantes de bloques huecos de hormigón, lo que nos permite saber el índice de crecimiento constructivo que tiene esta ciudad.

Los factores ambientales, geográficos y constructivos de Ambato dan a conocer que las edificaciones en su mayoría cuentan con mampostería de hormigón, ya que el uso de los mismo es de forma versátil, fácil y económica, además lo han adoptado con una costumbre constructiva, por lo cual no se realizan control de normas de calidad.

- Baños

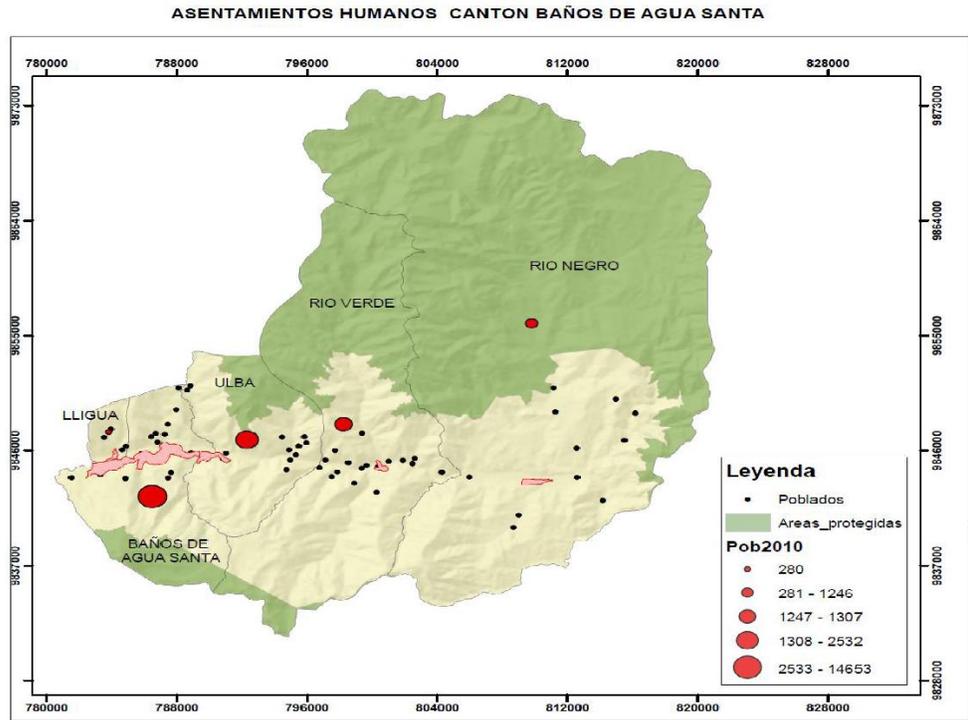


Figura 21. Asentamientos humanos en el Baños.

Fuente: PDOT Cantón Baños

Posee la mayor extensión territorial de la provincia (31,5% del territorio con respecto a la provincia de Tungurahua) sin embargo la mayor parte de su territorio no es apto para el desarrollo constructivo, ya que al encontrarse junto a en volcán Tungurahua, es más una ciudad turística con ambiente rustico, con ambientes para la práctica de deportes y diversión, por ello los fabricantes de bloques de hormigón son relativamente los menores en toda la provincia; el clima cálido de esta ciudad requiere que las construcciones se las realicen con materiales ligeros, acogedores y con alta resistencia a la humedad [32].

El Plan de Ordenamiento Territorial de Baños tiene como primera finalidad el fomentar el turismo comunitario, lo que conlleva a estar pendientes de las facilidades de diversión de los turistas, ya sea en la práctica de deportes extremos, de relajación, meditación y de fe. La gráfica de Asentamientos Humanos, evidencia que la mayor parte del territorio se refiere a áreas verdes protegidas.

- **Cevallos**

Este cantón lleva su nombre en honor al historiador ambateño Doctor Pedro Fermín Cevallos Villacreses, se encuentra ubicado en la zona centro-sur de la Provincia de Tungurahua [33].

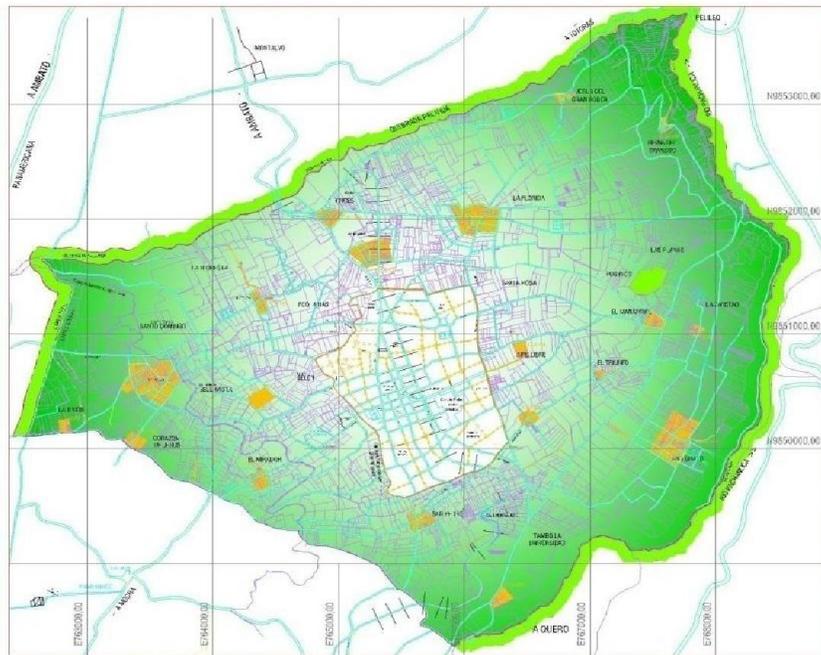


Figura 22. Áreas verdes del cantón Cevallos.

Fuente: PDOT Cantón Cevallos

La actividad económica que prevalece en este cantón es la frutícola sus principales productos son el tomate de árbol, manzana, claudia y mora, un problema que presenta para desarrollar esta actividad es el ineficaz sistema de riego que este cantón tiene; otra actividad que es relevante es la manufactura de calzado y productos afines en este sector; al ser el cantón más pequeño en extensión de la provincia y contar con una población muy disminuida en comparación con la de la capital, no cuenta con un índice de construcción alto, ya que los habitantes tienden a salir de su lugar de procedencia y encaminarse hacia lugares con mayor desarrollo en ámbitos de vivienda, comercio y productividad económica. La Figura 22 muestra que la mayor parte del territorio del cantón está dedicado a cultivos y zonas verdes, y la población está asentada en forma muy dispersa.

- **Mocha**

El cantón Mocha cuenta con la menor población de la provincia, sus cerca de siete mil habitantes se dedican a la agricultura y manufactura, pero en su mayoría de las personas buscan salir de su lugar de nacimiento a buscar mejores condiciones de vida, estas actividades de migración no ayudan con el desarrollo del cantón. Las características geográficas, climáticas y la falta de apoyo en el sector agrícola son factores que han impulsado a que la ciudadanía no construya, es por ello que no encontramos una cantidad representativa de fábricas de bloques.

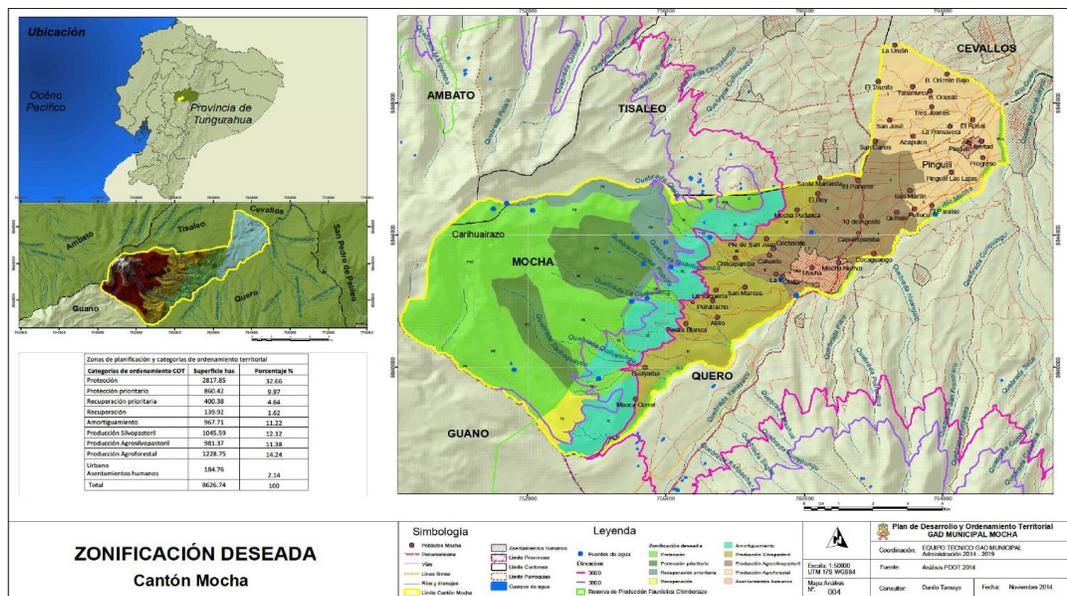


Figura 23. Zonificación del cantón Mocha.

Fuente: PDOT Cantón Mocha

- **Patate**

Este cantón se encuentra alejado de la cabecera cantonal, su ubicación geográfica permite que el clima sea diferente, se lo conoce como El Valle de la Eterna Primavera, es decir, cuenta con un clima cálido agradable y adecuado para el cultivo de frutas tropicales, pero su población busca el salir de este lugar ya que no está en un proceso de desarrollo potencial.

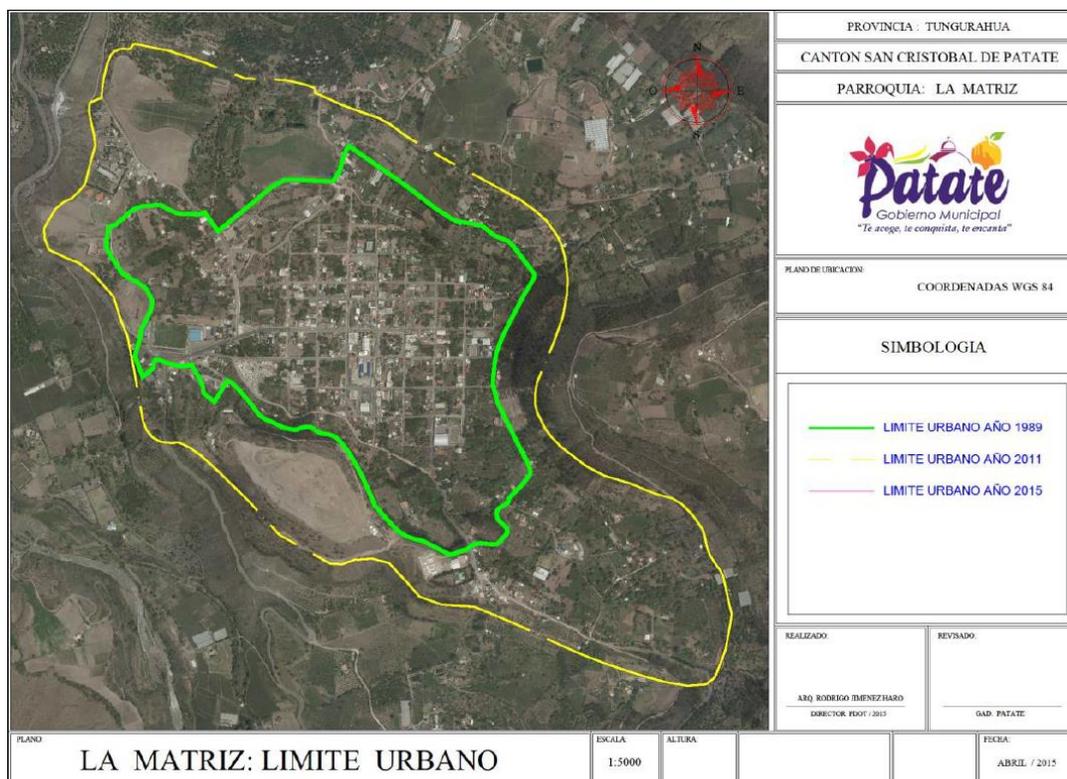


Figura 24. Zonificación del cantón Patate.

Fuente: PDOT Cantón Patate

Por ende, el ámbito constructivo no tiene auge en este cantón, por lo cual no encontramos un número representativo de fabricantes de mampuesto de hormigón, ya que los materiales de construcción son llevados por los interesados desde los sectores cercanos como la ciudad de Pelileo.

- Pelileo

A pesar que este cantón cuenta con una superficie menor a la de Patate cuenta con una población que triplicada del mismo; esto nos da a entender que la población de este cantón tiene un alto desarrollo productivo, que se ve reflejado en el sector manufacturero con la producción de jeans, en el sector agrícola y ganadero, es por ello que las personas buscan capacitarse en otros lugares y regresar a buscar desarrollo en su tierra.

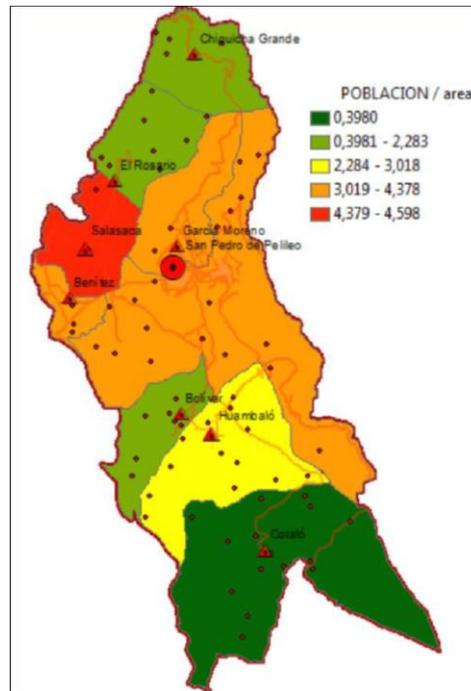


Figura 25. Densidad poblacional del cantón Pelileo.

Fuente: PDOT Cantón Pelileo

Esta ciudad al encontrarse como paso indispensable desde Ambato hacia Patate y Baños, se ha constituido como fuente de abastecimiento para los otros cantones, en lo que se refiere a materiales de construcción, en nuestro caso especial de bloques de hormigón, en el sector de Salasaca encontramos la mayor cantidad de fabricantes y distribuidores de mampuestos de este cantón.

- **Píllaro**

Por su ubicación geográfica se encuentra al Noreste de la Provincia de Tungurahua, a 1° 10' de latitud Sur y 78° 32' de Longitud Occidental, y una altitud de entre 2.210 a 4.300 msnm, además separado del cantón Ambato por el Río Culapachán [34], esto ha hecho que la población busque maneras de desarrollo dentro de su propio territorio, es por ello que en las zonas rurales se encuentra la mayor parte de fabricantes de mampuestos de hormigón, los mismo que son distribuidos por todo el cantón, aunque la principal actividad

económica de los habitantes de este cantón se refiere a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.

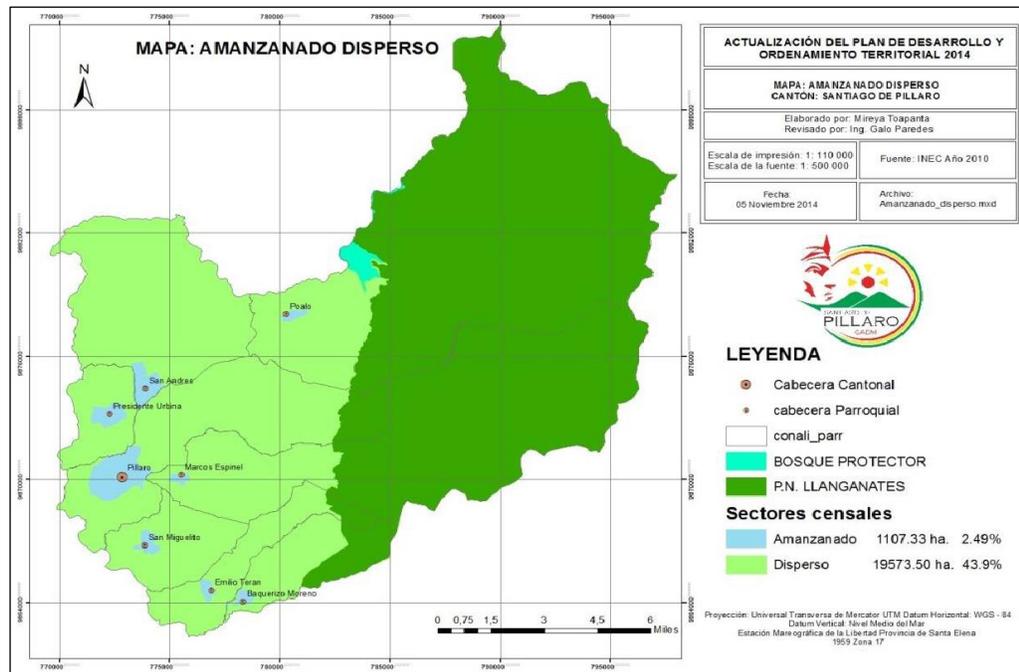


Figura 26. Asentamiento poblacional del cantón Píllaro.

Fuente: PDOT Cantón Píllaro

La cercanía de Píllaro con las fuentes de procedencia de la materia prima, que es el Chasqui, obtenido del cerro con el mismo nombre en la ciudad de Latacunga, hace que en esta ciudad el material que prevalece en las construcciones con bloques de hormigón, por su calidad, precio y facilidad de uso.

- **Quero**

Quero se constituye como un cantón de producción agrícola y ganadera, su población que es cerca de veinte mil habitantes, promueve estas actividades para su desarrollo económico, el ambiente constructivo va incrementándose con el tiempo, pero aún no se considera un generador potencial en las construcciones, por tal motivo los fabricantes de bloques de hormigón son casi nulos en este cantón.

En el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Quero se evidencia el porcentaje de las actividades económicas productivas del territorio, es así que la población se ocupa en la agricultura, silvicultura, caza y pesca en un 67,56% que representa la mayor cantidad de personas dedicadas a esta actividad, por su parte solamente un 2,93% de los habitantes están inmersos en actividades de construcción [35].



Figura 27. Mapa Político Administrativo del cantón Quero.

Fuente: PDOT Cantón Quero

- **Tisaleo**

Es un cantón pequeño tanto en superficie territorial y en población, lo cual no permite establecer márgenes de análisis específicos en este cantón y al no contar con recursos como minerales o pétreos explotados no tienen una referencia de producción de materiales de construcción [36]. Los materiales constructivos utilizados en este sector son distribuidos desde las zonas rurales del cantón Ambato.

Con referencia a la norma ASTM C33 para agregados finos, define a estos como aquellos que provienen de la desintegración natural o artificial de las rocas y el cual puede pasar por el tamiz 3/8" (9,4mm) y cumple con los límites establecidos por dicha norma.

2.2.4.1. Indicaciones generales de la Norma ASTM C33.

Esta norma define la calidad y gradación de los agregados finos y gruesos que serán utilizados para el concreto estructural por lo que se considera adecuada para asegurar que los materiales sean óptimos para la fabricación de concretos [37].

La graduación del agregado fino debe estar entre los límites indicados en la Tabla 14.

Tabla 14. Límites de granulometría para el agregado fino.

Tamiz INEN	Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa
9,5 mm	3/8"	100
4,75 mm	# 4	95 a 100
2,36 mm	# 8	80 a 100
1,18 mm	# 16	50 a 85
0,60 mm = 600 µm	# 30	25 a 60
0,30 mm = 300 µm	# 50	10 a 30
0,15 mm = 150 µm	# 100	2 a 10

Fuente: María Gabriela Moreta

Para obtener la graduación del agregado se utilizó el juego de Tamiz de marca CONTROL que es propiedad del Laboratorio de Mecánica de Suelos.



Figura 30. Juego de Tamiz marca CONTROLS.

Fuente: María Gabriela Moreta

2.2.4.2. Densidad en los agregados.

La relación que existen entre el peso del material y su volumen se la denomina densidad, y esta depende de las características que poseen cada partícula.

La densidad aparente se refiere a la característica usada para el cálculo del volumen ocupado por el agregado en diferentes tipos de mezclas.

La capacidad de absorción es la capacidad de incrementar la masa de los agregados debido al agua en los poros del material, pero sin incluir el agua presente en la superficie del material.

2.2.4.3. Ensayo para determinar la densidad de los agregados.

- Sumergir el agregado seco en agua por 24 horas para que los poros de las partículas se llenen de agua.
- Retirar la muestra del agua y secarla superficialmente; se pesa la muestra para determinar la masa constante para luego obtener su volumen mediante el método del desplazamiento.
- La muestra debe ser llevada al horno por 24 horas y de esta forma determinar su masa. El horno debe permanecer a una temperatura superior a los 100°C.



Figura 31. Control de temperatura en Horno marca CONTROLS.

Fuente: María Gabriela Moreta

2.2.5. Ensayo de Resistencia a la Compresión de bloques.

Según la Norma INEN 640, se encuentra un resumen el método de ensayo de las muestras de bloques huecos de hormigón, este procedimiento consiste en determinar la resistencia máxima admisible de los bloques mediante la imposición de carga progresiva de compresión.

Equipo: se puede usar cualquier máquina de compresión provista de un plato con rótula de segmento esférico, siempre que las superficies de contacto de los apoyos sean iguales o mayores que las muestras de prueba.

2.2.5.1. Procedimiento

Los bloques deberán estar centrados en la rótula de la máquina, en la misma dirección en la que se va a aplicar la carga sobre los bloques en obra.

La carga se aplicará de forma gradual en un tiempo no menor de un minuto ni mayor de dos, a una velocidad constante.



Figura 32. Controlador de aplicación de Carga.

Fuente: María Gabriela Moreta

2.2.5.2. Cálculo de Resistencia del Bloque

La resistencia a la compresión se la determinará con la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Resistencia a la Compresión en Bloques

$$C = \frac{P}{S}$$

Donde:

C = Resistencia a la compresión en MPa. (kg/cm²)

P = Carga de rotura en Newtons (N).

S = Superficie bruta de la cara comprimida, en milímetros cuadrados (mm²).

- Según la norma INEN 3066

El área bruta del bloque se calcula de la manera siguiente:

$$\text{Area bruta (Ag), (mm}^2\text{)} = l \times a$$

Donde:

A_g = área bruta de la unidad (mm^2)
 l = largo promedio de la unidad (mm)
 a = ancho promedio de la unidad (mm)

El área bruta de la sección transversal de una unidad es el área total de la sección perpendicular a la dirección de la carga, incluidas las áreas dentro de las celdas y los espacios entre las salientes, a menos que los espacios vayan a ser ocupados por porciones de mampostería adyacente.

- **Resistencia a la compresión simple**

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

Donde:

P_{max} = carga máxima de compresión (N)
 A_n = área neta de la unidad (mm^2)

La norma INEN 3066, da la indicación de las placas que van a aplicar carga en los materiales para encontrar su resistencia, se muestran en la Figura 33.

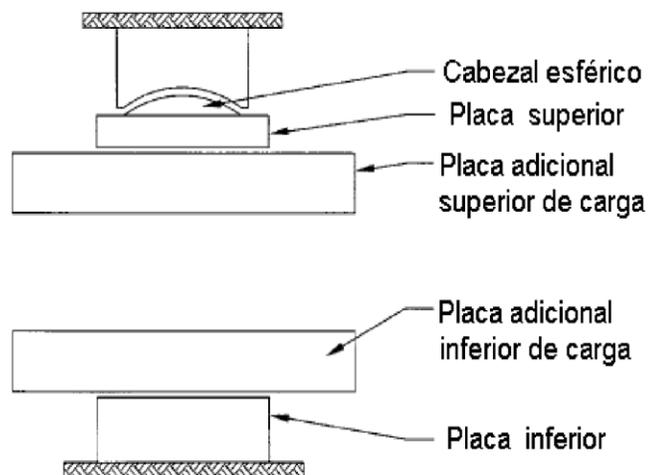


Figura 33. Esquema de placas para la compresión.

Fuente: INEN Norma 3066

2.2.6. Ensayo de absorción en Bloques

Para los bloques de tipo A se debe cumplir requerimientos diferentes que, a los otros tipos, en este caso la absorción es un requerimiento propio para los bloques estructurales (tipo A) con referencia a la norma INEN 3066, y debe estar de acuerdo con la Tabla 15:

Tabla 15. Absorción máxima de agua en bloques Clase A

Tipo	Densidad (kg/m ³)	Absorción de agua máxima promedio (kg/m ³)	Absorción de agua máxima por unidad (kh/m ³)
Liviano	< 1.680	288	320
Medio	1680 a 2000	240	272
Normal	> 2000	208	240

Fuente: INEN – Norma3066

2.2.7. Detección de Rn-222 en materiales de construcción

- Elección del tipo de material para tomar la media correspondiente de Rn-222.
- Pesar las muestras a analizar, medir en un vaso de precipitación aproximadamente de (1600 a 1800) ml del material, de acuerdo a este se toma una medida aproximada de este material para que no exista error en los datos corregidos.
- Colocar la muestra de material en la cámara de ionización.
- Revisar los tubos de entrada y salida de ventilación se encuentren conectados de forma correcta para evitar la fuga de ²²²Rn, además revisar el tubo instalado al RAD7 para que los datos recogidos muestran mayor precisión.
- Cerrar la cámara y revisar que las instalaciones eléctricas se encuentren conectadas de forma correcta para el manejo de la ventilación.
- Encender el RAD7 y se lo programa para que tome los datos requeridos.
- Se ingresan los datos del material en los registros del RAD7.
- El tiempo en que tarda la transmisión de los datos desde el equipo hacia el software es aproximadamente 24 horas.
- Revisar los datos y realizar una estadística de los mismos.

2.2.8. *Extrapolación de concentración de radón-222*

Las siguientes ecuaciones nos expresan el análisis del balance de masa que muestra la actividad de la cámara de radón [28]:

$$J = \lambda_V * V * \Delta_C$$

$$J = E_s * A$$

$$J = E_m * P$$

Dónde:

J = Tasa de exhalación de radón (masa/área), Bq/h
 λ_V = Tasa de intercambio de aire, h⁻¹
V = Volumen del sector de análisis, m³
A = Área de sector de análisis, m²
P = Peso de material usado en sector de análisis, kg
E_s = Exhalación de radón en área, Bq/(m² * h)
E_m = Exhalación de radón en peso, Bq/(kg * h)
 Δ_C = Concentración de radón, Bq/m³

La dosis efectiva anual por inhalación de radón, se la representa en la siguiente expresión [38]:

$$DE = D_{FC} * C * T_F * \tau$$

Donde:

DE = Dosis anual efectiva debido a la inhalación de radón, Sv/año.
D_{FC} = Parámetro de conversión, Sv / (Bq/m³ * h)
C = concentración de radón, Bq/m³
T_F = Factor de equilibrio, debido a sus descendientes
 τ = Tiempo medio de exposición, h/año

Límites y niveles de exposición de radón

Según la Directiva 2013/59/EUROATOM del Consejo del 5 de diciembre de 2013, establece las normas de seguridad básicas, las mismas aplican a las situaciones de exposición a radiaciones ionizantes que no pueda considerarse despreciable desde el punto de vista de la protección radiológica o en relación con el medio ambiente, para mantener la salud en buen estado a un largo plazo, esta directiva menciona aplicar en uno de sus literales, en particular, a [28]:

- La exposición de miembros de la población al radón en recintos cerrados y la exposición externa a la radiación procedente de los materiales de construcción.

Límite de dosis para la exposición poblacional

- Se establece en **1 mSv** por año el límite de la dosis efectiva para la exposición poblacional.
- Se establecen niveles de referencia para las concentraciones de radón en recintos cerrados en lugares de trabajo, el nivel de referencia para el promedio anual de concentración de actividad en el aire no supera los **300 Bq/m³**.

La UNSCEAR 2006 en base a estudios, establece un valor anual de **1.15 mSv** el límite de dosis efectiva por exposición a fuentes de radón [28].

Tabla 16. Concentración de radón en el aire interior de edificaciones en países sudamericanos [28].

País	Población 10 ⁶	Radón Interior (Rn222) (Bq/m ³)			
		Media Aritmética	Media Geométrica	Valor máximo	Desviación Estándar
América del sur					
Argentina	38.75	35	25	211	2
Brasil	186.40	81.95	-	310.0	-
Chile	14.42	25	-	86	-
Ecuador	13.95	200	-	-	-
Paraguay	4.96	28	-	51	-
Perú	27.97	32.29	-	50.20	-
Venezuela	26.75	52.50	-	346	-

Fuente: UNSCEAR

Según la Organización Mundial de la Salud se debe referenciar niveles para la concentración de gas radón, para ello se recomienda que varios factores sean analizados estos son: la distribución, el número de hogares existentes con altas concentraciones, el nivel aritmético de radón en interiores de edificaciones y la prevalencia del tabaquismo.

Los últimos resultados de los científicos, la Organización Mundial de la Salud da a conocer un nivel de referencia de exposición de radón en interiores el cual puede minimizar los riesgos a la salud, el valor referencial es de 100 Bq/m³.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Gráficos y tablas de datos

El Ecuador según la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) se encuentra dividido en zonas, el objetivo de esta zonificación es el aligerar los procesos administrativos y de planificación, esta investigación está delimitada en la zona 3, ya que el punto de partida son las provincias que no tienen ningún dato previo con respecto a la investigación propuesta, esta zona comprende las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Pastaza como se indica en la Figura 34.



Figura 34. Mapa de la Zona 3 del Ecuador.

Fuente: Imagen de la Web

La investigación se dará lugar en la provincia de Tungurahua que se encuentra en la zona central de la Región Interandina de la República del Ecuador, está limitada al norte por las provincias de Cotopaxi y Napo, al sur las provincias de Chimborazo y Morona Santiago, al este las provincias de Pastaza y Napo, y al oeste las provincias de Cotopaxi y Bolívar.

Está ubicada en los hemisferios Sur y Occidental del planeta, está comprendida entre los paralelos 00°55'00" S y 01°35'00" y los meridianos 78°55'49" O. Se encuentra a 2.620 metros sobre el nivel del mar.

Tiene un área de 3.369,4 km² es la segunda provincia más pequeña del Ecuador, cuenta con una población de 504.583 de habitantes aproximadamente según el último censo realizado en 2010, y tiene una densidad poblacional alta de 149,75 habitantes por km².

El clima en esta provincia se caracteriza por una diversidad de pisos climáticos que son propios de la región interandina, con un predominio del clima mesodérmico seco, que se denomina por los vientos que ingresan por el cañón del Río Pastaza. La temperatura promedio es de 15°C. Las lluvias se presentan entre septiembre y diciembre.

La provincia de Tungurahua se encuentra integrada por 9 cantones, 19 parroquias urbanas y 44 parroquias rurales, los cuales tienen distintas características ya sea en su geografía, clima, actividades productivas y costumbres, en la primera etapa de esta investigación se realizará un estudio profundo de los cantones que cuentan con mayor número de fábricas de bloques.



Figura 35. División política de Tungurahua.

Fuente: PDOT Provincia de Tungurahua

En la provincia según en la revista de información del Gobierno Provincial de Tungurahua (2015-2017) se realizan diversas actividades económicas entre las cuales se encuentran: agricultura (26,94%), manufactura (18 %) y comercial (16 %). Los servicios se concentran de la siguiente manera en el transporte el 5%, la construcción el 5%, servicios financieros el 0,94% y en otras actividades el 12%.

En la Tabla 17 encontramos información poblacional de los cantones de la provincia de Tungurahua, las características como la superficie muestran el alcance de la investigación y datos como la población permiten determinar los posibles beneficiarios de este trabajo, los datos obtenidos están registrados en la base de datos del INEC 2010.

Tabla 17. Información Poblacional de la Provincia de Tungurahua

Cantones	Superficie (Km²)	Población (Habitantes)	Densidad Poblacional/Km²
Ambato	1018,33	329.856	323,92
Baños	1065,82	20.018	18,78
Cevallos	18,96	8.163	430,54
Mocha	85,82	6.777	78,97
Patate	316,44	13.497	42,65
Pelileo	201,55	56.573	280,69
Píllaro	446,51	38.357	85,90
Quero	173,81	19.205	110,49
Tisaleo	59,02	12.137	205,64

Fuente: PDOT Provincia de Tungurahua

3.1.1. Catastro de Fabricantes de bloques de la Provincia de Tungurahua

Las características de fabricación, resistencia y calidad de los bloques dependen de las distintas formas de elaboración, de la calidad de la materia prima, del proceso de curado y de la manera de almacenamiento y distribución.

Para obtener los datos de obtención de materia prima, elaboración y venta del producto se realizó el registro de las bloquearas ya existentes y con antecedentes de funcionamiento, además con la recopilación de datos mediante inspección visual y mediante el primer formato de encuesta se logró elaborar el catastro de “bloquearas” en la provincia de Tungurahua, dando como resultado las tablas que a continuación se presenta para dar cumplimiento al objetivo planteado al inicio de esta investigación.

Tabla 18. Catastro de Distribuidoras de Bloques en la Provincia de Tungurahua.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil Catastro de Fábricas de Mampuestos de Hormigón (bloques) de la Provincia de Tungurahua </div>  </div>																
Código	Nombre de la Fábrica	Propietario	Ubicación			Producción Semanal		Distribución del Producto		Procedencia de la Materia Prima			Elaboración		Ubicación	
			Cantón	Parroquia	Referencia	Menos de 5000	Más de 5000	Local	Fuera de la Provincia	Chasqui	Cemento	Agua	Manual	Semiindustrial	Este	Sur
1	AB1	Bloquera Rosita	Ambato	Atahualpa	Av. De Los Capulíes, frente a las Canchas Deportivas de la Victoria	X		X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable	X		766602.00	9864388.80
2	AB2	Bloquera Ecuador	Ambato	Atahualpa	Calle 22 de enero, junto al Hotel Revolution	X		X		Latacunga	Holcim	Potable		X	766611.96	9864617.63
3	AB3	Fábrica de Bloques "San Jacinto"	Ambato	Atahualpa	Unión El Pisque	X		X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	767553.13	9866823.80
4	AB4	Bloquera "San Vicente"	Ambato	Atahualpa	La Victoria, calle Rodrigo Pachano		X	X	X	Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	766690.49	9864293.35
5	AC1	Prefabricados y Construcciones	Ambato	Celiano Monge	Av. Julio Jaramillo y Río Machángara, a 500m de la Capilla del Barrio Solís	X		X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada	X		764170.64	9858783.88
6	AD1	Fábrica de Bloques "El Constructor"	Ambato	Cunchibamba	Barrio "El Progreso"		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	768453.04	9873964.20
7	AD2	Bloquera "El Cotopaxi"	Ambato	Cunchibamba	Cunchibamba Centro		X	X	X	Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	768447.20	9874235.42
8	AD3	Bloquera "Jesús del Gran Poder"	Ambato	Cunchibamba	Panamericana Norte		X	X	X	Latacunga	Holcim	Recolectada		X	768418.89	9874248.13
9	AF1	Fábrica de Bloques "La Facundena"	Ambato	Huachi Chico	Calles Aguilera Malta y José Peralta		X	X	X	Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	763367.41	9858637.42
10	AF2	Bloquera "Comercial Juanito"	Ambato	Huachi Chico	Pasaje Roberto Andrade y Av. José Peralta		X	X		Latacunga	Selvalegre	Potable		X	763412.85	9858682.66
11	AF3	Fábrica de Bloques "San Carlitos"	Ambato	Huachi Chico	Calle Boniche y Luna. Huachi El Belén		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	763049.57	9856991.16
12	AF4	Bloquera "San Juan"	Ambato	Huachi Chico	Av. Atahualpa y Armando Hidrobo		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	763455.14	9857693.53
13	AF5	Fábrica de Bloques - 22000 bloques mensuales	Ambato	Huachi Chico	Juan Jaramillo y Ramón Salazar		X	X		Latacunga	Selvalegre	Potable		X	763203.90	9858312.78
14	AF6	Bloquera Bonilla	Ambato	Huachi Chico	Carlos Rubira Infante. Barrio "San Francisco"		X	X	X	Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	764280.88	9858690.79
15	AF7	Bloques Adoquines Ortega	Ambato	Huachi Chico	Av. Carlos Rubira Infante	X		X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	764584.07	9858191.26

	Código	Nombre de la Fábrica	Propietario	Ubicación			Producción Semanal		Distribución del Producto		Procedencia de la Materia Prima			Elaboración		Ubicación	
				Cantón	Parroquia	Referencia	Menos de 5000	Más de 5000	Local	Fuera de la Provincia	Chasqui	Cemento	Agua	Manual	Semiindustrial	Este	Sur
16	AF8	Bloquera "San Carlos"	Fanny del Roció Martínez Caiza	Ambato	Huachi Chico	Av. José Peralta, 4 cuadras del redondel de Huachi Chico.		X	X		Latacunga	Holcim	Potable		X	763296.84	9858572.94
17	AF9	CRDELEG	Luis Mario Deleg Arpi	Ambato	Huachi Chico	Av. Atahualpa		X	X		Latacunga	Holcim	Potable		X	763289.01	9857174.22
18	AG1	Fábrica de Tubos y Postes de Cemento	Bolívar Verdezoto	Ambato	Huachi Grande	Barrio "La Florida"	X		X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada	X		763106.07	9856550.52
19	AG2	Fabricación de Bloques	Carmen Beatriz Trujillo Pallo	Ambato	Huachi Grande	Paso Lateral, Barrio "Las Frutillas"		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	763184.64	9855946.27
20	AG3	Fábrica de Adoquines, Bloques, Postes.	Milton Verdezoto	Ambato	Huachi Grande	Barrio "La Florida"		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	763105.22	9856546.21
21	AG4	Bloquera AMBABLOK "Los Gatos"	Juan Pablo Trujillo Bastidas	Ambato	Huachi Grande	Vía a Riobamba frente a la gasolinera "Masgas"		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	762978.15	9855174.83
22	AG5	Bloquera "Don Moyano"	Luis Humberto Moyano Moposita	Ambato	Huachi Grande	Calle Alaska y Psje. Jacinto Bucheli		X	X		Latacunga	Selvalegre	Recolectada		X	762739.30	9855418.38
23	AG6	Bloquera	Carlos Jacinto Elvay Panata	Ambato	Huachi Grande	Camino Real y Alaska	X		X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada	X		762414.61	9855043.03
24	AH1	Fabricación de Bloques	Segundo Miguel Agualongo Tisalema	Ambato	Huachi Loreto	Av. Cóndor y Los Atis		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	764832.50	9859393.84
25	AH2	Bloquera Chicaiza	Jorge Fernando Chicaiza Luisa	Ambato	Huachi Loreto	Av. Los Atis y Febres Cordero		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	764537.62	9859718.60
26	AH3	Bloquera de Gustavo	María Fabiola Núñez Núñez	Ambato	Huachi Loreto	9 de octubre y Ascázubi		X	X		Latacunga	Selvalegre	Recolectada		X	764688.75	9860286.30
27	AJ1	Bloquera "Alexander"	Zoila Agustina Ushiña Tigse	Ambato	Izamba	Av. Indoamérica, Vía a Píllaro		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada		X	767723.01	9864792.10
28	AJ2	Bloquera Recig Block	Juan Livio Saquina Saquina	Ambato	Izamba	Av. Indoamérica, Vía a Píllaro		X	X	X	Latacunga	Selvalegre	Potable		X	767750.83	9864785.28
29	AJ3	Bloquera "Jehova es mi Pastor"	María Zenaida Moposita Chicaiza	Ambato	Izamba	Vía a Píllaro a 200m de la Gasolinera "El Colombiano"		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada	X		768074.02	9865005.28
30	AJ4	Fábrica de Bloques "Toscano"	Nelson Fabian Toscano Yáñez	Ambato	Izamba	Vía a Píllaro frente a la Gasolinera "El Colombiano"	X		X		Latacunga	Holcim	Recolectada		X	768249.03	9865070.03

	Código	Nombre de la Fábrica	Propietario	Ubicación			Producción Semanal		Distribución del Producto		Procedencia de la Materia Prima			Elaboración		Ubicación	
				Cantón	Parroquia	Referencia	Menos de 5000	Más de 5000	Local	Fuera de la Provincia	Chasqui	Cemento	Agua	Manual	Semindustrial	Este	Sur
31	AJ5	Bloquera "El Pisque"	Francisco Sulqui Cayambe	Ambato	Izamba	El Pisque, Av. Indoamérica		X	X	X	Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	767690.60	9866470.57
32	AK1	Bloquera	José Antonio Salazar Carrasco	Ambato	Juan B. Vela	Vía a Guaranda.		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	756658.04	9856220.22
33	AK2	Bloquera	Desconocido	Ambato	Juan B. Vela	Vía a Guaranda.		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	756651.02	9856237.68
34	AL1	Bloquera Sánchez	Polivio Xavier Sánchez Castro	Ambato	Montalvo	Av. 7 Tratados, Vía a Totoras		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada		X	764378.03	9852856.83
35	AL2	Bloques y Adoquines Campos	Angel Javier Campos Villafuerte	Ambato	Montalvo	Barrio San Miguel	X		X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada		X	763103.03	9854170.42
36	AN1	Bloquera Pilahuín	Segundo Villa	Ambato	Pilahuín	Vía Ambato-Guaranda, a 300m del Mercado de la Comuna Pucara		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada		X	751371.76	9855077.00
37	AÑ1	Bloquera de Eva Cunalema	Eva Gloria Cunalema	Ambato	Picaihua	Av. Galo Vela y Alondras		X	X		Latacunga	Selvalegre	Potable		X	765782.49	9860579.29
38	AM1	Fábrica de Bloques Rosero	Rubén Fabian Rosero Vaca	Ambato	Pishilata	Av. Bolivariana, a 2 cuadras de la UNIANDES		X	X		Latacunga	Holcin	Potable		X	766620.03	9856789.98
39	AM2	Fábrica de Bloques y Ladrillos	Darwin Patricio Lluga Chavez	Ambato	Pishilata	Av. Bolivariana, Calle Carlota Jaramillo y Pablo Echeverría		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	765932.20	9858640.83
40	AM3	Bloquera "Comercial Yugcha"	María Piedad Bravo Tisalema	Ambato	Pishilata	Calle Real Audiencia y Sócrates, Barrio "La Universal"		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	766449.06	9859398.11
41	AM4	Bloquera	Desconocido	Ambato	Pishilata	Av. Bolivariana, sector Redondel vía a Picaihua		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	766435.90	9857274.77
42	AP1	Bloquera Francisco	Francisco Tiche	Ambato	Quisapincha	Calle 10 de agosto y 9 de octubre		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada		X	757656.57	9863475.88
43	AP2	Bloquera Q1	Desconocido	Ambato	Quisapincha	Vía Ambato-Quisapincha, Barrio "San Pedro"		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada	X		758572.30	9862668.08
44	AP3	Bloquera Q2	Desconocido	Ambato	Quisapincha	Vía Ambato-Quisapincha, a 200m de la Gasolinera Quisapincha		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada	X		758200.79	9862858.02
45	AP4	Bloquera Q3	Desconocido	Ambato	Quisapincha	A 50m de Estación de Buses		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada		X	757791.99	9863075.63

	Código	Nombre de la Fábrica	Propietario	Ubicación			Producción Semanal		Distribución del Producto		Procedencia de la Materia Prima			Elaboración		Ubicación	
				Cantón	Parroquia	Referencia	Menos de 5000	Más de 5000	Local	Fuera de la Provincia	Chasqui	Cemento	Agua	Manual	Semiindustrial	Este	Sur
46	AQ1	Fábrica de Bloques	Miguel Ángel Chisag Sinchigalo	Ambato	Santa Rosa	Barrio "Nuevos Horizontes"		X	X		Latacunga	Selvalegre	Potable		X	760558.82	9858398.63
47	AQ2	Fabricación de Bloques de Cemento	Segundo Francisco Ramos Punina	Ambato	Santa Rosa	Paso Lateral, Barrio "Las Frutillas"		X	X		Latacunga	Holcim	Potable		X	760586.98	9858395.01
48	AQ3	Bloquera "San José"	Manuel Chango Chaluisa	Ambato	Santa Rosa	Vía a Guaranda, Barrio "San José"		X	X		Latacunga	Holcim	Recolectada		X	761257.42	9855755.34
49	AQ4	Bloquera "Santa Rosa"	Holguer Ramiro Poaquiza Chisag	Ambato	Santa Rosa	Barrio "La Primavera", Km 3 Vía a Guaranda		X			Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada		X	760904.50	9858334.80
50	AQ5	Bloquera "Bellavista"	Jorge Orlando Chicaiza Poaquiza	Ambato	Santa Rosa	Vía a Guaranda, a 4 cuadras del Estadio		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	761110.78	9858217.17
51	AQ6	Bloquera Roca Dura	Byron Joel Atacushi Ayme	Ambato	Santa Rosa	Barrio "Venezuela", Calle Cevallos		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	760687.62	9858354.23
52	AQ7	Bloquera Tisalema e Hijos	Luis Alfredo Tisalema Capuz	Ambato	Santa Rosa	Barrio "La Primavera", Vía a Guaranda		X	X	X	Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada		X	760835.18	9858328.00
53	AQ8	Bloquera Alejandro	Hector Humberto Valencia Silva	Ambato	Santa Rosa	García Moreno S/N		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	758834.26	9857509.73
54	AQ9	Bloquera Tisalema.	José Leonidas Tisalema Poaquiza	Ambato	Santa Rosa	Vía a Guaranda, Barrio "Miñarica Alta"		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	758021.10	9857091.17
55	AR1	Fábrica de Bloques "Cotalo"	Teresa Marlene Morales Sánchez	Ambato	Totoras	Av. Bolivariana, intersección, vía a Huachi La Dolorosa, diagonal a Discoteca Luna		X	X		Latacunga	Selvalegre	Potable		X	766517.20	9857126.70
56	AR2	Fábrica de Bloques "Morales"	Flavio Bladimir Morales Sánchez	Ambato	Totoras	Barrio Cristal, Vía a Baños, diagonal a Motel Mónaco		X	X		Latacunga	Holcim	Potable		X	766944.31	9855306.32
57	AR3	Fábrica "Cotalo"	Cynthia Joana Ruiz Turushina	Ambato	Totoras	Barrio Cristal, Av. Galo Vela, frente a Balanceados "El Troje"		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada		X	767024.69	9855429.96
58	AR4	Bloquera "Arte Adoquín"	Nelly Transito Sánchez Benítez	Ambato	Totoras	Frente a DISENSA		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	767289.48	9854526.11
59	AR5	Fabricación de Bloques	Jaime Darío Morales Gavilanez	Ambato	Totoras	Barrio "El Cristal"	X		X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada		X	767289.81	9854420.27
60	AR6	Fabricación de Bloques	Ramón Serafín Medina Guevara	Ambato	Totoras	Vía a Baños, a 5 cuadras de la Iglesia. Barrio Santa Rita	X		X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	767224.09	9854418.99

	Código	Nombre de la Fábrica	Propietario	Ubicación			Producción Semanal		Distribución del Producto		Procedencia de la Materia Prima			Elaboración		Ubicación	
				Cantón	Parroquia	Referencia	Menos de 5000	Más de 5000	Local	Fuera de la Provincia	Chasqui	Cemento	Agua	Manual	Semiindustrial	Este	Sur
61	AR7	Artesanías Juan Carlos	Carlos Alonso Lasluisa	Ambato	Totoras	Vía a Baños, Frente a Discoteca Luna	X		X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada		X	766523.51	9857098.79
62	BB1	Fábrica de Adoquines y Bloques	Miltón Fabian Suarez Pilaguano	Baños	Juive	Sector "La Pampa"	X		X		Latacunga	Selvalegre	Potable		X	783311.12	9844313.02
63	BB2	Bloquera Juive	Desconocido	Baños	Juive	Sector "La Pampa"	X		X		Latacunga	Selvalegre	Potable		X	783730.42	9844760.51
64	BB3	Ferretería "EL Bosque"	Desconocido	Baños	Baños	Vía principal Baños – Puyo.	X		X		Latacunga	Selvalegre	Potable		X	786851.77	9845669.50
65	CB1	Fábrica de Bloques "El Negro"	Angel Amable Chavez Chavez	Pelileo	Garcia Moreno	Av. Confraternidad a 30m de la Ferretería PROMACERO		X	X	X	Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	773935.75	9853204.79
66	CB2	Bloquera "Don Manuel"	Fabian Manuel Gavilanez Acosta	Pelileo	Garcia Moreno	Barrio "La Confraternidad"		X	X	X	Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	773030.10	9853277.73
67	CC1	Bloquera "Hormicumbas"	Cesar Haro	Pelileo	Salasaca	Redondel		X	X		Latacunga	Holcin	Recolectada		X	770602.75	9852344.99
68	CD1	Fabricación de Bloques	Edwin Roberto Ojeda Zurita	Pelileo	Pelileo	Barrio "El Corte"		X	X		Latacunga	Holcin	Potable		X	770297.02	9853053.57
69	CD2	Bloquera Ojeda	José Luis Ojeda Zurita	Pelileo	Pelileo	Barrio "El Corte", Bajada a Benitez		X	X		Latacunga	Holcin	Potable		X	770236.60	9853254.02
70	CD3	Fábrica de Bloques "San Pedro"	Galo Geovanny Nuñez Villafuerte	Pelileo	Pelileo	Barrio Oriente, Vía Euclides Barrera		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	773914.87	9853085.98
71	CF1	Bloquera "Santiaguito"	Nancy Isabel Chariguaman Bastidas	Pelileo	Salasaca	Vía a Baños, Barrio Rumiñahui Grande, diagonal a Gasolinera "Masaquiza"		X	X	X	Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	770098.00	9853360.00
72	CF2	Tuberías Salasaca	Diomedes Eduardo Barragán Rodríguez	Pelileo	Salasaca	Sanjaloma Bajo		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada		X	770008.84	9853498.30
73	CF3	Fábrica de Bloques	Mario Rigoberto Rodríguez Martínez	Pelileo	Salasaca	Rumiñahui Chico		X	X	X	Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	770330.19	9852968.40
74	CF4	Fabricación de Bloques Perforados	Luis Anibal Pérez Gavilanes	Pelileo	Salasaca	Sanjaloma Bajo		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	770026.90	9853481.12
75	CF5	Bloquera Mayerli	Rosa Blanca Moreta Chicaiza	Pelileo	Salasaca	Vía a Ambato, diagonal a COAC Indigenas Galápagos		X	X		Latacunga	Selvalegre	Potable		X	769793.67	9853711.02

	Código	Nombre de la Fábrica	Propietario	Ubicación			Producción Semanal		Distribución del Producto		Procedencia de la Materia Prima			Elaboración		Ubicación	
				Cantón	Parroquia	Referencia	Menos de 5000	Más de 5000	Local	Fuera de la Provincia	Chasqui	Cemento	Agua	Manual	Semiindustrial	Este	Sur
76	CF6	Bloquera Muzo	Juan Muzo	Pelileo	Salasaca	Sanjaloma Bajo	X		X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada		X	770109.09	9853392.35
77	DB1	Bloquera Alexandra	Segundo Alonso Medina Medina	Píllaro	Píllaro	Av. Carlos Contreras y Nelson Dueñas		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	773025.62	9870082.28
78	DB2	Fábrica de bloques "La Colombiana"	Cruz Oneida Sarchi Zuñiga	Píllaro	Píllaro	Barrio Callate, Calle Bolívar y Robalino		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	773197.99	9871526.64
79	DB3	Bloquera "San Vicente"	Segundo Manuel Maíza Pullutaxi	Píllaro	Píllaro	Barrio Callate, Calle Bolívar, La Y		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	773291.82	9871649.13
80	DB4	Fábrica de Bloques Calapiña	Luis Miguel Calapiña Tituaña	Píllaro	Píllaro	Barrio Callate, Calle Bolívar a 10m de la Gasolinera		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	773412.86	9871101.68
81	DB5	Fábrica de bloques Katerine	Cesár Fernando Tituaña Maiquiza	Píllaro	Píllaro	Barrio Callate, Calle Bolívar		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada		X	773364.65	9871639.23
82	DB6	Fábrica de Bloques "El Porvenir"	Gabriel Saquina Chicaiza	Píllaro	Píllaro	Barrio Callate, Calle Bolívar		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	773439.54	9871243.19
83	DB7	Bloquera "El Buen Amigo"	Luis Calapiña Tituaña	Píllaro	Píllaro	Barrio Callate		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	773270.17	9871685.92
84	DB8	Fábrica de Bloques "Genesis"	Maria Juana Calapiña Tituaña	Píllaro	Píllaro	Barrio Callate		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	773354.00	9871720.10
85	FB1	Bloquera "Pancho"	Segundo Francisco Tisalema Masabanda	Tisaleo	Tisaleo	Caserío Alobamba, Barrio "El Paraiso"		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	762138.27	9852003.60
86	FB2	Bloquera "San Luis"	Rita Lema Ailaca	Tisaleo	Tisaleo	Caserío Alobamba, Barrio "El Paraiso"		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	762139.00	9851985.00
87	FB3	Bloquera "San Jacinto"	Norma Leonilla Bayas Bonilla	Tisaleo	Tisaleo	Caserío Alobamba, Barrio "El Paraiso"		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	762104.28	9851969.52
88	FB4	Fabricación de Bloques para Construcciones	Edgar Rolando Labre Pilataxi	Tisaleo	Tisaleo	Caserío Alobamba, Barrio "El Paraiso", a 200m de la Gasolinera		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	762098.66	9851944.97
89	FB5	Fabricación de Artículos de Hormigón	Juan Santiago López Valencia	Tisaleo	Tisaleo	Caserío Santa Lucia, La Libertad	X		X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada		X	762102.87	9851789.71
90	FB6	Bloquera "La Roca"	Leonicio Miguel Verdesoto Luna	Tisaleo	Tisaleo	Vía a Riobamba a 500m de la Manzana de Oro		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada		X	762811.91	9853770.60
91	FB7	Bloquera Alobamba	Angel Leonidas Yugcha Capuz	Tisaleo	Tisaleo	Caserío Alobamba		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Recolectada		X	762721.03	9853593.07
92	FB8	Fábrica de Bloques	Ritha Marisol Agualongo Tisalema	Tisaleo	Tisaleo	Caserío Alobamba, Panamericana Sur		X	X		Latacunga	Chimborazo "E"	Potable		X	762752.64	9853746.63

Como primer resultado se muestra que en la provincia de Tungurahua existen 92 “bloqueras” que se distribuyen de la siguiente manera como indica la Figura 36, en los cantones respectivos que cuentan con registro de distribuidoras de bloques.

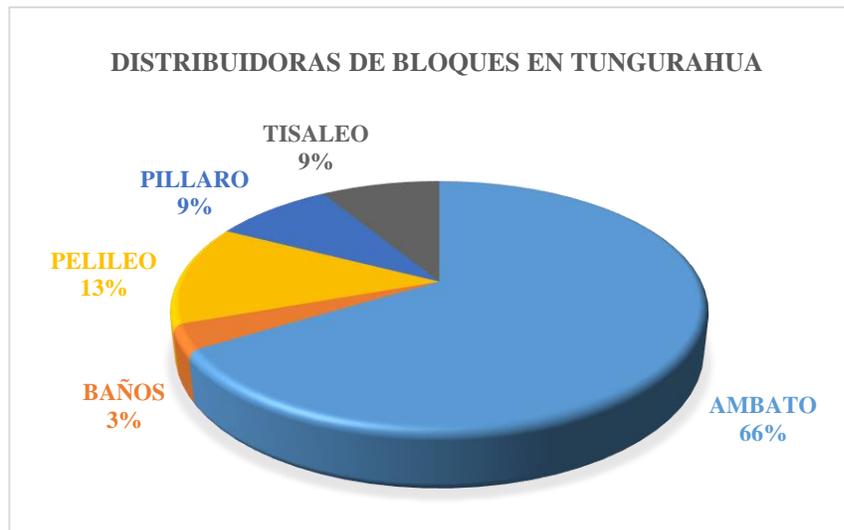


Figura 36. Porcentaje de Bloqueras en Tungurahua.

Fuente: María Gabriela Moreta

El registro da a conocer que en los cantones: Cevallos, Mocha, Patate, Quero no cuentan con datos sobre bloqueras, además se registra que el mayor número de fabricantes de bloques se encuentra en la ciudad de Ambato, al ser la capital y el ente guía de comercio en el centro del país.

Para elegir de forma correcta los cantones de referencia se debe realizar de un estudio minucioso de las demás características de los cantones representados en la Figura 36.

El software ArcGIS permite ubicar las bloqueras existentes en la provincia de acuerdo con el catastro realizado anteriormente, la Figura 37 indica la distribución de las fábricas de bloques en la Provincia de Tungurahua.

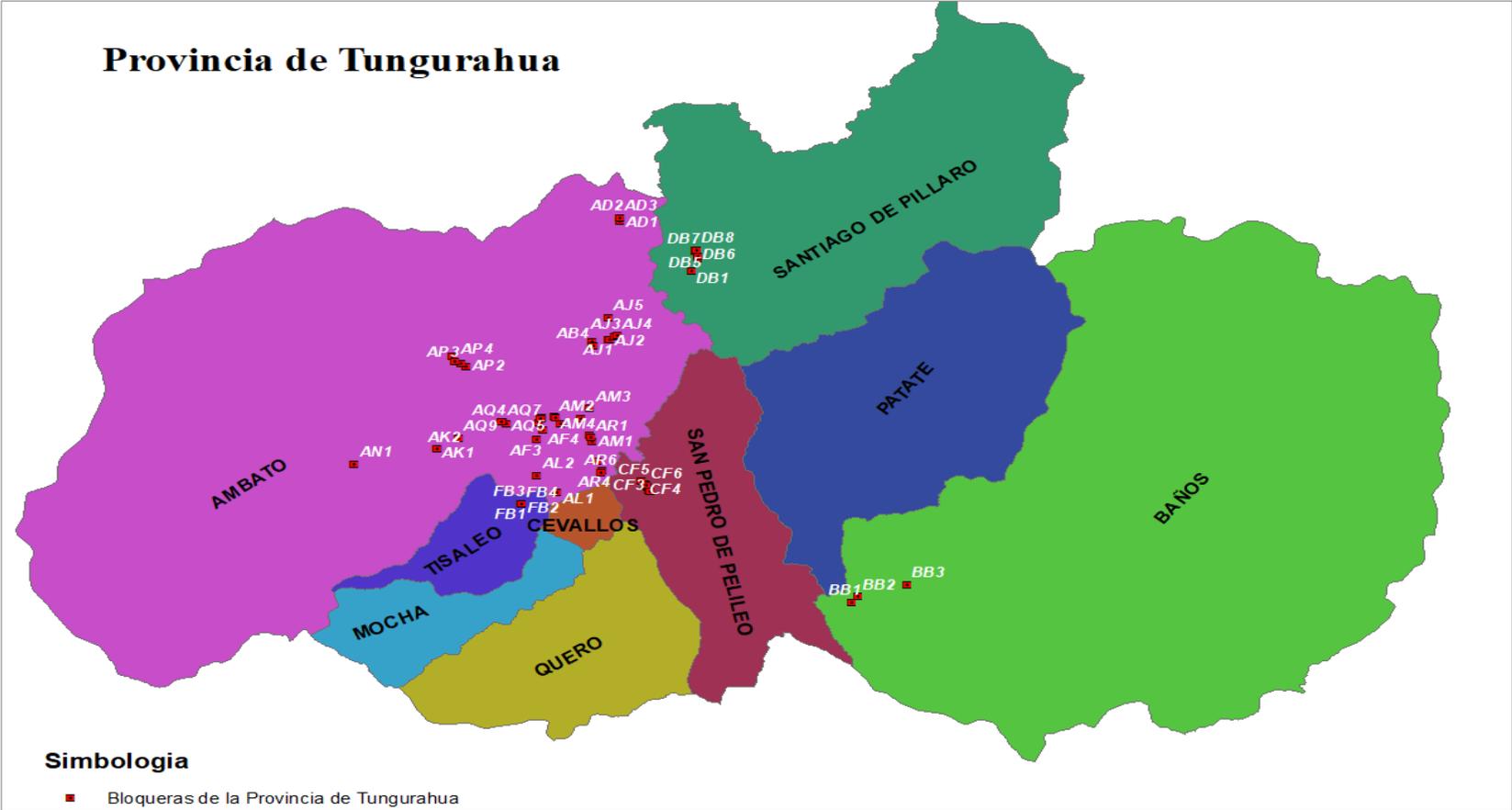


Figura 37. Bloqueras en Tungurahua en ArcGIS.

Fuente: María Gabriela Moreta

3.1.2. Determinación de los cantones para muestra.

Con las primeras características de los cantones de la provincia, procedemos a realizar un primer análisis:

- Elegimos los cinco cantones con mayor superficie territorial.
- Seleccionamos los cantones que tengan el mayor número de habitantes.

Los cantones preseleccionados por cumplir los requerimientos se los muestra en la Tabla 19 y Tabla 20:

Tabla 19. Cantones de mayor superficie.

Cantón	Superficie (km ²)
Ambato	1018,33
Baños	1065,82
Píllaro	446,51
Patate	316,44
Pelileo	201,55

Fuente: PDOT Provincia de Tungurahua

Tabla 20. Cantones con mayor población.

Cantón	Población (hab)
Ambato	329.856
Pelileo	56.573
Píllaro	38.357
Baños	20.018
Quero	19.205

Fuente: PDOT Provincia de Tungurahua

Las primeras selecciones nos indican que los cantones idóneos para que sean parte de la muestra representativa son: Ambato, Pelileo, Píllaro, Baños, Quero y Patate, pero estos no son los únicos indicadores que se tomarán en cuenta, ya que anteriormente se realizó el levantamiento de datos de la producción de bloques en

cada cantón, el cual es el referente más importante, ya que de los lugares con mayor producción del producto se distribuyen a los demás sectores.

En la provincia de Tungurahua existen alrededor de 100 fábricas que se dedican a la elaboración de bloques de hormigón, estas están distribuidas en los cantones con mayor auge en la construcción por estar en un proceso de desarrollo urbanístico.

La Tabla 21 muestra la realidad de cada cantón en cuanto a la existencia de fabricantes de bloques y en una vista previa se evidencia que pocos cantones no registran actividad en este sector productivo, para obtener estos datos nos referenciamos del Catastro de Bloqueras en Tungurahua que se realizó anteriormente.

Tabla 21. Número de bloqueras por Cantón.

Cantones	Distribuidoras de Bloques
Ambato	61
Baños	3
Pelileo	12
Píllaro	8
Tisaleo	8

Fuente: María Gabriela Moreta

Los cantones Cevallos, Mocha, Patate y Quero, no registran bloqueras que se encuentren en funcionamiento actualmente, por tal razón estos cantones no formaran parte de la muestra a analizar y se remitirán a la referencia de los datos obtenidos de los cantones seleccionados, el no contar con bloqueras no significa que en estos sectores no existan construcciones, más bien dan a conocer que las ciudades cercanas tienen un índice de actividad económica más elevado. La Figura 38 da a conocer la realidad en cuanto a las distribuidoras de bloques que se encuentran en cada cantón.

Al notar la presencia nula de bloqueras en los cantones aparentemente pequeños y el notable trabajo de los pequeños emprendedores en esta actividad.

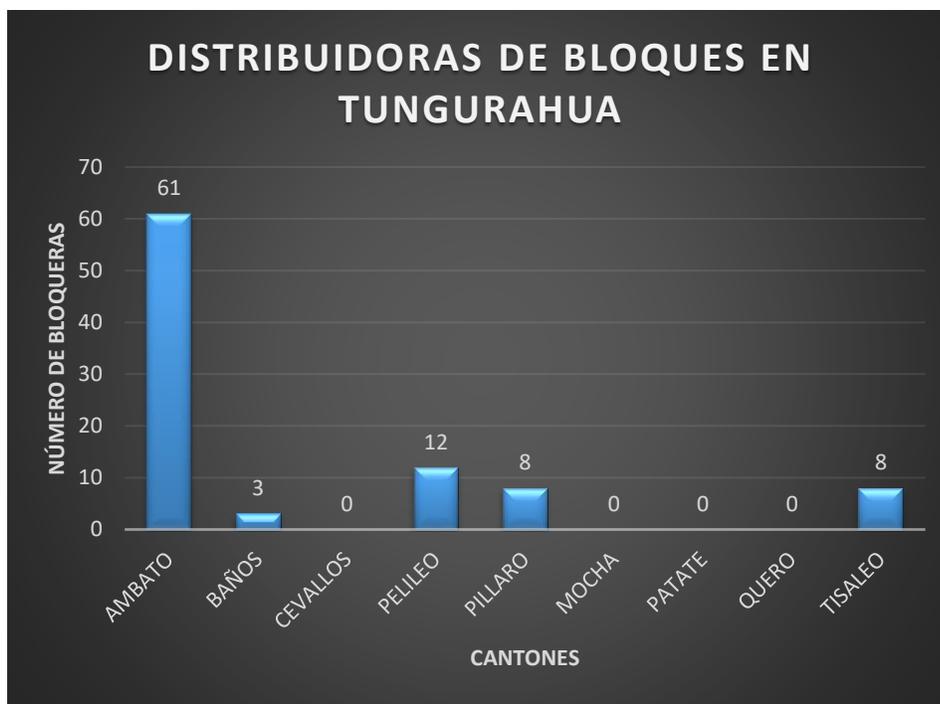


Figura 38. Distribuidoras en Tungurahua

Fuente: María Gabriela Moreta

La información de las distintas bloqueras se logró recopilar mediante los datos registrados en entidades públicas, además se realizó un recorrido de inspección por la provincia para verificar la información preliminar, y se encontró que varias bloquera han cambiado su ubicación, otras han desaparecido y en algunos casos existen nuevas bloqueras, para verificar esta información se procedió a realizar un primer formato de encuesta la misma que está representada en la Figura 19, en el cual se registró datos relevantes para esta investigación.

3.1.3. Muestra seleccionada por cantones.

Con los datos recopilados determinamos a los tres cantones idóneos para ser la muestra para la primera parte de este trabajo investigativo en el centro del país.

En la Tabla 22 se observa las características de los cantones seleccionados para ser muestra de la investigación ya que cumplen con los requerimientos previos además son referencia de comercio, gestión y desarrollo en la provincia, además de su ubicación estratégica y privilegiada; mientras en la Figura 39 se visualiza la ubicación de los cantones seleccionados en color celeste.

Tabla 22. Cantones seleccionados para muestra.

Cantón	Superficie (km ²)	Población (hab)	Bloqueras
Ambato	1018,33	329.856	61
Pelileo	201,55	56.573	12
Píllaro	446,51	38.357	8

Fuente: María Gabriela Moreta

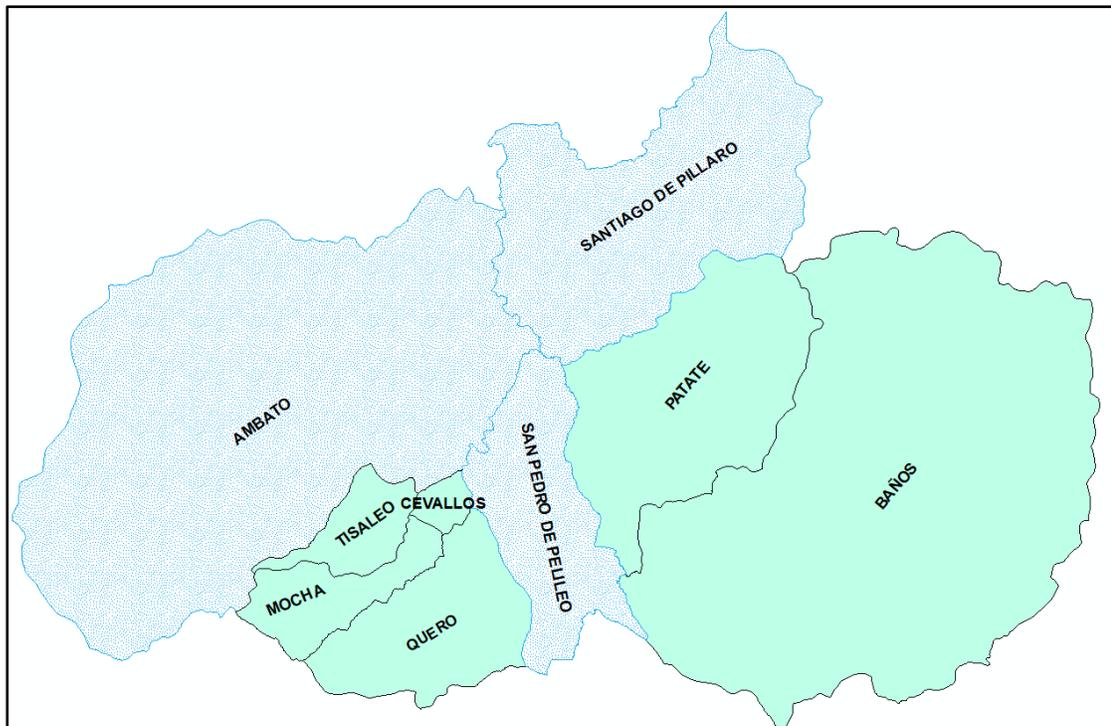


Figura 39. Cantones seleccionados para muestras.

Fuente: María Gabriela Moreta

De los cantones representativos se determinará las bloqueras que proveerá los bloques para ensayos tanto físicos como químicos.

Para empezar, determinaremos las parroquias que cuentan con la mayor cantidad de bloqueras. De la misma manera que se eligió a los cantones se procede a seleccionar a la parroquia que evidentemente contribuye de manera representativa al ámbito constructivo en cada ciudad, de esta manera se referenciarán por las características de producción y distribución.

3.1.3.1. Muestras de Ambato

En la capital de la provincia las bloqueras se encuentran en las parroquias rurales, ya que su ubicación es estratégica para llegar a todos los sectores. La Figura 40 permite reconocer la división política por parroquias de Ambato.

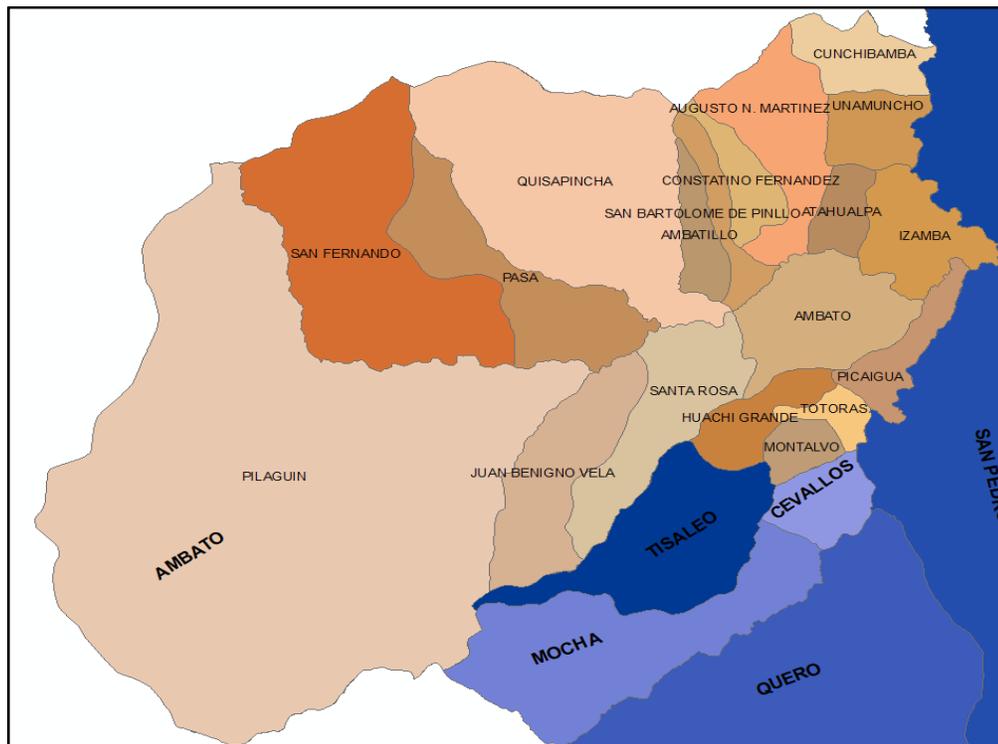


Figura 40. Parroquias del Cantón Ambato

Fuente: María Gabriela Moreta

A continuación, en la Tabla 23 se presentará la lista de bloqueras existentes en este cantón en cada parroquia, con estos datos se evidencia que la producción de bloques se la realiza en las distintas parroquias que pertenecen a la zona rural del cantón, ya sea que los requerimientos legales de funcionamiento de este tipo de actividades y según las consideraciones ambientales que deben cumplir estos establecimientos.

Tabla 23. Bloqueras en Ambato.

Parroquia	Número de Bloqueras
Atahualpa	4
Celiano Monge	1
Cunchibamba	3
Huachi chico	9
Huachi grande	6
Huachi Loreto	3
Izamba	5
Juan B. Vela	2
Montalvo	2
Pilahuín	1
Picaihua	1
Pishilata	4
Quisapincha	4
Santa Rosa	9
Totoras	7
Total =	61

Fuente: María Gabriela Moreta

Por ser las parroquias con mayor número de bloqueras Santa Rosa y Huachi Chico, serán de donde se seleccionen las muestras para los ensayos.

La bloquera que cumplió con la mayoría de las características como: tiempo de funcionamiento, cantidad de productos elaborados y materia prima, se seleccionó a la bloquera: “Santa Rosa”, que se encuentra ubicada en la parroquia del mismo nombre.

La bloquera Santa Rosa está en funcionamiento desde hace más de 10 años, la producción semanal varía desde 8000 a 10000 bloques, los mismo que son distribuidos en la zona centro del Ecuador, los materiales que utiliza para la elaboración de los bloques son: chasqui (cascajo) transportado por el propietario desde la mina que lleva el mismo nombre en el cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi; el agua utilizada por lo general es potable, la cual llega por distribución del sistema municipal de agua potable, en varios lugares se utiliza el agua recolectada de la lluvia; por último el cemento que utilizan en esta bloquera es el de tipo industrial, para mayor resistencia, durabilidad y para tratar de cumplir las normas.

Los bloques elaborados son los siguientes:

- **Bloques perforados o hueco**

La cantidad de elaboración y distribución de este tipo de bloques es mayor que los demás, es por ellos que no solo se los realiza de una media, ya que sus usos son distintos, las dimensiones se muestran en la Tabla 24:

Tabla 24. Dimensiones de Bloques de la Bloquera Santa Rosa.

Largo	Ancho	Altura	Precio (centavos)
40	10	20	30
40	12	20	32
40	15	20	35

Fuente: María Gabriela Moreta



Figura 41. Bloque Perforado o Hueco

Fuente: María Gabriela Moreta

- **Bloques Macizo**

Estos bloques se refieren al llamado bloque sólido de hormigón, el cual debe ser mayor o igual al 75% del área neta de la superficie de carga, como se visualiza en la Figura 42.

Las dimensiones en las que los podemos encontrar en esta bloquera son las mismas de los bloques huecos.



Figura 42. Bloque Macizo

Fuente: María Gabriela Moreta

- **Bloque Caramelo**

Este tipo de bloques debe cumplir la condición del tipo sólido, pero con la diferencia en la dosificación de materiales y con la utilización de cascajos de mayor tamaño para conseguir los resultados deseados.



Figura 43. Bloque Caramelo

Fuente: María Gabriela Moreta

3.1.3.2. Muestras de Pelileo

Pelileo se considera como el paso obligado para quienes deben transitar desde Ambato hacia Patate y Baños, por ello se ha convertido en un referente de comercio entre estas ciudades, por tal razón, la cercanía permite que los habitantes de los pueblos a su alrededor prefieran comprar en esta ciudad, además por la poca demanda de aquellas ciudades las fábricas de bloques no han logrado mantenerse en funcionamiento. La Figura 44 permite reconocer la división política de Pelileo.

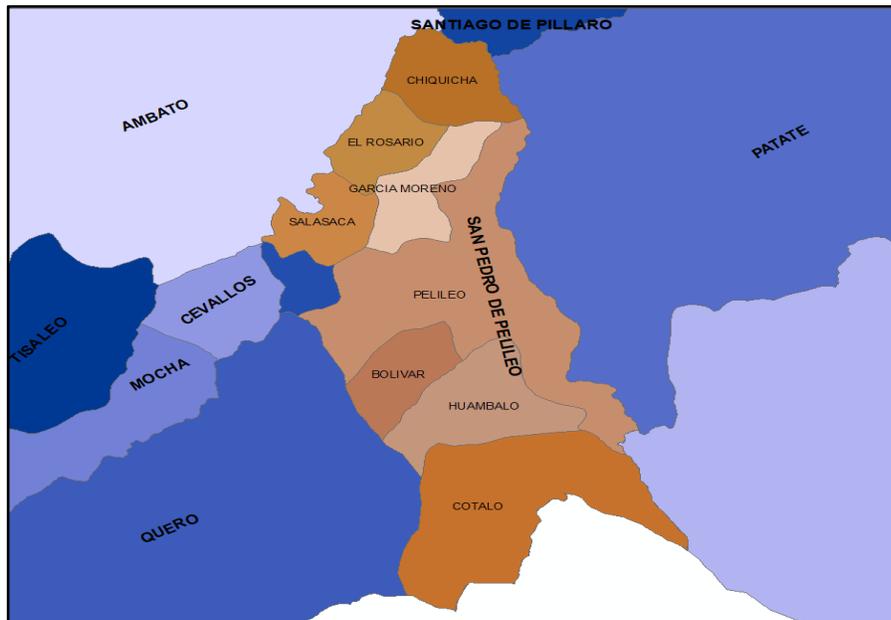


Figura 44. Parroquias del Cantón Pelileo

Fuente: María Gabriela Moreta

En esta misma ciudad existen muy pocas bloqueras en comparación que en Ambato, a continuación, la Tabla 25 indica la ubicación de las fábricas existentes.

Tabla 25. Bloqueras en Pelileo.

Parroquia	Número de Bloqueras
García Moreno	2
Pelileo	3
Salasaca	7
Total =	12

Fuente: María Gabriela Moreta

Salasaca cuenta con 8 fábricas de bloques, de ellas la fábrica que cumpla características de producción y distribución será la muestra; “Hormicumbas” es la Fábrica de Bloques y adoquines seleccionada por ser la que tiene mayor producción, además distribuye no solo localmente, más bien por encontrarse en un lugar estratégico, ha permitido que esta fábrica crezca en espacio físico y se ha permitido elaborar otros tipos de productos como los adoquines decorativos.

“Hormicumbas” elabora cerca de 15.000 bloques cada semana, los productos fabricados son: hueco, macizo y caramelo, los mismo que al igual que en la mayor parte de la provincia son elaborados con material extraído del cerro Chasqui, el agua utilizada en esta fábrica proviene de la acequia que pasa cerca sus instalaciones, el cemento tipo industrial de Cemento Chimborazo y las maquinarias utilizadas son tipo industrial las cuales ayudan al crecimiento de la fábrica y se pueden observar en la Figura 45.



Figura 45. Maquinaria de "Hormicumbas".

Fuente: María Gabriela Moreta

Una característica que diferencia a esta bloquera de las demás es que el personal conoce un poco de las normas de construcción, al inicio de su funcionamiento lo realizaban de forma artesanal como las demás, pero con varias capacitaciones recibidas tanto el personal como la gerencia, han logrado que su producto resalte por su calidad, y de esta manera su distribución no solo sea en el cantón de Pelileo, más bien ha logrado trascender a provincias como Chimborazo y Pastaza.

3.1.3.3. Muestras en Píllaro

En este cantón se encuentra el barrio Callate, en el cual se encuentran en funcionamiento la mayor parte de las distribuidoras de bloques, está ubicado cerca del centro cantonal y lo podemos encontrar de camino para las parroquias más grandes y pobladas de Píllaro, que son Poaló y San Andrés.

La Figura 46 da a conocer que el cantón Píllaro cuenta con 8 parroquias, de las cuales la parroquia que lleva el mismo nombre es la única considerada como urbana.

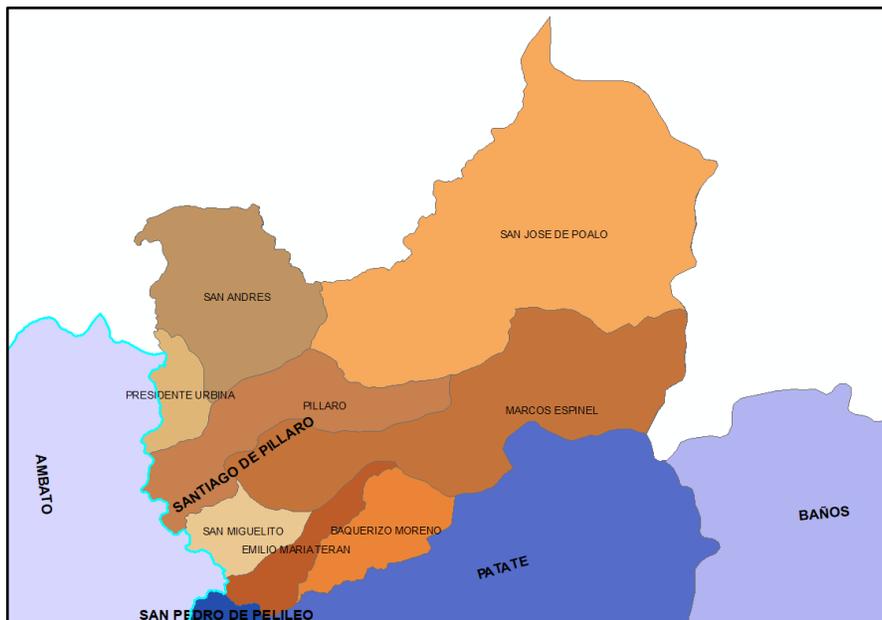


Figura 46. Parroquias del Cantón Píllaro

Fuente: María Gabriela Moreta

Para determinar la muestra correspondiente a este cantón nos referiremos a los datos expuestos en la Tabla 26, los cuales nos muestran la cantidad de bloqueras existentes en esta ciudad las cuales fueron sometidas a un levantamiento de información mediante los recursos expuesto anteriormente.

De la lista de bloqueras encontradas en esta ciudad, la fábrica “San Vicente”, es de la cual tomaremos referencia para el análisis de las muestras y su posterior evaluación.

Tabla 26. Bloqueras en Píllaro

Parroquia	Número de Bloqueras
Píllaro	8
Presidente Urbina	0
San Andrés	0
San José de Poaló	0
Marcos Espinel	0
San Miguelito	0
Emilio María Terán	0
Baquerizo Moreno	0
Total =	8

Fuente: María Gabriela Moreta

La fábrica “San Vicente” encontrada en el sector de Callate, tiene varios años de funcionamiento y se consolida como la de mayor renombre por su calidad y buen servicio, podemos acotar que los propietarios suele trasportar por cuenta propia la materia prima desde el Cerro Chasqui hasta sus instalaciones, la maquinaria que utilizan es semiindustrial, lo que permite que la producción de bloques sea elevada en comparación a la de su competencia, esta bloquera registra una producción de 8.000 a 10.000 bloques semanales, los cuales se distribuyen en

forma local y se los puede apreciar en la Figura 47, con una acotación este valor equivale a la suma total de los distintos tipos de bloques entre ellos: hueco, macizo y caramelo.



Figura 47. Bloquera "San Vicente" en Pillaro.

Fuente: María Gabriela Moreta

3.1.4. Informe de toma de muestras

Tabla 27. Muestras recolectadas.

Universidad Técnica de Ambato				
Facultada de Ingeniería Civil y Mecánica				
Muestras recolectadas de los lugares determinados				
Trabajo: "Análisis de la Exhalación de Gas Radón-222 en mampuestos de hormigón de la provincia de Tungurahua y su incidencia en la construcción"				
Descripción:				
Tipo de Muestra	Cantidad	Identificación	Lugar de Procedencia	
Chasqui	6 kg.	La muestra fue colocada en sacos de lona de color negro.	Provincia: Cotopaxi Cantón: Latacunga Parroquia: Mulaló (Cerro Chasqui) Mina: La Rinconada	
Bloques de Hormigón (Tipo Perforados o Huecos)	8 unidades	Los bloques fueron colocados en un saco de lona color amarillo-blanco, con identificación en cada uno.	Provincia: Tungurahua Cantón: Ambato Bloquera: "Santa Rosa"	
		Bloque		Identificación
		1		MAmbato1
		2		MAmbato2
		3		MAmbato3
		4		MAmbato4
		5		MAmbato5
		6		MAmbato6
		7		MAmbato7
	8	MAmbato8		
	8 unidades	Los bloques fueron colocados en un saco de lona de color amarillo, con identificación en cada uno.	Provincia: Tungurahua Cantón: Pelileo Bloquera: "Hormicumbas"	
		Bloque		Identificación
		1		MPelileo1
		2		MPelileo2
		3		MPelileo3
		4		MPelileo4
		5		MPelileo5
		6		MPelileo6
		7		MPelileo7
	8	MPelileo8		
	8 unidades	Los bloques fueron colocados en un saco de lona de color blanco, con identificación en cada uno.	Provincia: Tungurahua Cantón: Pillaro Bloquera: "San Vicente"	
		Bloque		Identificación
		1		MPillaro1
		2		MPillaro2
3		MPillaro3		
4		MPillaro4		
5		MPillaro5		
6		MPillaro6		
7		MPillaro7		
8	MPillaro8			

Fuente: María Gabriela Moreta

Para la recolección de las muestras se procedió visitar a cada uno de los sectores preseleccionados, de esta manera se logró obtener las muestras de un mismo lote de fabricación, que tengan las mismas características desde el momento de la dosificación, mezcla, compactación y secado, esto en el caso de los bloques de hormigón; la muestra de Chasqui se la extrajo directamente de cerro del mismo nombre ubicado en la parroquia Mulaló del cantón Latacunga de la Provincia de Cotopaxi, en la Tabla 27 podemos evidenciar los datos de la recolección, identificación y almacenamiento de las muestras según los lugares seleccionados como tales.

Para el transporte de las muestras de utilizo transporte de alquiler, ya que la ubicación, el peso y la cantidad de muestras recolectadas no permite un transporte manual.

Las muestras fueron colocadas en las instalaciones del Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato. Para su posterior análisis físico, que se lo realizara en el mismo laboratorio; cabe acorar que no toda la cantidad de muestra será analizada en esta Universidad, ya que parte de esta investigación se realizara en los Laboratorios de la Escuela de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, donde se procederá al análisis de la concentración del gas Radón-222, que emanan estos materiales de construcción, para este análisis se deberán entregar cinco muestras de bloques por cada una de las bloqueras seleccionadas, y un total en peso de chasqui de 3 kg, los mismos que deberán ser tamizados previo a la entrega para permitir un análisis profundo y con mayor precisión.

La exhalación del gas Radón-222, se ha visto registrada con mayor índice en los residuos volcánicos y el chasqui proviene de los residuos de las explosiones que se han registrado del volcán con mayor peligrosidad que es el Cotopaxi. Por tal motivo es necesario analizarlo de manera minuciosa, ya que es el principal elemento para la elaboración de los bloques de hormigón.

3.1.5. Análisis de Muestra: Chasqui

Para determinar qué tipo de agregado contiene el Chasqui procederemos a realizar un primer análisis, que se refiere a la separación de material según los tamaños de las partículas, este procedimiento lo realizamos en la máquina tamizadora, para lo cual lo colocaremos 3 kg de la muestra.



Figura 48. Muestra de Chasqui

Fuente: María Gabriela Moreta

Para realizar la separación por tamaño de la muestra extraída en situ, se procede a el uso del Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Universidad Técnica de Ambato. La Figura 49 da a conocer los tamices de marca CONTROLS utilizados y existentes en el laboratorio, que son los ideales para determinar el módulo de finura de los suelos finos.



Figura 49. Tamizado de muestra de Chasqui.

Fuente: María Gabriela Moreta

Según la referencia de la Tabla 14, sobre la granulometría de agregados, se resuelve la siguiente tabla de granulometría del material chasqui.

Tabla 28. Peso de Muestra Retenida

# de Tamiz	Peso Muestra Retenida (Kg)
# 4	0,909
# 10	0,971
# 40	0,886
# 60	0,022
# 100	0,037
# 200	0,022
Base	0,153

Fuente: María Gabriela Moreta

El informe sobre la granulometría de chasqui lo presenta la Tabla 28.

El chasqui se considera como un agregado grueso, ya que el porcentaje mayor de muestra retenida en el tamiz se encuentra en el tamiz # 4.

Para obtener la capacidad de absorción las muestras deben soportar una temperatura alta en el horno para luego determinar valores coherentes y exactos. En la Figura 50 se observa que se siguen todos los procedimientos establecidos para obtener los datos requeridos, uno de ellos es el secado de las muestras.



Figura 50. Secado de muestras de Chasqui.

Fuente: María Gabriela Moreta

3.1.5.1. Densidad Real y Capacidad Absorción del Chasqui

Tabla 29. Densidad Real y capacidad de Absorción del Chasqui

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO: “Análisis de la Exhalación de Gas Radón-222 en mampuestos de hormigón de la provincia de Tungurahua y su incidencia en la construcción”

MUESTRA: Chasqui (Piedra Pómez O Cascajo)

ENSAYO: Densidad Real Y Capacidad De Absorción Del Agregado Grueso

NORMA: NTE INEN

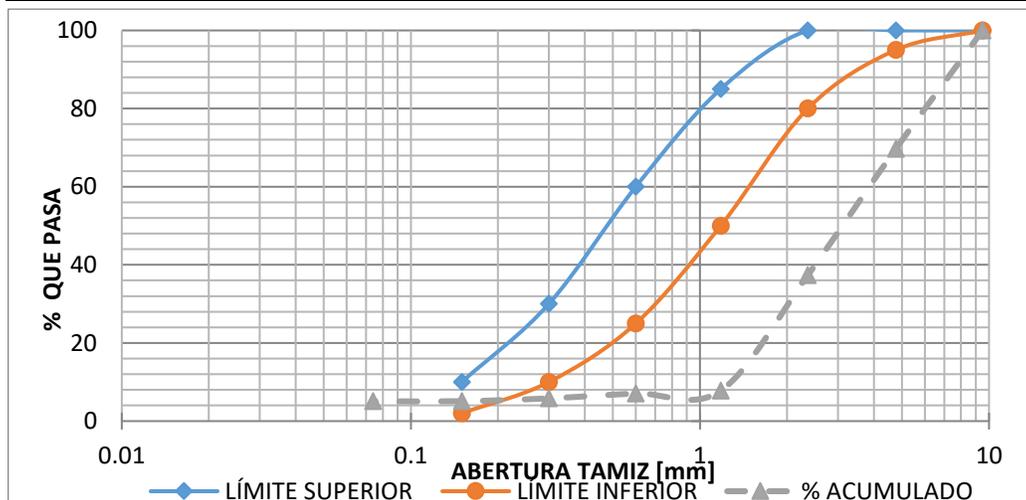
DENSIDAD REAL			
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
M1	MASA CANASTILLA EN EL AIRE	gr	1574,00
M2	MASA CANASTILLA EN EL AGUA	gr	1407,00
M3	MASA CANASTILLA + MUESTRA SSS EN EL AIRE	gr	4290,00
M4	MASA CANASTILLA + MUESTRA SSS EN EL AGUA	gr	1631,00
DA	DENSIDAD REAL DEL AGUA	gr/cm ³	1,00
M5 = M3 - M1	MASA MUESTRA SSS EN EL AIRE	gr	2716,00
M6 = M4 - M2	MASA MUESTRA SSS EN EL AGUA	gr	224,00
VR = (M5-M6) /DA	VOLUMEN REAL DE MUESTRA	cm ³	2492,00
DR = M5/VR	DENSIDAD REAL	gr/cm ³	1,09
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN			
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
M7	MASA RECIPIENTE	gr	261,00
M8	MASA RECIPIENTE + MUESTRA SSS	gr	3035,00
M9 = M8 - M7	MASA MUESTRA SSS	gr	2774,00
M10	MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA	gr	1901,00
M11 = M10 - M7	MASA MUESTRA SECA	gr	1640,00
CA =((M9-M11) /M11) *100	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN	%	69,15

Fuente: María Gabriela Moreta

En la Tabla 29 se encuentran los datos obtenidos de los ensayos realizados en los laboratorios de la F. I. C. M. dando como resultado que la muestra de chasqui tiene una densidad real de 1,09 gr/cm³, y un porcentaje de capacidad de absorción de 69,15 %, los cuales son propios de este tipo de muestras.

Tabla 30. Análisis Granulométrico de agregado fino.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO					
ORIGEN:		Mina "La Rinconada"			
PESO DE LA MUESTRA (gr.):	3000	PÉRDIDA DE MUESTRA [%]:	0,0		
ENSAYADO POR:	María G. Moreta	FECHA:			
NORMA:	INEN 696				
TAMIZ	RETENIDO PARCIAL (gr)	RETENIDO ACUMULADO (gr.)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LÍMITES ASTM % QUE PASA
3/8"	0	0,0	0,0	100,00	100
#4	909,00	909,0	30,30	69,70	95 - 100
#10	971,00	1880,0	62,67	37,33	80 - 100
#40	886,00	2766,0	92,20	7,80	50 - 85
#60	22,00	2788,0	92,93	7,07	25 - 60
#100	37,00	2825,0	94,17	5,83	10 - 30
#200	22,00	2847,0	94,90	5,10	2 - 10
	0,00	2847,0	94,90	5,10	-
BANDEJA	153,00	3000,0	100,00	0,00	-
MÓDULO DE FINURA			4,67		



Fuente: María Gabriela Moreta

En la Tabla 30 y su respectiva grafica de a entender que las partículas retenidas en cada tamiz de la muestra de chasqui corresponden a un agregado fino, con la característica de que su módulo de finura es mayor a lo especificado en la norma INEN.

3.2. Ensayo mecánico

3.2.1. Resistencia a la compresión en bloque

De acuerdo con las especificaciones de la Norma INEN 3066, el bloque de hormigón en estudio se refiere al Tipo B, según su uso, ya que su uso es de manera no estructural, además no es usado para Alivianamientos de losas.

Dentro de la fabricación de bloques en la Provincia se considera al Bloque Perforado o Hueco como el de mayor demanda dentro y fuera de la provincia.

Se consideró como primera instancia el análisis de los bloques con dimensiones nominales de: 40cm de largo, 12cm de ancho y 20cm de alto.

Los ensayos de compresión simple fueron realizados a las muestras obtenidas en las fábricas de bloques más representativas de los cantones: Ambato, Pelileo y Píllaro, ya que estos cantones según la información recopilada durante esta investigación son las más representativas en los ámbitos comerciales, agrícolas, ganaderos y por ende constructivos, ya que la superficie que poseen está entre las más extensas de la provincia, además son los tres cantones con mayor población en Tungurahua. En la Figura 51 se diferencia el efecto de aplicación de cargas en los bloques, esta carga es controlada para evidenciar la resistencia de las muestras.



Figura 51. Bloques ensayados a compresión.

Fuente: María Gabriela Moreta

3.2.1.1. Análisis de las muestras del Cantón Ambato

Las muestras analizadas fueron previamente separadas, identificadas y almacenadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos; para identificar a que Cantón pertenecían y que número de muestra era, se colocó: “A”, para el Cantón Ambato, “M1”, para referirnos a que se trata de la muestra 1 de 3 muestras utilizadas para este tipo de ensayos.



Figura 52. Muestras de Bloques del Cantón Ambato

Fuente: María Gabriela Moreta

Los bloques recolectados de la bloquera Santa Rosa, obtuvieron las resistencias que se muestran a continuación:

Tabla 31. Resistencia de Bloques de Muestra Ambato

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ensayo de Compresión de Bloque de Hormigón									
Tipo de Muestra:		Bloque Normal							
Procedencia de la Muestra:		Cantón:	Ambato						
		Bloquera:	Santa Rosa						
Edad de la Muestra:		21 días							
Muestra N°	Carga (kN)	Carga (Kg)	Dimensiones (cm)			Área de Contacto (cm ²)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
			A (ancho)	B (largo)	C (alto)				
Ambato M1	12,000	1223,620	12,0	40,0	19,5	304,5	0,3941	4,0185	6,78
Ambato M2	39,740	4052,247	12,0	40,0	19,5	304,5	1,3051	13,3079	
Ambato M3	8,988	916,480	12,0	40,0	19,5	304,5	0,2952	3,0098	

Fuente: María Gabriela Moreta

Con la referencia de la Norma INEN, y con las características de las muestras que son consideradas de Tipo B, al ser mampuestos no estructurales, el valor de resistencia ya sea de forma individual y en promedio, se encuentran muy bajo de los valores recomendados en la norma, esto se evidencia en la Figura 53.

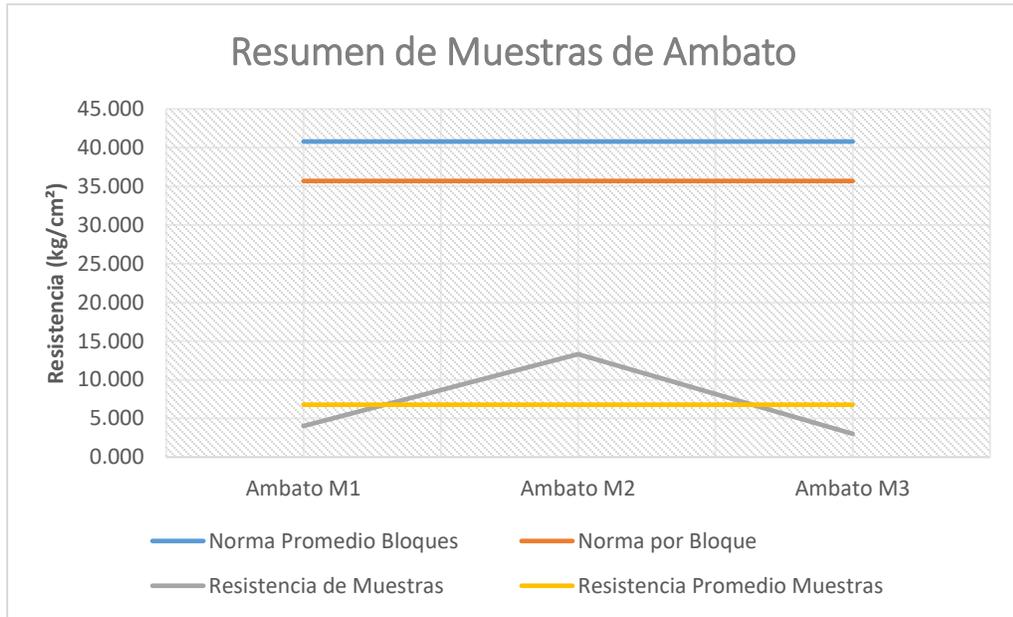


Figura 53. Resumen de Muestras de Ambato.

Fuente: María Gabriela Moreta

3.2.1.2. Análisis de las muestras del Cantón Pelileo

Las muestras del Cantón Pelileo fueron identificadas con el nombre completo del Cantón y de igual forma el identificativo “M1”, se refería al número de muestra que iba a ser comprimida para determinar su resistencia a la compresión.



Figura 54. Muestra de Bloques del Cantón Pelileo

Fuente: María Gabriela Moreta

La Norma INEN 3066, establece la resistencia neta mínima a la compresión en bloques de hormigón, para los bloques Tipo B es de 3,5 MPa, esta resistencia se refiere a un bloque ensayado, y el promedio de 3 bloques de un mismo lote es de 4,0 MPa.

Tabla 32. Resistencia de Bloques de Muestra Pelileo

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ensayo de Compresión de Bloque de Hormigón									
Tipo de Muestra:		Bloque Normal							
Procedencia de la Muestra:		Cantón:	Pelileo						
		Bloquera:	Hormicumbas						
Edad de la Muestra:		21 días							
Muestra N°	Carga (kN)	Carga (Kg)	Dimensiones (cm)			Área de Contacto (cm ²)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
			A (ancho)	B (largo)	C (alto)				
Pelileo M1	50,857	5185,878	12,3	40,0	20,0	258,0	1,9712	20,1003	29,72
Pelileo M2	78,152	7969,190	12,5	40,2	19,5	277,5	2,8163	28,7178	
Pelileo M3	104,05	10610,080	12,2	40,0	20,0	263,0	3,9563	40,3425	

Fuente: María Gabriela Moreta

Por los tanto los valores obtenidos en los ensayos de compresión simple de las muestras de la Fábrica de Bloques Hormicumbas de la Ciudad de Pelileo, dan a conocer que la muestra 1 y la muestra 2, no cumplen con la especificación de la norma ya que los valores de resistencia son inferiores a los mínimos. Por otra parte, la muestra 3 esta sobre los límites mínimos propuesto.

El promedio de las resistencias obtenidas de las 3 muestras es un valor inferior al valor mínimo establecido en la norma, el resumen de los resultados de los ensayos se muestra en la Figura 55.

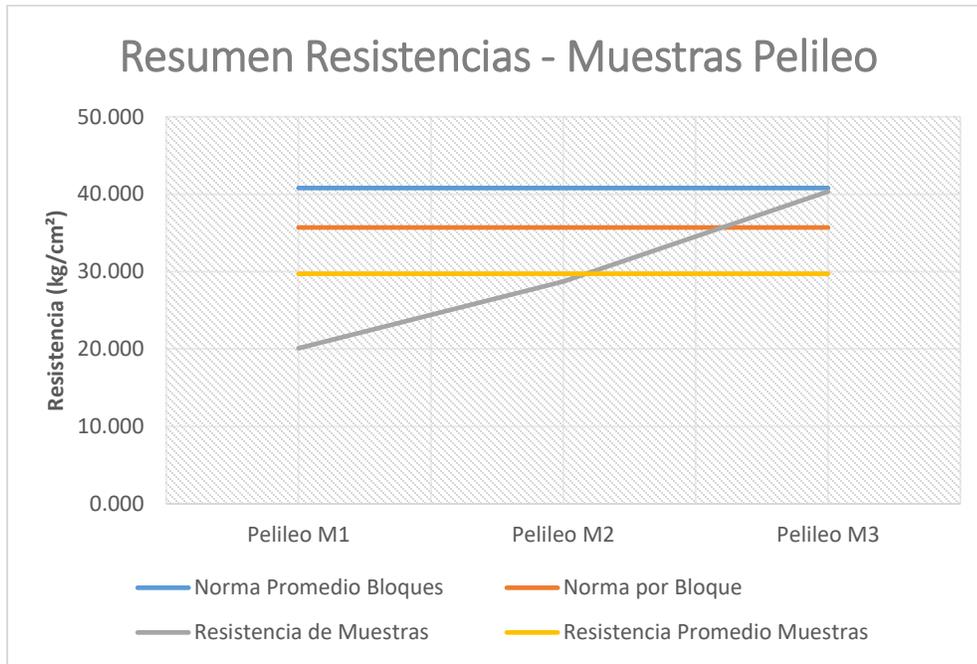


Figura 55. Resistencia a la Compresión de Muestra Pelileo

Fuente: María Gabriela Moreta

3.2.1.3. Análisis de las muestras del Cantón Píllaro

Las muestras ensayadas fueron recolectadas de la Fábrica de Bloques “El Porvenir”, que se encuentra en funcionamiento en el Sector Callate.

Tabla 33. Resistencia de bloques de Muestra Píllaro

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ensayo de Compresión de Bloque de Hormigón									
Tipo de Muestra:		Bloque Normal							
Procedencia de la Muestra:		Cantón:	Píllaro						
		Bloquera:	El Porvenir						
Edad de la Muestra:		21 días							
Muestra N°	Carga (kN)	Carga (Kg)	Dimensiones (cm)			Área de Contacto (cm ²)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
			A (ancho)	B (largo)	C (alto)				
Píllaro M1	44.923	4580.747	12.0	40.0	19.5	304.5	1.4753	15.0435	19.30
Píllaro M2	64.495	6576.535	12.0	40.0	19.5	304.5	2.1181	21.5978	
Píllaro M3	63.455	6470.466	12.0	40.0	19.5	304.5	2.0839	21.2495	

Fuente: María Gabriela Moreta

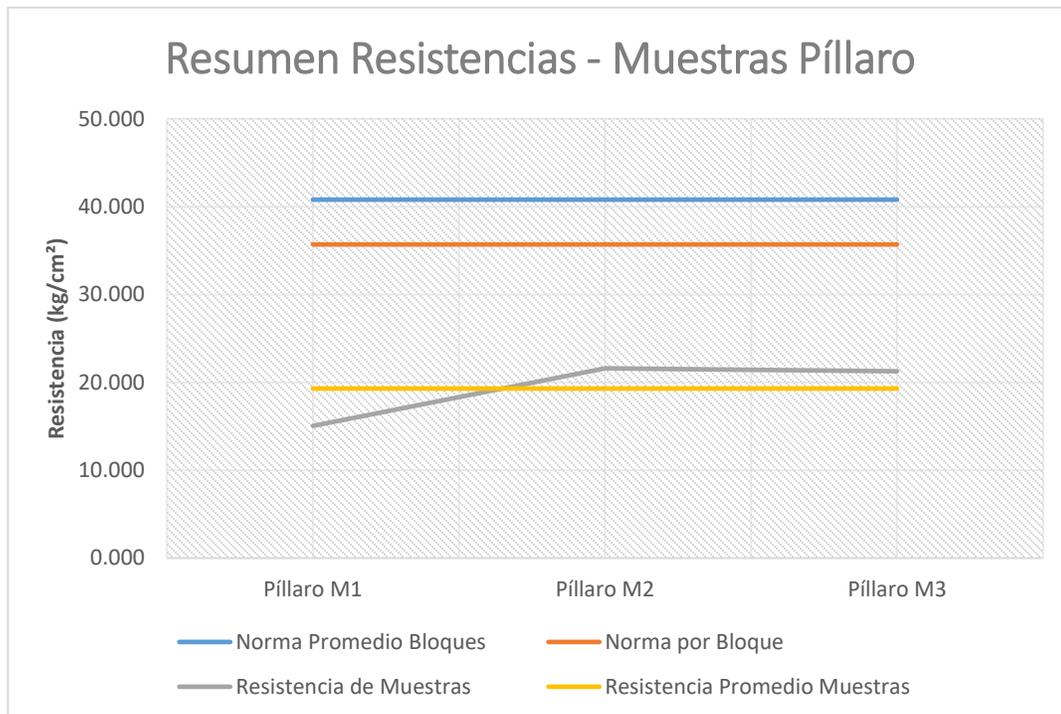


Figura 56. Resistencia a la compresión Muestras Píllaro

Fuente: María Gabriela Moreta

Los valores de resistencia mínima obtenidos en los bloques de un mismo lote, que esta representados en la Tabla 33, son inferiores al límite mínimo que prescribe la norma, por lo cual no cumple la resistencia requerida.

El valor promedio de las resistencias no cumple lo establecido, como se puede observar en la Figura 56, es por ello que se deberá mejora la dosis de materiales para obtener una mejor resistencia y de esta manera obtener mejores resultados en el comportamiento de los mampuestos.

Para resumir los resultados y obtener un mejor criterio sobre el análisis de los ensayos, se realiza un gráfico comparativo de las resistencias obtenidas por cada cantón seleccionado como muestra representativa y se describe a continuación.

RESUMEN DE RESISTENCIAS

Las resistencias obtenidas dan como resultado la Figura 57, que evidencia que las muestras analizadas por unidad no contemplan un valor admisible de resistencia en resistencia a la compresión que es de 35 kg/cm^2 , esto da mucho en que pensar ya que los bloques son los mampuestos más utilizados en las obras constructivas en el Ecuador, al igual podemos observar que al realizar un promedio de resistencias por cada cantón de la Provincia de Tungurahua no alcanza ni un valor mínimo de consideración que es de 40 kg/cm^2 , lo cual pone en peligro la seguridad de los elementos constructivos con estos mampuestos, además se evidencia la falta de formación técnica y teórica de parte de los fabricantes de dichos bloques, y una despreocupación en el saber sobre las normas que rigen el ámbito constructivo en el país.

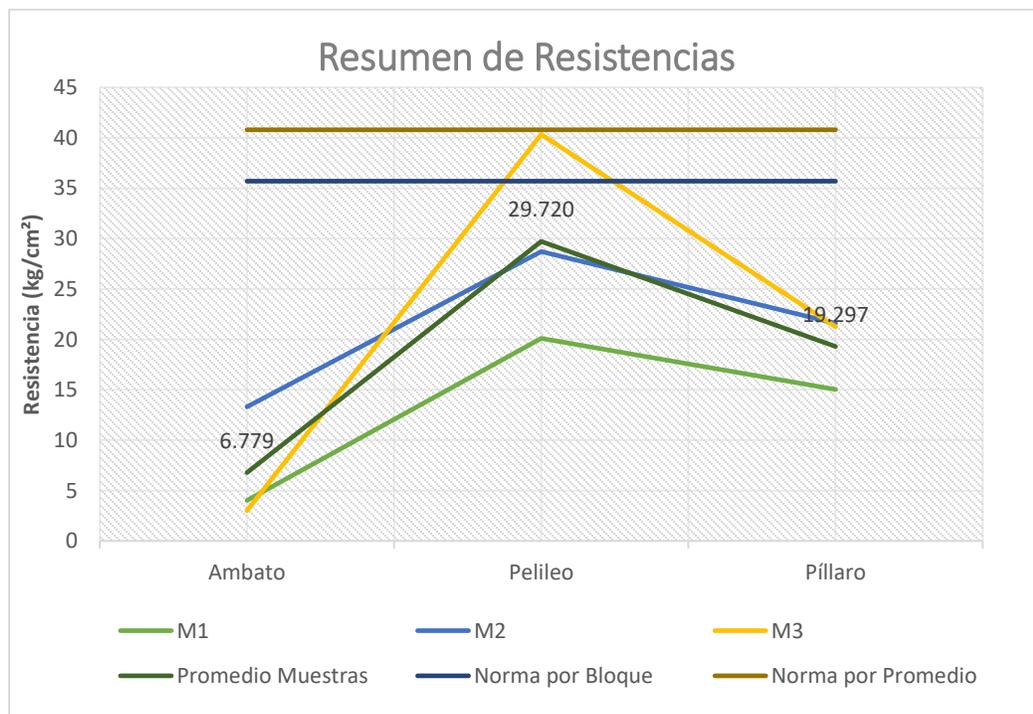


Figura 57. Resumen de Resistencias.

Fuente: María Gabriela Moreta

3.3. Determinación de radón 222

Para realizar los análisis de las muestras en cuanto a la concentración y exhalación del Rn-222, se entregó las muestras que se indican en la Tabla 34

Tabla 34. Muestras entregadas en la ESPOCH.

		Universidad Técnica de Ambato			
		Facultada de Ingeniería Civil y Mecánica			
Muestras recolectadas previo a su análisis físico y químico.					
Trabajo: “Análisis de la Exhalación de Gas Radón-222 en mampuestos de hormigón de la provincia de Tungurahua y su incidencia en la construcción”					
Tesista: María Gabriela Moreta Bastidas					
Descripción:					
Tipo de Muestra	Cantidad	Identificación		Lugar de Procedencia	
Chasqui	3 kg.	La cantidad retenida en cada Tamiz fue entregada en una funda plástica color negro, separada cada una de ellas y con su identificación.		Provincia: Cotopaxi Cantón: Latacunga Parroquia: Mulaló (Cerro Chasqui) Mina: La Rinconada	
		# de Tamiz	Peso Muestra Retenida (Kg)		
		# 4	0,909		
		# 10	0,971		
		# 40	0,886		
		# 60	0,022		
		# 100	0,037		
		# 200	0,022		
	Base	0,153			
Bloques de Hormigón (Tipo Perforados o Huecos)	3 unidades	Los bloques fueron entregados en un saco con identificación, el saco de color amarillo corresponde al Cantón Pelileo.		Provincia: Tungurahua Cantón: Pelileo Bloquera: "Hormicumbas"	
		Bloque	Identificación		Peso (Kg)
		1	MPelileo1		4,1
		2	MPelileo2		3,9
		3	MPelileo3	4,1	
	3 unidades	Los bloques fueron entregados en un saco con identificación, el saco de color blanco corresponde al Cantón Píllaro.		Provincia: Tungurahua Cantón: Píllaro Bloquera: "San Vicente"	
		Bloque	Identificación		Peso (Kg)
		1	MPíllaro1		3,9
		2	MPíllaro2		3,9
		3	MPíllaro3	3,8	
	3 unidades	Los bloques fueron entregados en un saco con identificación, el saco de color amarillo-blanco corresponde al Cantón Ambato.		Provincia: Tungurahua Cantón: Ambato Bloquera: "Santa Rosa"	
		Bloque	Identificación		Peso (Kg)
1		MAmbato1	3,1		
2		MAmbato2	3,1		
	3	MAmbato3	3,2		

Fuente: María Gabriela Moreta

Las muestras entregadas deben someterse a un análisis en la cámara del RAD7, la misma que podemos observar en la Figura 58.



Figura 58. RAD7, propiedad de la ESPOCH.

Fuente: María Gabriela Moreta

Los encargados del Laboratorio de la Escuela de Ciencias de la Escuela Politécnica de Chimborazo, entregaron la ficha de recepción de muestras las mismas que están representadas en las Tablas 35, 36 y 37, que corresponden a los cantones Ambato, Pelileo y Píllaro respectivamente, estas tablas dan a conocer las características de los elementos el momento de entrega, de recolección y transporte.

Tabla 35. Recepción de Muestras-Ambato en la ESPOCH

Datos Generales	Nombre de la Muestra	Bloque	Medidas
	Cantidad	4	
	Descripción	Bloque Común	
	Peso Promedio	3,1 kg	
Datos de Procedencia	Provincia	Tungurahua	
	Cantón	Ambato	
	Parroquia	Santa Rosa	
Recepción	Fecha	12/11/2019	
	Hora	11:35	
Medidas de Superficie	Perímetro	260 cm ²	
	Volumen	4320 cm ³	
Observaciones	Los 4 bloques pertenecen a un mismo lote.		

Fuente: María Gabriela Moreta

Tabla 36. Recepción de Muestras-Pelileo en la ESPOCH.

Datos Generales	Nombre de la Muestra	Bloque	Medidas
	Cantidad	5	
	Descripción	Bloque Común	
	Peso Promedio	4 kg	
Datos de Procedencia	Provincia	Tungurahua	
	Cantón	Pelileo	
	Parroquia	Salasaca	
Recepción	Fecha	12/11/2019	
	Hora	12:00	
Medidas de Superficie	Perímetro	271,6 cm ²	
	Volumen	4950,79 cm ³	
Observaciones	Los 5 bloques pertenecen a un mismo lote.		

Fuente: María Gabriela Moreta

Tabla 37. Recepción de Muestras-Píllaro en la ESPOCH.

Datos Generales	Nombre de la Muestra	Bloque	Medidas
	Cantidad	5	
	Descripción	Bloque Común	
	Peso Promedio	4 kg	
Datos de Procedencia	Provincia	Tungurahua	
	Cantón	Píllaro	
	Parroquia	Píllaro	
Recepción	Fecha	12/11/2019	
	Hora	12:10	
Medidas de Superficie	Perímetro	266,8 cm ²	
	Volumen	4914,09 cm ³	
Observaciones	Los 5 bloques pertenecen a un mismo lote.		

Fuente: María Gabriela Moreta

Se recalca la observación de la entrega ya que las muestras fueron extraídas de cada bloquera seleccionada y de un mismo lote de fabricación para que los resultados para evitar el arrastre de errores.

Tabla 38. Recepción de Muestras-Chasqui en la ESPOCH.

Nombre de la Muestra	Cantidad Recibida (Kg)	DATOS DE LA MINA			Proceso de extracción de Material	Altura en la que se tomó la muestra (m.s.n.m)	RECEPCIÓN		Humedad %
		Nombre de la Mina	Provincia Cantón	Sector			Fecha	Hora	
Chasqui (Saco Negro)	42.8	La Rinconada	Cotopaxi Latacunga	Mulaló	Pozo a cielo abierto	3120.3	12/11/2019	11h20	15.3
Chasqui # 4	0,909							11h25	24.3
Chasqui # 10	0,971							11h30	16.5
Chasqui # 40	0,886							11h33	14.2
Chasqui # 60	0,022							11h34	28.4
Chasqui # 100	0,037							11h36	29.4
Chasqui # 200	0,022							11h38	21.1
Chasqui Base	0,153							11h40	14.2

Fuente: María Gabriela Moreta

La Tabla 38 indica la información de entrega de las muestras de Chasqui, las cuales fueron tamizadas y además se entregó una muestra sin alteración.

3.3.1.1. Análisis de la concentración del Radón-222

En cuanto a los análisis realizados en la ESPOCH se registraron los datos en cuanto a las muestras entregadas de chasqui que fueron consideradas como agregado grueso de chasqui y agregado fino de chasqui.

Para iniciar se cuenta con la información de la cuba vacía perteneciente al laboratorio de la Escuela de Ciencias.

Tabla 39. Concentración de Radon-222 en Cuba Vacía.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
<i>ANÁLISIS DE LA EXHALACIÓN DE GAS RADÓN-222 EN MAMPUESTOS DE HORMIGÓN DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN</i>			
DESCRIPCIÓN: Concentración de Radón-222 en Cuba Vacía.			
Δt (hora)	Concentración (Bq/m3)	Error de Concentración ± (Bq/m3)	Temperatura (°C)
1	2,62063	4,24027	25,70
2	7,86189	4,77708	26,00
3	10,48251	5,24126	25,70
4	9,17220	5,01644	24,80
5	0,00000	4,24027	24,50
6	6,55157	4,51992	23,90
7	15,72377	6,03472	23,60
8	11,79283	5,65614	23,30
9	3,93094	3,93094	23,30
10	6,55157	4,51992	23,00
11	10,49184	5,45875	23,00
12	7,86538	5,24359	22,70
13	3,93094	3,93094	22,40
14	10,49651	5,85719	22,10
15	10,49184	5,85458	22,10
16	22,29516	7,02809	21,80
17	3,93269	4,77920	21,80

Fuente: María Gabriela Moreta

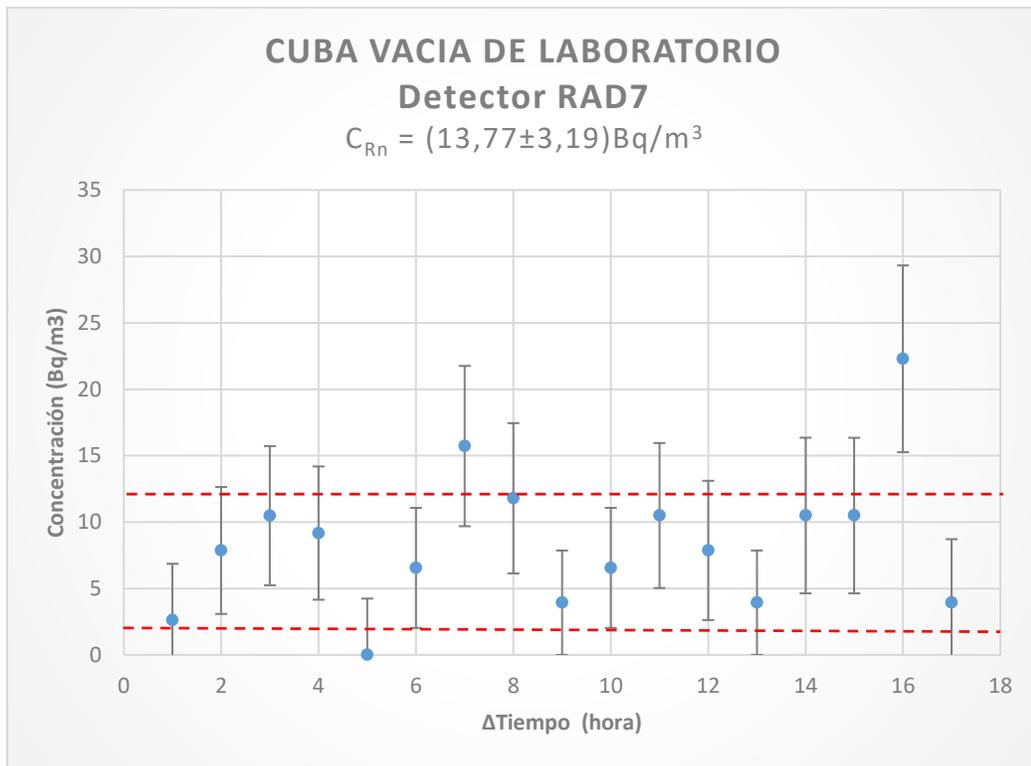


Figura 59. Concentración de Radón-222 en Cuba vacía según RAD7.

Fuente: María Gabriela Moreta

La Tabla 39 y la Figura 59 se muestra los resultados de la medición de concentración del Radón-222 mediante el Detector RAD7, los valores dados son de $13,77 \pm 3,19 \text{ Bq/m}^3$. Para obtener el coeficiente de exhalación másico E y la tasa de fuga λ_L , es importante obtener el dato de la cuba vacía para continuar con un análisis correcto.

- **Concentración de Rn-222 en Agregados Gruesos de Chasqui**

El chasqui se analiza de forma separada según el tamaño de sus partículas. Por lo tanto, dentro de este material podemos encontrar partículas consideradas gruesas ya que fueron retenidas en al tamiz #4. Es así que se obtuvieron los resultados siguientes:

Tabla 40. Concentración de gas Rn-222 en Agregado Grueso de Chasqui-Muestral

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
<i>ANÁLISIS DE LA EXHALACIÓN DE GAS RADÓN-222 EN MAMPUESTOS DE HORMIGÓN DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN</i>			
Método: Cámara Cerrada		Fecha: 30-31/Nov/2019	
Origen Muestra: Mina La Rinconada		Ensayado por: Laboratorio ESPOCH	
ΔTiempo (hora)	Concentración de Radón (Bq/m3)	Error de Concentración ± (Bq/m3)	Temperatura °C
1	19,50733	6,50244	24,8
2	13,00488	6,16647	24,8
3	35,14419	8,18925	25,1
4	33,84256	8,18925	25,1
5	26,03274	7,67833	25,1
6	24,7311	7,122735	25,4
7	20,82619	6,668425	25,7
8	15,61964	6,508185	25,4
9	18,22291	6,508185	25,7
10	27,33437	7,54407	25,4
11	20,82619	6,668425	25,4
12	26,03274	7,406855	25,4
13	26,03274	7,266485	25,4
14	28,63601	7,67833	25,4
15	24,7311	7,266485	25,4
16	26,03274	7,406855	25,1
17	16,92128	6,508185	25,1
18	15,61964	6,668425	25,1
19	29,93765	8,06514	25,1
20	31,23929	7,80982	25,1
21	24,7311	7,266485	24,8
22	20,82619	7,122735	24,8
23	27,33437	7,80982	24,8
24	22,12783	6,97534	24,8
25	27,33437	7,80982	24,8
26	24,7311	7,406855	25,1

Fuente: María Gabriela Moreta

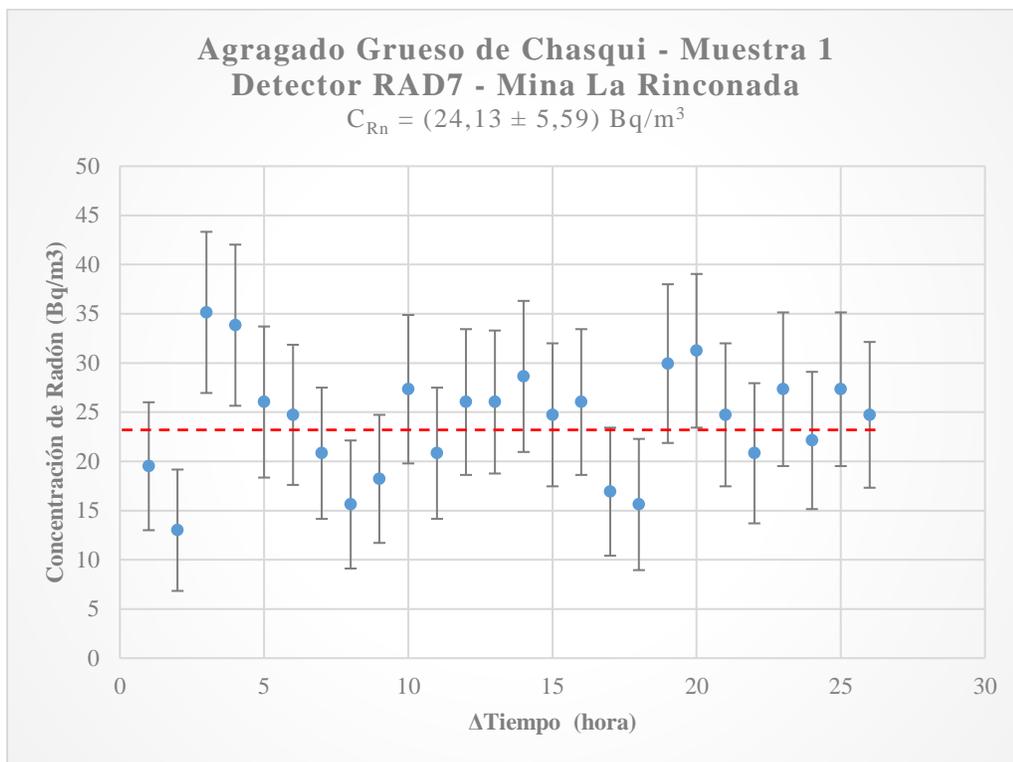


Figura 60. Concentración de Rn-222 en Agregado Grueso-Muestra1, según RAD7.

Fuente: María Gabriela Moreta

Los resultados que muestra la Tabla 40 y la Figura 60 dan a conocer que después de permanecer 24 horas en la cámara cerrada conjuntamente unida al detector RAD7, el agregado grueso de chasqui corresponde a las partículas de tamaño mayor a 4,76 μm , la concentración promedio de los intervalos de análisis es de $24,13 \pm 5,59 \text{ Bq/m}^3$.

Los bloques como se conoce de antemano son elaborados con una dosificación en la cual el elemento mayoritario es el chasqui, y este en su extracción directa de los lugares de acumulación natural como las faldas de volcanes que ha sufrido un proceso de erupción, por ello es necesario analizar minuciosamente las partículas de tamaño consideradas grandes en comparación con el resto de sus componentes.

Tabla 41. Concentración de gas Rn-222 en Agregado Grueso de Chasqui-Muestra2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
<i>ANÁLISIS DE LA EXHALACIÓN DE GAS RADÓN-222 EN MAMPUESTOS DE HORMIGÓN DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN</i>			
Método: Cámara Cerrada		Fecha: 24-25/Nov/2019	
Origen Muestra: Mina La Rinconada		Ensayado por: Laboratorio ESPOCH	
ΔTiempo (hora)	Concentración de Radón (Bq/m3)	Error de Concentración ± (Bq/m3)	Temperatura °C
1	2,619465	3,578255	24,5
2	19,65471	6,55157	24,2
3	18,3444	6,38514	24,2
4	24,89597	7,31493	24,2
5	10,48251	5,241255	24,2
6	14,41346	5,849375	24,2
7	24,89597	7,17022	23,9
8	28,82692	7,59436	23,9
9	11,79283	6,03472	23,6
10	20,97435	6,715865	23,6
11	26,2296	7,736395	23,6
12	32,787	7,998745	23,6
13	35,40996	8,25118	23,3
14	31,47553	7,998745	23,3
15	28,85257	7,60112	23,3
16	28,83973	7,59774	23,3
17	38,03292	8,613495	23,3
18	32,787	7,998745	23,3
19	26,2296	7,321435	23,6
20	18,35256	6,715865	23,6
21	19,6722	6,5574	23,6
22	14,41987	6,037405	23,9
23	19,66345	6,87256	24,5
24	20,97435	6,715865	24,2
25	27,54108	7,462865	23,9

Fuente: María Gabriela Moreta

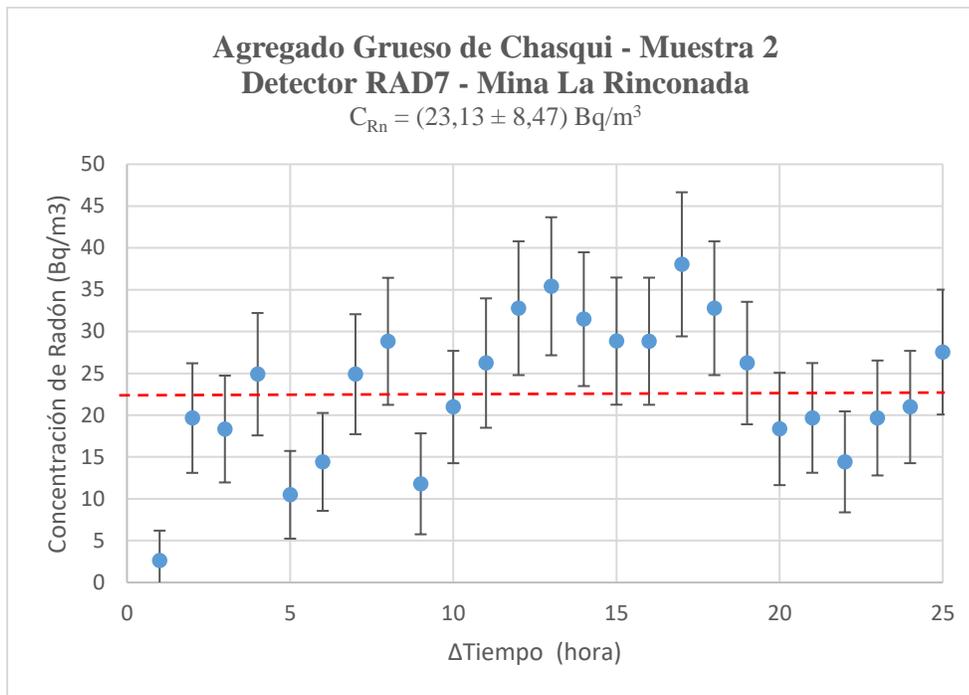


Figura 61. Concentración de Rn-222 en Agregado Grueso-Muestra2, según RAD7.

Fuente: María Gabriela Moreta

El análisis de la presencia del gas Rn-222 en la muestra considerada como agregado grueso de chasqui ya que el tamaño de sus partículas es mayor que 2,0 mm y menores de 4,76 mm muestran que la concentración es de 23,13 Bq/m³ con un margen de $\pm 8,47 \text{ Bq/m}^3$, estos resultados se representan en la Tabla 41 y en la Figura 61.

Cuando se extrae el chasqui desde la mina no solamente encontramos piedra pómez como su único componente ya que el material expulsado en las erupciones volcánicas contiene partículas de diferentes tamaños, para realizar un análisis con precisión y obtener los datos reales, se analizó las muestras en sus diferentes tamaños, estos componentes hacen que el material logre desempeñar de mejor manera, pero no garantiza que las propiedades mecánicas de los bloques se cumplan a cabalidad.

Tabla 42. Concentración de gas Rn-222 en Agregado Fino de Chasqui – Muestra1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
<i>ANÁLISIS DE LA EXHALACIÓN DE GAS RADÓN-222 EN MAMPUESTOS DE HORMIGÓN DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN</i>			
Método: Cámara Cerrada		Fecha: 28-29/Nov/2019	
Origen Muestra: Mina La Rinconada		Ensayado por: Laboratorio ESPOCH	
ΔTiempo (hora)	Concentración de Radón (Bq/m3)	Error de Concentración ± (Bq/m3)	Temperatura °C
1	31,47553	7,86888	23,9
2	20,97435	6,715865	24,2
3	14,41987	6,037405	24,2
4	20,97435	7,173405	24,2
5	35,39422	8,24751	24,5
6	22,28525	7,024965	24,8
7	17,04166	6,215825	25,4
8	17,03409	6,71288	25,7
9	13,10314	6,55157	25,7
10	14,41987	6,215825	25,4
11	17,03409	6,71288	25,4
12	13,10897	6,037405	25,4
13	13,10314	6,21306	25,4
14	13,10314	5,656135	25,1
15	13,10314	6,03472	25,4
16	17,03409	6,38514	25,4
17	13,10314	6,03472	25,1
18	24,89597	7,31493	25,4
19	19,65471	6,869505	25,1
20	17,03409	7,02184	24,8
21	27,5166	7,456235	25,1
22	20,97435	7,024965	24,8
23	45,88139	9,17628	24,8
24	20,97435	6,87256	24,8
25	28,83973	7,995185	25,1
26	26,21794	7,45955	24,8
27	13,10897	6,037405	24,8
28	9,172199	5,656135	25,1
29	18,35256	6,554485	25,1
30	24,90704	7,59774	25,4
31	7,834031	5,43457	25,7
32	16,90635	6,817995	26
33	22,1083	6,817995	26
34	24,70928	7,11645	25,7

Fuente: María Gabriela Moreta

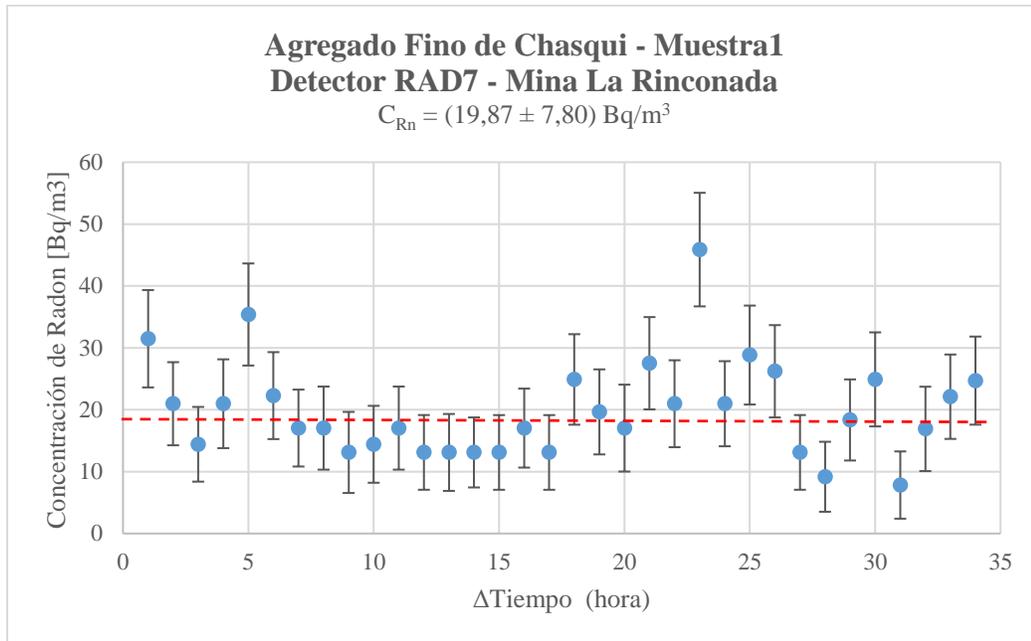


Figura 62. Concentración de Rn-222 en Agregado Fino-Muestra 1, según RAD7.

Fuente: María Gabriela Moreta

El agregado fino o polvo gris del chasqui se refiere a las partículas más fina de este material, es decir las que pasaron el tamiz # 200 con tamaño menor a 0,074mm, la concentración de gas Rn-222 que presenta este agregado es de 19,87 Bq/m³ con un margen de $\pm 7,80 \text{ Bq/m}^3$, según el análisis realizado por el equipo RAD7 con el método de cámara cerrada, los datos obtenidos están representados en la Tabla 42 y en la Figura 61.

Tabla 43. Concentración de gas Rn-222 en Bloques de hormigón.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
ANÁLISIS DE LA EXHALACIÓN DE GAS RADÓN-222 EN MAMPUESTOS DE HORMIGÓN DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN			
Método: Cámara Cerrada		Fecha: 28-29/Nov/2019	
Origen Muestra: Mina La Rinconada		Ensayado por: Laboratorio ESPOCH	
ΔTiempo (hora)	Concentración de Radón (Bq/m3)	Error de Concentración ± (Bq/m3)	Temperatura °C
1	31,47553	7,86888	23,9
2	20,97435	6,715865	24,2
3	14,41987	6,037405	24,2
4	20,97435	7,173405	24,2
5	35,39422	8,24751	24,5
6	22,28525	7,024965	24,8
7	17,04166	6,215825	25,4
8	17,03409	6,71288	25,7
9	13,10314	6,55157	25,7
10	14,41987	6,215825	25,4
11	17,03409	6,71288	25,4
12	13,10897	6,037405	25,4
13	13,10314	6,21306	25,4
14	13,10314	5,656135	25,1
15	13,10314	6,03472	25,4
16	17,03409	6,38514	25,4
17	13,10314	6,03472	25,1
18	24,89597	7,31493	25,4
19	19,65471	6,869505	25,1
20	17,03409	7,02184	24,8
21	27,5166	7,456235	25,1
22	20,97435	7,024965	24,8
23	45,88139	9,17628	24,8
24	20,97435	6,87256	24,8
25	28,83973	7,995185	25,1
26	26,21794	7,45955	24,8
27	13,10897	6,037405	24,8
28	9,172199	5,656135	25,1
29	18,35256	6,554485	25,1
30	24,90704	7,59774	25,4
31	7,834031	5,43457	25,7
32	16,90635	6,817995	26
33	22,1083	6,817995	26
34	24,70928	7,11645	25,7

Fuente: María Gabriela Moreta

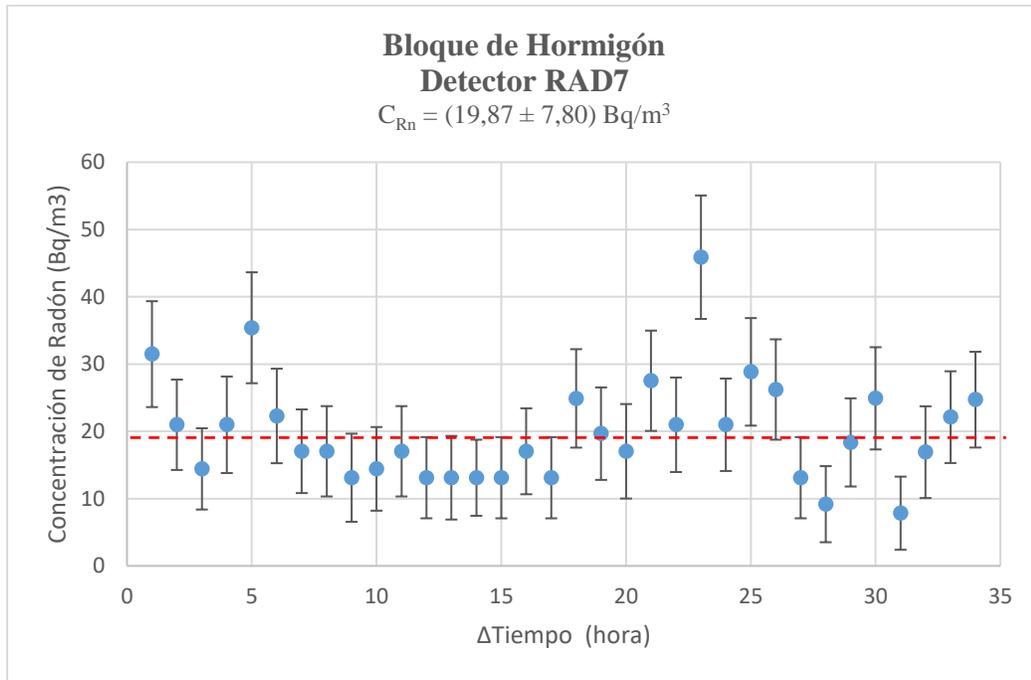


Figura 63. Concentración de Rn-222 en bloques de hormigón.

Fuente: María Gabriela Moreta

La Tabla 43 da a conocer los valores registrados en el equipo RAD7 y cámara cerrada, los mismos que están representados en la Figura 40, los bloques de hormigón presentan 19,87 Bq/m³ con un error de concentración de Radón-222 de $\pm 7,80 \text{ Bq/m}^3$.

Reporte de valores de la Tasa de Exhalación de ²²²Rn.

Para determinar los valores de la Tasa de Exhalación de ²²²Rn a quien lo asignamos como “E”, se utilizó el método denominado “Closed Chamber” en interfaz con el detector de ²²²-Radón, RAD7 de la compañía Dubrridge, “E” se define como la cantidad de radón que escapa de la muestra de material de construcción en unidad de tiempo, “E” se expresa en Becquerels por hora (Bq*kg*h⁻¹). Si “A” y “m” corresponden a la superficie de exposición y masa del material estudiado, “E” puede ser expresado como la Tasa de Exhalación Superficial (Bq*m⁻²*h⁻¹) y la tasa de exhalación masiva (Bq*kg*h⁻¹) respectivamente.

Ya que las muestras de mampuestos en este caso los bloques de hormigón analizadas tienen una geometría bien definida, el resultado se presenta como Tasa de Exhalación Superficial ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$).

Tabla 44. Tasa de Exhalación Superficial de Rn222.

Muestra (Bloques)	Masa	Área de exhalación	Tasa Exhalación Superficial	Incertidumbre Exhalación	Error Relativo
	kg	m ²	Bq/m ² h	Bq/m ² h	
A1	3.900	0.20	0.235	0.065	0.28
A2	3.933	0.21	0.124	0.042	0.36
A3	3.967	0.20	0.235	0.048	0.21
A4	3.900	0.20	0.234	0.051	0.22
Pe1	4.067	0.19	0.301	0.047	0.13
Pe2	4.000	0.20	0.098	0.022	0.23
Pe3	4.000	0.20	BLD	----	----
Pi1	4.000	0.18	BLD	----	----
Pi2	3.800	0.19	7.250	1.487	0.21
Pi3	4.100	0.20	0.870	0.349	0.40

*BLD = Bajo el Límite de Detección.

Fuente: María Gabriela Moreta

Los valores expresados en la Tabla 44 en comparación a lo que indica la UNSCEAR 2006, son muy bajos y no representan un índice de peligrosidad en la salud por cada unidad de muestra.

Pero al considerar que en las construcciones contamos con un número alto de mampuestos ya sean en las construcciones de paredes exteriores o divisorios de espacios interiores hasta en Alivianamientos en losas y en varios usos que el constructor puede diseñar.

Una muestra de ello podemos observar en la construcción de viviendas de tipo Unifamiliar o Bifamiliar, las cuales en la actualidad son las más requeridas por su accesibilidad en el costo y su rapidez de construcción, para dar un ejemplo de estas edificaciones indicaremos los diseños de una vivienda Tipo, la cual por sus características es considerada como una decisión acertada en varios ámbitos y preocupante en otros.

Consideraciones Generales

- Vivienda multifamiliar
- Estructuras con losas nervadas en dos direcciones.

Normas de Diseño

- American Concrete Institute (ACI 318-14)
- Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015)

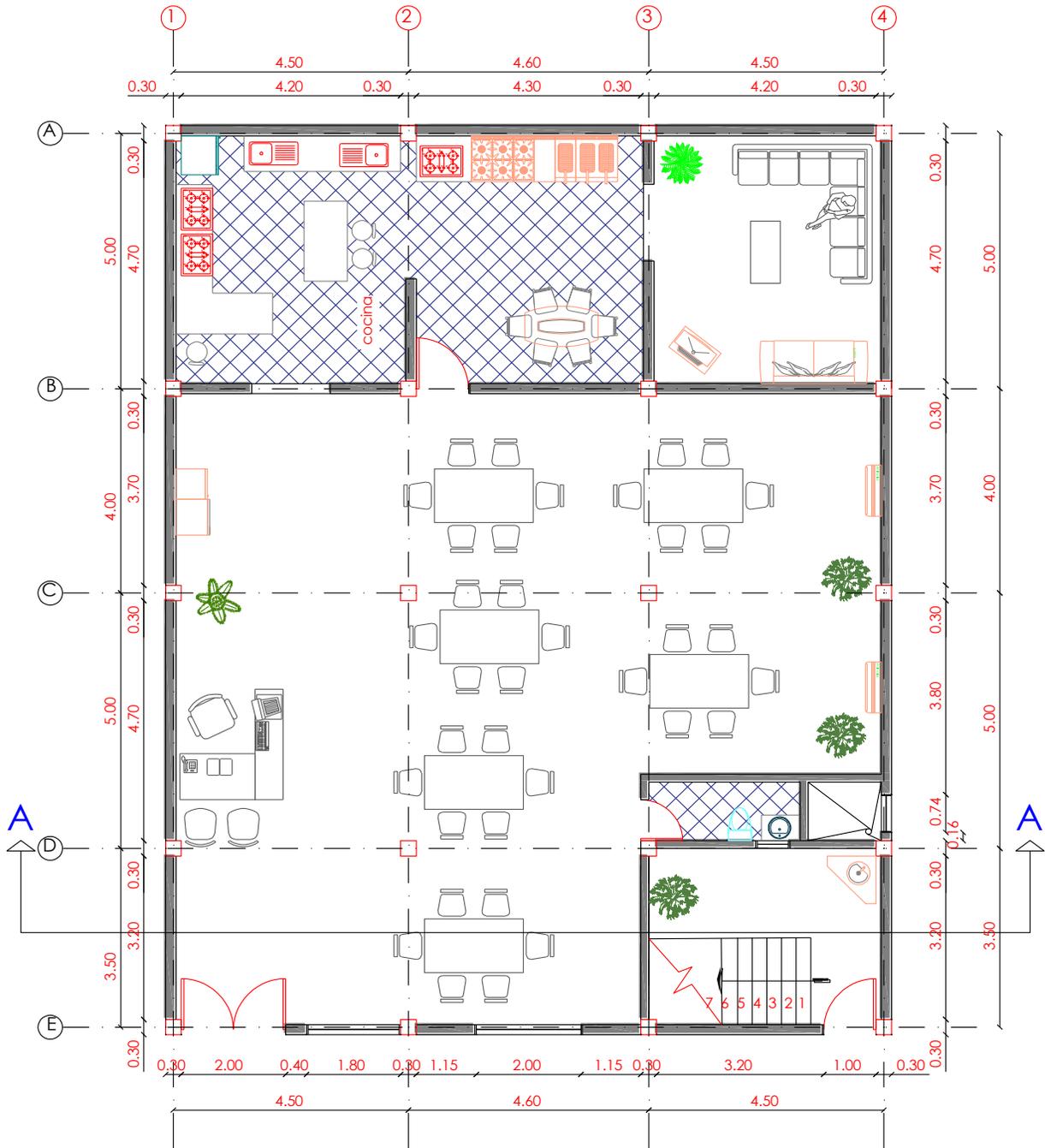
Datos generales para el Diseño

Tabla 45. Datos Generales de Diseño para Vivienda Multifamiliar.

ÍTEMS:	OBSERVACIONES:
MATERIALES:	
$F'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$	
$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$	
PESOS ESPECÍFICOS:	
$\gamma_{H^{\circ}A^{\circ}} = 2400 \text{ Kg/m}^3$	NEC-SE-CG-2015. SECCIÓN 4.2.1.
$\gamma_{Macilla} = 1900 \text{ Kg/m}^3$	
$\gamma_{Bloque} = 1600 \text{ Kg/m}^3$	
$\gamma_{Madera} = 1600 \text{ Kg/m}^3$	
$\gamma_{Vidrio} = 2500 \text{ Kg/m}^3$	
SOBRECARGAS:	
$CV = 200 \text{ Kg/cm}^2$	Para losa de entrepiso.
$CV = 100 \text{ Kg/cm}^2$	Para losa de terraza accesible.
$CV = 70 \text{ Kg/cm}^2$	Para losa de tapagradadas.
$q_{adm} = 20 \text{ Ton/m}^2$	Capacidad portante del suelo.

Fuente: María Gabriela Moreta

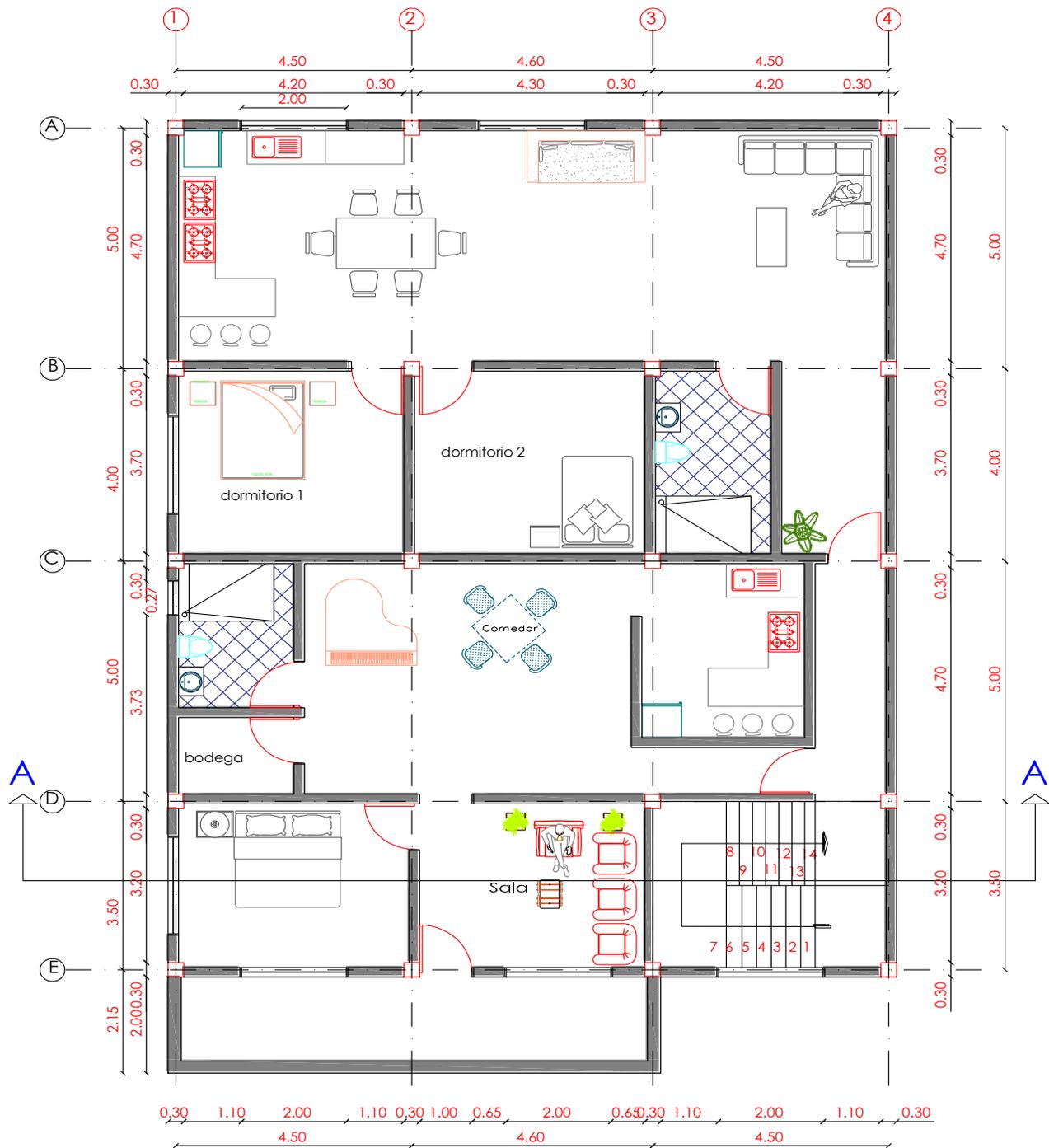
Distribución y Diseño Arquitectónico



PLANTA BAJA Nv +0.00 Esc: 1:100

Figura 64. Diseño Vivienda Multifamiliar-Planta Baja

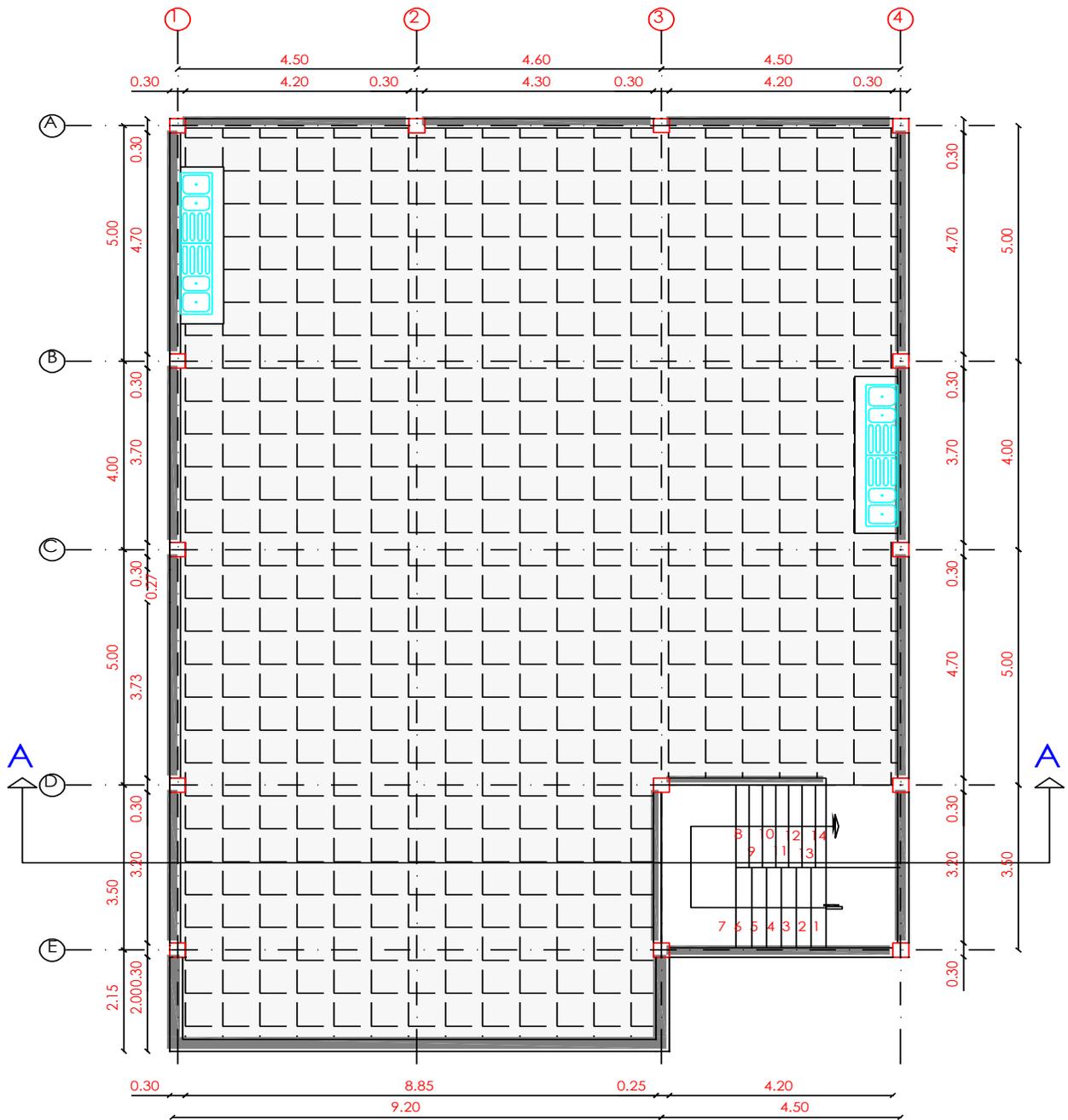
Fuente: María Gabriela Moreta



PLANTA ALTA Nv +2.70

Figura 65. Diseño Vivienda Multifamiliar-Planta Alta

Fuente: María Gabriela Moreta

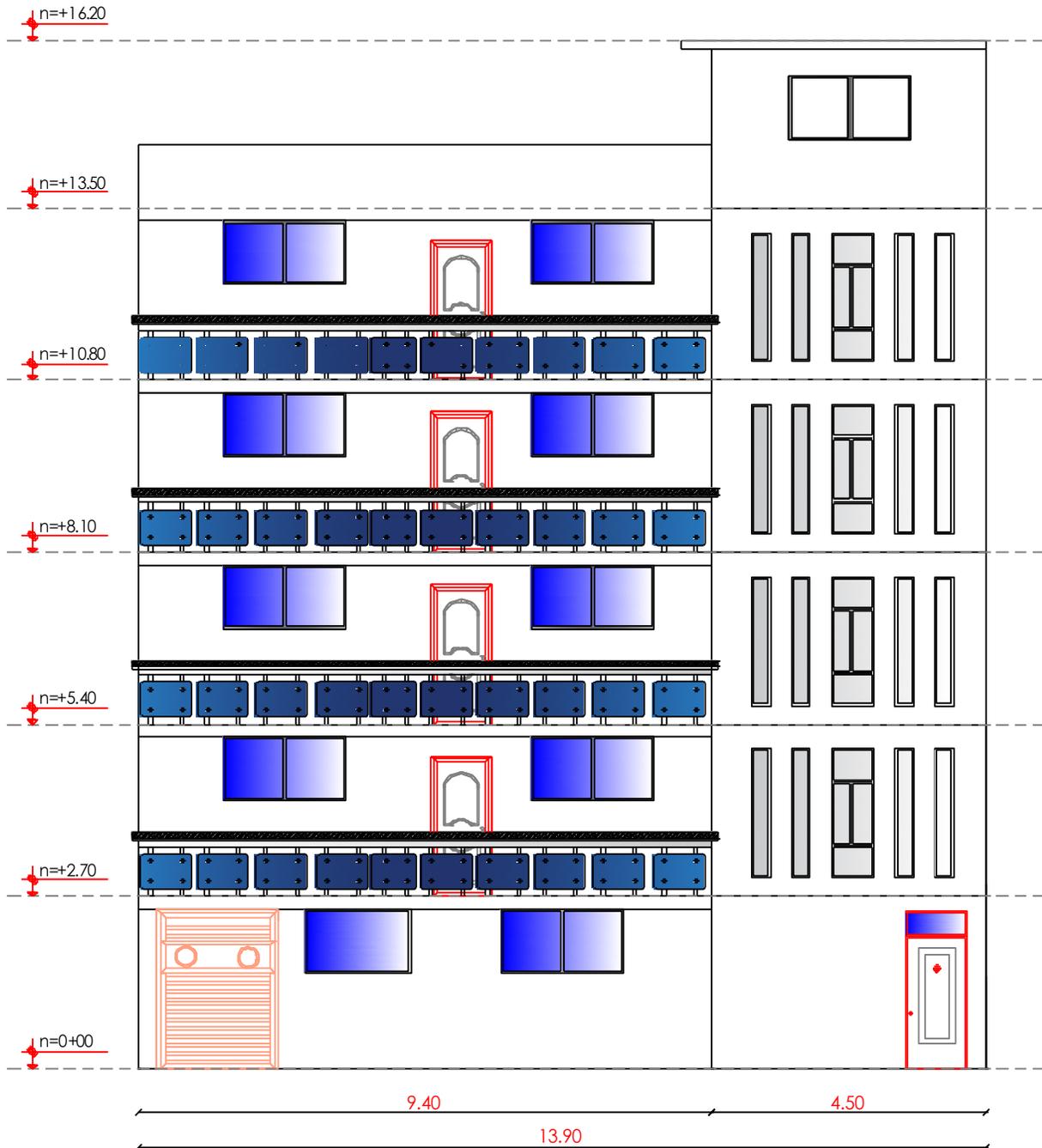


TERRAZA Nv +16.00

Esc: 1:100

Figura 66. Diseño Vivienda Multifamiliar-Terraza

Fuente: María Gabriela Moreta.

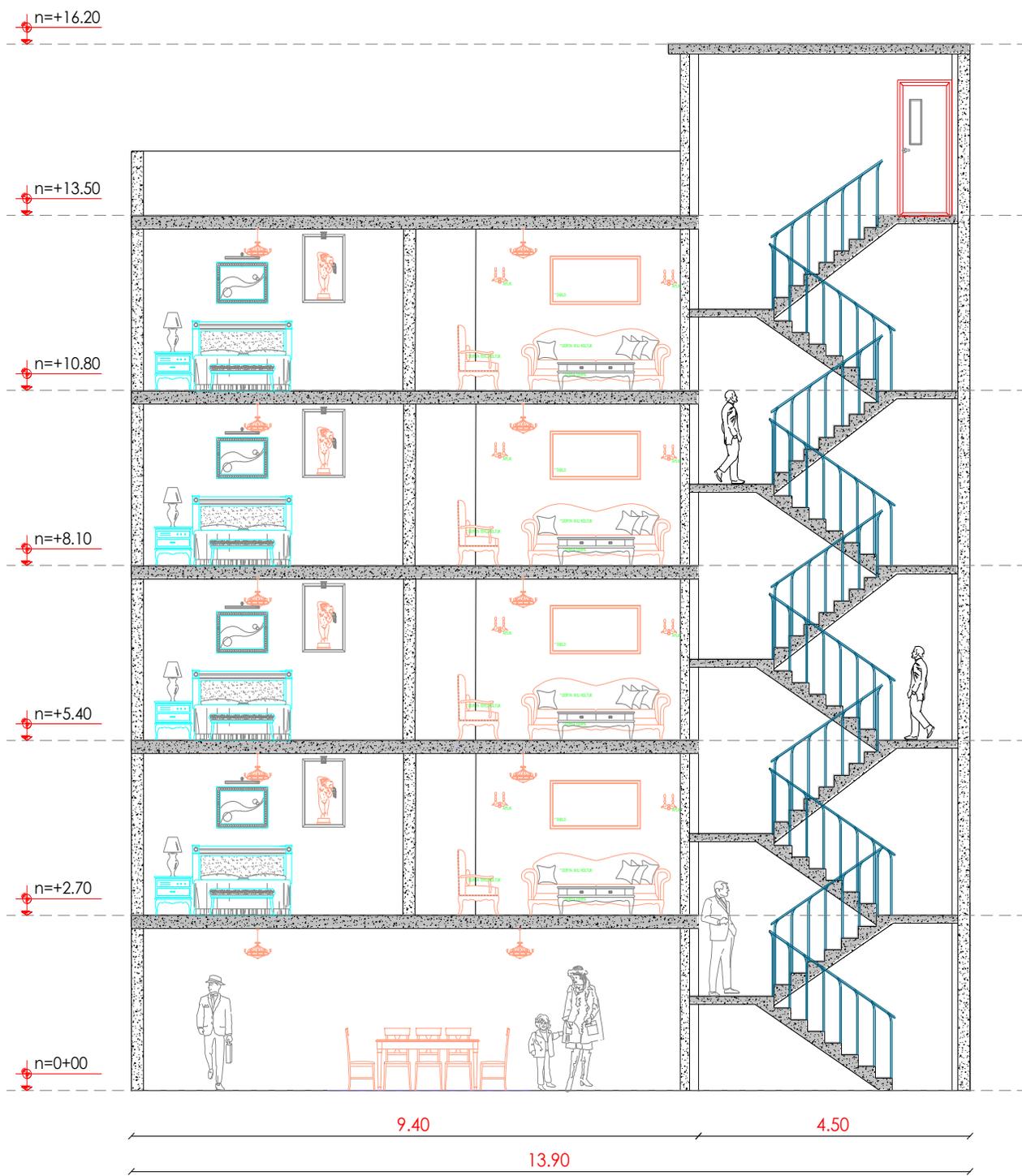


FACHADA FRONTAL

esc: 1:100

Figura 67. Diseño Vivienda Multifamiliar-Fachada Frontal.

Fuente: María Gabriela Moreta



VISTA DEL CORTE A-A

Figura 68. Diseño Vivienda Multifamiliar-CorteA-A

La evidencia presentada da a reconocer las el tipo de construcciones que estamos acostumbrados a construir en nuestro país, para garantizar una vivienda que cumpla los requerimientos de la familia, es por ello que aunque las construcciones no cuente con un suficiente espacio verde, de esparcimiento y lugares ventilados , constituye un ambiente de comodidad, acogida y bienestar, a lo cual esta investigación recomienda ampliar espacios libres para contrarrestar posibles inconvenientes que lleguen a dañar la salud de los ocupantes de las edificaciones.

Los mampuestos los encontramos en casi todas las construcciones por ello es necesario contribuir con un toque adicional sobre el tema de la radioactividad de los materiales de construcción y su afección tanto en la salud de sus habitantes y las recomendaciones de diseño para futuros proyectos y para salvaguardar el bienestar de las personas.

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Aportes de los objetivos

El determinar las cargas que pueden resistir los bloques de fabricación artesanal que son los más usados en nuestro medio, permite establecer criterios de responsabilidad personal que se basan a las referencias normativas que están vigentes en el país.

- En la provincia de Tungurahua se han incrementado las fábricas de bloques, muchas de las cuales no están registradas en la Dirección de Gestión y Calidad, lo cual indica que no cuentan con los requerimientos y permisos necesarios de funcionamiento, es por ello que se realizó una inspección visual de los distintos sectores de la provincia para constatar lo informado en este documento y se logró constatar la existencia de 92 fábricas destinadas a la elaboración de bloques de hormigón las cuales se encuentran distribuidas por cantones: Ambato con 61, Baños 3, Pelileo 12, Píllaro 8 y Tisaleo con 8 bloqueras, cabe informar que en los cantones Cevallos, Mocha, Quero y Patate no se registra actividad en este ámbito.
- Los bloques de hormigón elaborados en las bloqueras de la ciudad de Ambato, son realizados de manera artesanal, con maquinaria semiindustrial que facilita la elaboración de estos mampuestos, los materiales utilizados para elaborar estos bloques tienen similitud, es decir, el chasqui que es la materia prima principal tiene la misma procedencia, es extraída de las minas de piedra pómez (como es conocido también el chasqui o cascajo), que se encuentran en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, en el Cerro Chasqui; el cemento recomendado y el que utilizan las fábricas es el Tipo E (Industrial), el cual cumple con los requerimientos normativos; en cuanto a el agua utilizada, un 50% de estas entidades trabajan con agua potable que es suministrada por la Empresa

Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (EMAPA), el otro 50% reutiliza el agua, ya sea por la recolección de aguas lluvias o a su vez el agua de regadío agrícola que por coincidencia se encuentran transitando en acequias cercanas.

- La normativa de construcción en el Ecuador no se la cumple con rigor, una muestra de ello es la resistencia obtenida en las muestras en los diferentes cantones es: en Ambato de $8,04 \text{ Kg/cm}^2$, Pelileo de $29,72 \text{ Kg/cm}^2$, Píllaro de $19,30 \text{ Kg/cm}^2$, y la resistencia mínima requerida por INEN es de 40 Kg/cm^2 .
- Los valores expulsados del análisis de exhalación de radón-222 varía de entre $0,098 \text{ Bq/m}^2\cdot\text{h}$ hasta $7,250 \text{ Bq/m}^2\cdot\text{h}$, los cuales no representan un índice preocupante de exhalación de este gas en los interiores de las edificaciones, por unidad se muestran inofensivos pero al ser calculados en número real de construcción si representan un riesgo menor en la salud de las personas que habitan ciertas edificaciones que no cuentan con una ventilación adecuada para que el gas pueda esparcirse libremente, y no cause daño alguno.

4.2. Limitaciones del estudio

Para la realización de este estudio se encontró varias limitaciones tales como:

- La extensa área de estudio, la cantidad de fábricas de bloques y el distanciamiento entre las fábricas provocó que la muestra no sea grande en cantidad, pero muy representativa en cuanto a las características de este estudio.
- Al no contar con los equipos necesarios para medir la exhalación del gas radón-222 en los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato se tuvo que buscar apoyo en el Laboratorio de Ciencia de la Escuela Politécnica de Chimborazo, donde pese a la colaboración mutua no se logró realizar los análisis en el tiempo acordado y se reprogramó las actividades para obtener los resultados requeridos.

4.3. Recomendaciones para futuros estudios

Las construcciones se han visto criticadas en la actualidad ya que por los sucesos ocurridos en esta época nos dan una nueva visión de construcción, ya que los ambientes a los que estamos acostumbrados diseñar se han puesto en tela de duda en cuanto a la funcionalidad y la seguridad que esperan tener los habitantes de las estructuras.

Con el incremento poblacional que el mundo va sufriendo se ha visto la necesidad de construir rápido, económico y en menores áreas que en la antigüedad se realizaba, por ello los conjuntos habitacionales han tomado fuerza en los últimos años, hemos presenciado la desaparición de extensas áreas verdes para satisfacer la demanda de viviendas y por ende la aparición de extensas urbanizaciones que tienen aspecto similar (como es usual) y características entre las consideraciones que debemos tomar para colaborar con el buen desarrollo de la vida tenemos:

- Ambientes ventilados: cuando diseñamos estructuras tratamos de ocupar toda el área posible, evitando espacios como ventanas o cualquier ducto de ventilación, esto es una dificultad a la hora de preservar la salud de las personas, en el caso de esta investigación para que el gas Rn222 no se concentre en los espacios habitables se debe contar con una buena ventilación ya que el promedio de vida del gas en el aire es de 3.8 días y los espacios cerrados es incrementan los efectos nocivos en la salud. Podemos observar varios casos en la figura siguiente:



Figura 69. Conjunto habitacional poco ventilado.

Fuente: Imagen web

- Áreas Verdes o de Esparcimiento: por el ello de construir viviendas en espacios pequeños o por no desperdiciar área de construcción, hemos puesto en segundo plano los espacios de ocio y de espera antes del ingreso a las estructuras; a sabiendas que para un mejor desempeño laboral, estudiantil y familiar es necesario momentos de relajación, además hoy se recomienda mayores áreas libres para evitar posibles contagios de enfermedades ambientales. Las figuras siguientes son recomendaciones de diseño para futuras construcciones en pro la salud y bienestar en los habitantes de las mismas.

Las recomendaciones para con los encargados de elaborar los diferentes elementos constructivos serian:

- Los fabricantes de bloques deben cumplir las normas de elaboración de los mampuestos, pero para que esto sea una realidad las autoridades competentes deben regularizar con más frecuencias los sitios de elaboración de estos productos. Ya que los materiales como el agua usada no es la recomendable (agua potable) para la elaboración de elementos para la construcción esto ocurren en la mayor parte de bloqueras.
- La seguridad y el confort son los detalles que los constructores deben enfatizar en las edificaciones, cuidar de la salud es un plus adicional que deben brindar el constructor, mediante el análisis físico, químico y estructural de los elementos constructivos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. A. Valdés, “Propiedades Físicas y Mecánicas de Bloques de Hormigón Compuestos con Áridos Reciclados,” *Inf. Tecnológica*, vol. 18, no. 3, pp. 81–88, 2007.
- [2] J. Baro, A. Fernandez, J. A. Cusido, and A. Isalgue, “Radioactividad natural en materiales de construcción,” *Mater. Construcción*, vol. 35, pp. 31–35, 1985.
- [3] C. Javier and C. Coralia, “Medición de la concentración de ^{222}Rn en residencias y lugares de trabajo en la ciudad de Riobamba,” 2016, no. October, pp. 1–14.
- [4] C. Gabriel, “Detección de las concentraciones de radio-226 y exhalación de radón-222 en algunos materiales de construcción de la ciudad de Cuenca, Ecuador,” 2016.
- [5] F. Pacheco-Torgal and S. Jalali, “Toxicity of building materials : a key issue in sustainable construction,” *Int. J. Sustain. Eng.*, vol. 1, pp. 1–7, 2011, doi: 10.1080/19397038.2011.569583.
- [6] B. Piedecausa, S. Chinchón, M. Morales, and M. Sanjuán, “Radiactividad natural de los materiales de construcción. Aplicación al hormigón. Parte II. Radiación interna: el gas radón.,” *Cemento-Hormigón*, vol. 946, no. December, pp. 34–50, 2011.
- [7] G. Gabriel and R. Carolina, *Para entender la Radiaciones*. 2011.
- [8] F. García, “Morteros de reparación cuyo componente dásico es el cemento Portland,” *Inf. la Construcción*, vol. 41, pp. 45–55, 1989.
- [9] B. Piedecausa García, S. Chinchón Payá, M. Á. Morales Recio, and M. Á. Sanjuán Barbudo, “Radiactividad natural de los materiales de construcción. Aplicación al hormigón. Parte I. Radiación externa: índice de riesgo radiactivo,” *Cemento-Hormigón*, vol. 82, no. 946, pp. 40–65, 2011.
- [10] B. Frutos, M. Olaya, and C. Alonso, “Singularidades en el diseño de soluciones de protección frente a gas radón .,” *An. Edif.*, vol. 4, no. 2, pp. 32–39, 2018, doi: 10.20868/ade.2018.3776.
- [11] F. S. Hajo Zeeb, *Who Handbook on Indoor Radon*, vol. 67, no. 1. 2010.
- [12] L. S. Quindós, P. Fernández, M. L. Bordonoba, J. Gómez, C. Sainz Fernández, and K. Arteche García, “Medida de la Exhalación de Radón en el Suelo,” *Ciencias Nucleares*, vol. 32. 2002.
- [13] B. Maria, *NTP 440: Radón en ambientes interiores*. 1995, pp. 1–7.
- [14] C. Silvia, “CONSTRUCCIÓN DE MAMPOSTERÍA DE BLOQUE DE PÓMEZ, MEDIANTE LA PREFABRICACIÓN DE MACRO ELEMENTOS MODULARES,” 2015.
- [15] G. M. de Ambato, “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - Ambato,” 2015. [Online]. Available: www.mancomunidadbosqueseco.gob.ec.
- [16] C. Robalino, L. Peñaherrera, D. Tito, and M. López, “Estudio de las propiedades mecánicas de mampostería de bloques en hormigón en edificaciones del valle de los Chilllos que iniciaron su construcción durante el año 2014.,” *Rev. Cienc.*, vol. 17, pp. 147–157, 2015.
- [17] Jacobi, “The History of the Radon Problem,” 1993, doi: 10.1080/09553009414551371.
- [18] A. Abbasi, “Levels of Radon and Granite Building Materials,” *INTECH*, vol. 4, pp. 47–58, 2018.
- [19] M. Fuente Lastra, “Estudio de diferentes técnicas para la medida de exhalación de radón en suelos,” 2016.
- [20] C. E. Andersen, “Radon-222 Exhalation from Danish Building Materials : H + H Industri A / S Results,” *Ris0-R-1135(EN)*, vol. 1135, no. August, pp. 1–39, 1999.
- [21] G. G. DeSchutter and K. Lesage, “Active control of properties of concrete: a (p)review,” *Mater. Struct. Constr.*, vol. 51, no. 5, 2018, doi: 10.1617/s11527-018-1256-2.
- [22] INEN, *INEN 638: Bloques huecos de hormigón. Definiciones y clasificación y condiciones generales*. 1993, pp. 1–6.
- [23] INEN, *INEN 3066: Bloques de Hormigón. Requisitos y Métodos de ensayo*. 2016, pp. 1–27.
- [24] INEN, *INEN 643: Huecos de Hormigón. Requisitos*. 2014, pp. 1–6.
- [25] T. Montserrat and O. Miguel, “Panorama Minero 2017,” 2018. doi: 10.1192/bjp.111.479.1009-a.
- [26] A. Aguilar, “Determinación de los niveles de Radón-222 presentes en la mina subterránea ‘El Señor de Roma’ en el cantón Zaruma-El Oro, Ecuador,” 2018.
- [27] T. Tene, “Environmental Radon Measurements using a closed chamber for building materials and water and a feasible program for Ecuador,” 2017.
- [28] N. Chicaiza, “ANÁLISIS DE LA PRESENCIA DE GAS RADIATIVO RADÓN EN AGREGADOS PÉTREOS DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN

- LA CONSTRUCCIÓN,” 2020.
- [29] Shimadzu.Com, “SHIMADZU (Shimadzu Corporation),” *Máquina de prueba de compresión de hormigón completamente automática.* .
- [30] Durrige, “Electronic Radon Detector,” p. 95, 2018, [Online]. Available: [https://www.durrige.com/documentation/RAD7 Manual.pdf](https://www.durrige.com/documentation/RAD7%20Manual.pdf).
- [31] “DIAGN_PODT_GADM_Ambato.pdf.” .
- [32] D. Del, “Cantón Baños De Agua Santa,” 2014.
- [33] G. del C. Cevallos, *Plan de desarrollo y comunicación*, no. 35. 2011, pp. 86–91.
- [34] Alcaldía Santiago de Pillaro, “Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial Del Cantón Santiago De Pillaro,” p. 403, 2015, [Online]. Available: [http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/sigadplusdiagnostico/1860000720001_PDyOT Pillaro 2014-2015_16-03-2015_22-55-27.pdf](http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/sigadplusdiagnostico/1860000720001_PDyOT%20Pillaro%202014-2015_16-03-2015_22-55-27.pdf).
- [35] Gobierno Autonomo y Descentralizado Cantón Quero, “Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Santiago de Quero - Provincia de Tungurahua,” p. 327, 2015, [Online]. Available: [http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/documentoFinal/1060000500001_DOCUMENTO FINAL PDOT OTAVALO_15-03-2015_19-55-15.pdf](http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/documentoFinal/1060000500001_DOCUMENTO_FINAL_PDOT_OTAVALO_15-03-2015_19-55-15.pdf).
- [36] G. Tisaleo, “Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Cantón Tisaleo,” 2011.
- [37] A. Andrea, “Ambato – Ecuador 2017,” 2017.
- [38] C. Guapizaca, “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE DETECCIÓN DEL GAS 222Rn EN AGUA PROVENIENTE DE LAS VERTIENTES NATURALES DEL VOLCÁN CARIHUAIRAZO,” 2018.

ANEXOS

- Materia Prima para la Elaboración de Bloques



Almacenamiento de ripio y polvo gris.



Almacenamiento de chasqui.

- Proceso de elaboración de Bloques



Mezcla de materia prima.



Moldes de bloques.



Desmolde de bloques.



Secado de bloques.

- Análisis de Compresión de Bloques



Identificación de muestras.



Prueba de compresión en la maquina universal.



Muestras ensayadas.

- Análisis de Materia Prima



Peso de muestras primas.



Secado de muestras.

- Analisis de Exhalación de Radón – 222 de la Materia Prima



Entrega de materiales para el análisis.



RAD 7.



Riobamba, 05 de Junio 2020

Señorita:
Gabriela Moreta

Por medio de la presente se reporta los valores de la TASA DE EXHALACIÓN DE ^{222}Rn (E) en MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN de muestras entregadas al Laboratorio de Técnicas Nucleares de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y analizadas por el grupo de trabajo del 156 – Proyecto 2017 Física: Concentración de Radón en agua, aire y materiales de construcción en la zona 3 del Ecuador.

El método utilizado para la determinación de E, fue el denominado "Closed Chamber" en interfaz con el detector de 222-Radón, RAD7 de la compañía Duderidge. E se define como la cantidad de radón que escapa de la muestra de material de construcción en unidad de tiempo. E se expresa en Becquerels por hora (Bq h^{-1}). Si A y m corresponden a la superficie de exposición y masa del material estudiado, E puede ser expresado como tasa de exhalación superficial ($\text{Bq m}^{-2} \text{h}^{-1}$) y tasa de exhalación másica ($\text{Bq kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) respectivamente.

Ya que las muestras analizadas tienen una geometría bien definida, el resultado se presenta como como tasa de exhalación superficial ($\text{Bq m}^{-2} \text{h}^{-1}$). Las muestras fueron en orden cronológico, según su entrega en el Laboratorio. Los Resultados se detallan en la tabla 1.

Tabla 1: Resultados Tasa de exhalación superficial de las muestras de bloque de concreto.

Muestra	Masa	Área de exhalación	Tasa Exhalación superficial	Incertidumbre Exhalación	Error Relativo	
	kg	m^2	$\text{Bq/m}^2 \text{h}$	$\text{Bq/m}^2 \text{h}$		
Bloques de Concreto	1	3,900	0,20	0,235	0,065	0,28
	2	3,933	0,21	0,124	0,042	0,36
	3	3,967	0,20	0,235	0,048	0,21
	4	3,900	0,20	0,234	0,051	0,22
	5	4,067	0,19	0,301	0,047	0,13
	6	4,000	0,20	0,098	0,022	0,23
	7	4,000	0,20	BLD	----	----
	8	4,000	0,18	BLD	----	----
	9	3,800	0,19	7,250	1,487	0,21
	10	4,100	0,20	0,870	0,349	0,40

BLD* = bajo el límite de detección

Dirección: Facultad de Ciencias – ESPOCH, Panamericana Sur km 1 ½.



En caso de requerir el detalle del cálculo por favor envíe un correo a taliatene2012@gmail.com.

Gabriela Tubón, Ph.D.
INVESTIGADORA RESPONSABLE

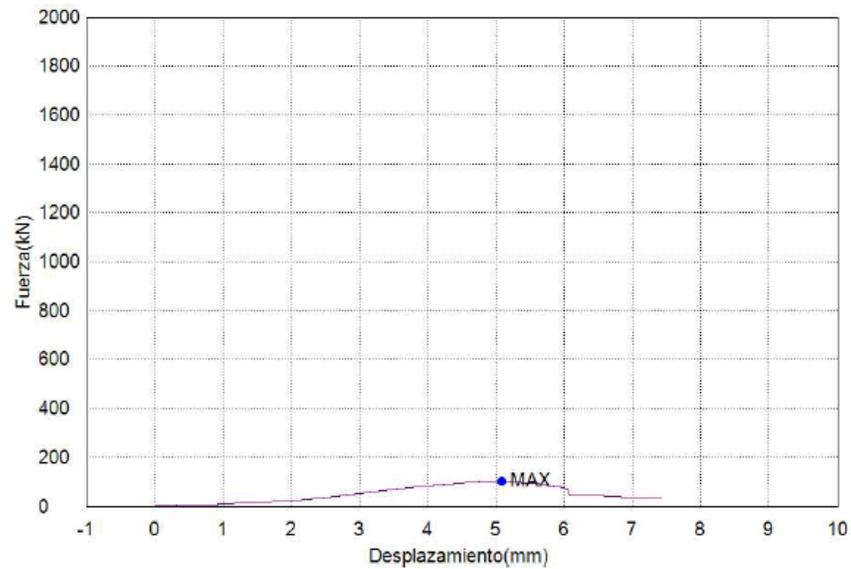
Talía Tene, Ph.D.
INVESTIGADORA EXTERNA

- Reportes de compresión de Muestras

Titulo

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo	muestras pelileo.xtux	Nombre de metodo de ensayo	mampuestos corregidos.xmux
Fecha de informe	18-Oct-19	Fecha de ensayo	18-Oct-19
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Compresion
Velocidad	0.25MPa/sec	Forma	Area
Nº de partidas:	1	Nº de muestras:	3

Nombre Parametros Unidad	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas kN	Max_Tension Calc. at Entire Areas MPa	Max_Deformacion Calc. at Entire Areas %
M1	50.8569	1.97120	1.51306
M2	78.1523	2.81630	1.52469
M3	104.051	3.95631	2.54369
Media	77.6867	2.91460	1.86048
Desviacion Estandar	26.6001	0.99620	0.59171
Rango	53.1941	1.98511	1.03063

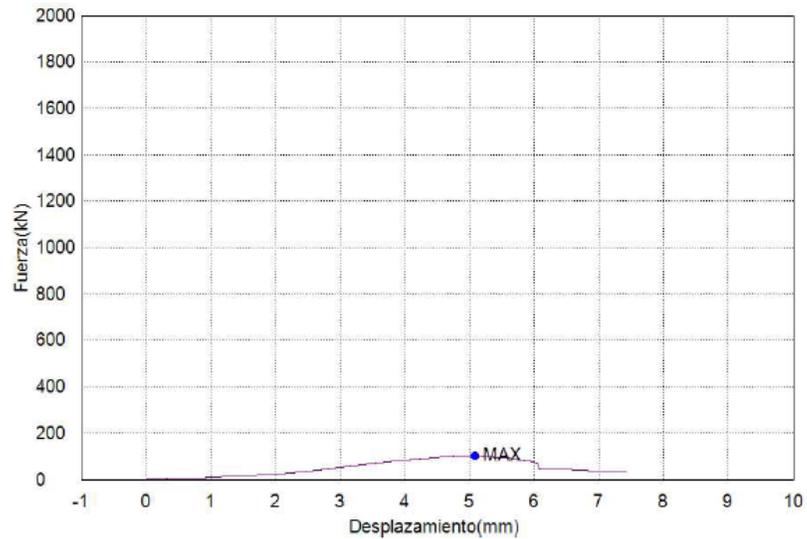


Comentarios

Titulo

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo	muestras pelileo.xtux	Nombre de metodo de ensayo	mampuestos corregidos.xmux
Fecha de informe	18-Oct-19	Fecha de ensayo	18-Oct-19
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Compresion
Velocidad	0.25MPa/sec	Forma	Area
N°de partidas:	1	N°de muestras:	3

Nombre Parametros Unidad	Max. Fuerza Calc. at Entire Areas kN	Max. Tension Calc. at Entire Areas MPa	Max. Deformacion Calc. at Entire Areas %
M1	50.8569	1.97120	1.51306
M2	78.1523	2.81630	1.52469
M3	104.051	3.95631	2.54369
Media	77.6867	2.91460	1.86048
Desviacion Estandar	26.6001	0.99620	0.59171
Rango	53.1941	1.98511	1.03063



Comentarios