

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

“CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO  
DERIVADO DE LOS RECURSOS MATERIALES  
CONSUMIDOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE  
EDIFICACIONES EDUCATIVAS EN LA REGIÓN  
CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Wilter Javier Vasquez Mejia

Asesor:

MSc. Ing. Luis Ramírez Vásquez

Cajamarca - Perú

2021

## DEDICATORIA

Dedico de forma muy especial a mi hijo Joaquín Javier Vásquez Cabrejos; a mis padres, Sr. Salvador Vásquez León y Sra. Francisca Mejía Díaz, por su apoyo incondicional en la parte moral para poder lograr mis objetivos profesionales; así mismo, a mi asesor MSc. Ing. Luis Ramirez Vásquez por guiarme en la elaboración, redacción y culminación de la presente tesis.

A mis hermanos Avimael, Jorge, Elva, Marilú y Ronal por sus constantes muestras de apoyo y colaboración.

**Wilter Javier**

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada del Norte y su plana docente por ofrecer la oportunidad de profundizar nuestros conocimientos y enriquecer nuestra formación profesional y así aportar con el desarrollo de la región y del país.

A Dios padre, por darme siempre las fortalezas necesarias para seguir adelante, a mis padres, hermanos, primos y compañeros de estudios, que han coadyuvado para poder lograr mis objetivos académicos.

**Wilter Javier**

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
ÍNDICE DE FIGURAS .....	8
ÍNDICE DE FOTOS .....	9
ÍNDICE DE ANEXOS.....	10
RESUMEN .....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	13
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	20
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	34
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	111
REFERENCIAS.....	117
ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS .....	127
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....	128

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Tipo de investigación .....</i>	21
<i>Tabla 2. Formato para emisiones de CO<sub>2</sub>eq por m<sup>2</sup> de superficie construida.....</i>	32
<i>Tabla 3. Meta física I.E Amanchaloc .....</i>	37
<i>Tabla 4. Meta física I.E El Mote .....</i>	38
<i>Tabla 5. Meta física I.E El Prado.....</i>	39
<i>Tabla 6. Meta Física I.E Gallito Ciego .....</i>	40
<i>Tabla 7. Meta física I.E Santa Ana.....</i>	41
<i>Tabla 8. Resumen de Presupuesto General de las I.E.....</i>	42
<i>Tabla 9. Presupuesto I.E El Prado .....</i>	42
<i>Tabla 10. Presupuesto I.E Gallito Ciego .....</i>	43
<i>Tabla 11. Presupuesto I.E Amanchaloc .....</i>	43
<i>Tabla 12. Presupuesto de la I.E Santa Ana .....</i>	44
<i>Tabla 13. Presupuesto de la I.E El Mote.....</i>	44
<i>Tabla 14. Metrado de materiales básicos de construcción, más representativos .....</i>	46
<i>Tabla 15. Metrado de materiales básicos de construcción, más representativos (continuación).....</i>	47
<i>Tabla 16. Metrado de materiales básicos de construcción, más representativos (continuación).....</i>	48
<i>Tabla 17. Metrado de materiales básicos de construcción, más representativos (continuación).....</i>	49
<i>Tabla 18. Metrado de materiales básicos de construcción, más representativos (continuación).....</i>	50
<i>Tabla 19. Metrado de materiales básicos de construcción, más representativos (continuación).....</i>	51
<i>Tabla 20. Metrado de materiales básicos de construcción, más representativos (continuación).....</i>	52
<i>Tabla 21. Factor de emisión del acero .....</i>	54
<i>Tabla 22. Factor de emisión del Cemento.....</i>	56
<i>Tabla 23. Factor de emisión de la madera.....</i>	58
<i>Tabla 24. Factor de emisión del agregado.....</i>	59

<i>Tabla 25. Factor de emisión del Ladrillo.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 26. Factores de emisión de materiales de arquitectura.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 27. Factores de emisión de materiales de arquitectura (continuación).....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 28. Factores de emisión de materiales de electricidad.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 29. Factores de emisión de materiales de sanitarias.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 30. Matriz de cantidades de materiales básicos de construcción (MBC) por m<sup>2</sup> de superficie construida.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 31. Matriz de cantidades de materiales básicos de construcción (MBC) por m<sup>2</sup> de superficie construida (continuación).....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 32. Matriz de cantidades de materiales básicos de construcción (MBC) por m<sup>2</sup> de superficie construida (continuación).....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 33. Matriz de cantidades de materiales básicos de construcción (MBC) por m<sup>2</sup> de superficie construida (continuación).....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 34. Matriz de cantidades de materiales básicos de construcción (MBC) por m<sup>2</sup> de superficie construida (continuación).....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 35. Matriz de cantidades de materiales básicos de construcción (MBC) por m<sup>2</sup> de superficie construida (continuación).....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 36. Matriz de cantidades de materiales básicos de construcción (MBC) por m<sup>2</sup> de superficie construida (continuación).....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 37. Determinación del coeficiente de transformación.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 38. Determinación del coeficiente de transformación (continuación).....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 39. Determinación del coeficiente de transformación (continuación).....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 40. Determinación del coeficiente de transformación (continuación).....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 41. Matriz de cantidades normalizadas en peso (kg/m<sup>2</sup>) de superficie construida... </i>	<i>79</i>
<i>Tabla 42. Matriz de cantidades normalizadas en peso (kg/m<sup>2</sup>) de superficie construida (continuación).....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 43. Matriz de cantidades normalizadas en peso (kg/m<sup>2</sup>) de superficie construida (continuación).....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 44. Matriz de cantidades normalizadas en peso (kg/m<sup>2</sup>) de superficie construida (continuación).....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 45. Matriz de cantidades normalizadas en peso (kg/m<sup>2</sup>) de superficie construida (continuación).....</i>	<i>83</i>

<i>Tabla 46. Matriz de cantidades normalizadas en peso (kg/m<sup>2</sup>) de superficie construida (continuación).....</i>	84
<i>Tabla 47. Matriz de cantidades normalizadas en peso (kg/m<sup>2</sup>) de superficie construida (continuación).....</i>	85
<i>Tabla 48. Matriz de cantidades normalizadas en peso (kg/m<sup>2</sup>) de superficie construida (continuación).....</i>	86
<i>Tabla 49. Matriz de cantidades normalizadas en peso (kg/m<sup>2</sup>) de superficie construida (continuación).....</i>	87
<i>Tabla 50. Matriz de agrupación de materiales básicos de construcción.....</i>	89
<i>Tabla 51. Matriz de agrupación de materiales básicos de construcción (continuación) ...</i>	90
<i>Tabla 52. Matriz de agrupación de materiales básicos de construcción (continuación) ...</i>	91
<i>Tabla 53. Matriz de agrupación de materiales básicos de construcción (continuación) ...</i>	92
<i>Tabla 54. Matriz de agrupación de materiales básicos de construcción (continuación) ...</i>	93
<i>Tabla 55. Matriz de agrupación de materiales básicos de construcción (continuación) ...</i>	94
<i>Tabla 56. Matriz de agrupación de materiales básicos de construcción (continuación) ...</i>	95
<i>Tabla 57. Matriz de agrupación de materiales básicos de construcción (continuación) ...</i>	96
<i>Tabla 58. Matriz de agrupación de materiales básicos de construcción (continuación) ...</i>	97
<i>Tabla 59. Cuantificación de la huella de carbono, emisiones de CO<sub>2</sub>eq por m<sup>2</sup> construido I.E Amanchaloc .....</i>	99
<i>Tabla 60. Cuantificación de la huella de carbono, emisiones de CO<sub>2</sub>eq por m<sup>2</sup> construido I.E El Mote.....</i>	101
<i>Tabla 61. Cuantificación de la huella de carbono, emisiones de CO<sub>2</sub>eq por m<sup>2</sup> construido I.E El Prado.....</i>	103
<i>Tabla 62. Cuantificación de la huella de carbono, emisiones de CO<sub>2</sub>eq por m<sup>2</sup> construido I.E Gallito Ciego.....</i>	105
<i>Tabla 63. Cuantificación de la huella de carbono, emisiones de CO<sub>2</sub>eq por m<sup>2</sup> de superficie construido I.E Santa Ana .....</i>	107
<i>Tabla 64. Matriz comparativa de cuantificación de la huella de carbono de la muestra.</i>	109
<i>Tabla 65. Resultados de cuantificación de la huella de carbono por I.E .....</i>	112
<i>Tabla 66. Resultados de metrados por kg/m<sup>2</sup> construido .....</i>	114
<i>Tabla 67. Resultados de los factores de emisión.....</i>	115

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Esquema metodológico.....</i>	24
<i>Figura 2. Ubicación geográfica .....</i>	36
<i>Figura 3. Estadígrafo Diagrama de Caja y bigote del acero .....</i>	55
<i>Figura 4. Estadígrafo Diagrama de Caja y Bigote del cemento.....</i>	57
<i>Figura 5. Estadígrafo Diagrama de Caja y bigote de la madera .....</i>	60
<i>Figura 6. Estadígrafo Diagrama de Caja y bigote del ladrillo.....</i>	62
<i>Figura 7. Emisiones de <math>Co_{2eq}</math> por <math>m^2</math> construido por material básico de construcción (MBC), I.E Amanchaloc .....</i>	100
<i>Figura 8.Emisiones de <math>Co_{2eq}</math> por <math>m^2</math> construido por material básico de construcción (MBC), I.E El Mote.....</i>	102
<i>Figura 9. Emisiones de <math>Co_{2eq}</math> por <math>m^2</math> construido por material básico de construcción (MBC), I.E El Prado.....</i>	104
<i>Figura 10.Emisiones de <math>Co_{2eq}</math> por <math>m^2</math> construido por material básico de construcción (MBC), I.E Gallito Ciego .....</i>	106
<i>Figura 11.Emisiones de <math>Co_{2eq}</math> por <math>m^2</math> de superficie construida por material básico de construcción (MBC), I.E Santa Ana .....</i>	108
<i>Figura 12. Promedio de emisiones de <math>Co_{2eq}</math> por <math>m^2</math> de superficie construida por material básico de construcción (MBC) de la muestra .....</i>	110
<i>Figura 13. Porcentaje de emisión de <math>Co_{2eq}</math> por <math>m^2</math> de superficie construida por I.E.....</i>	110
<i>Figura 14. Resultados de emisión de <math>Co_{2eq}</math> por <math>m^2</math> de superficie construida por I.E.....</i>	112
<i>Figura 15.Resultados promedio de emisiones de <math>Co_{2eq}</math> por <math>m^2</math> de superficie construida</i>	113

## ÍNDICE DE FOTOS

<i>Foto 1. Arquitectura 3D I.E Amanchaloc-1</i> .....	120
<i>Foto 2. Arquitectura 3D I.E Amanchaloc-2</i> .....	121
<i>Foto 3. Arquitectura en 3D I.E El Mote-1</i> .....	121
<i>Foto 4. Arquitectura en 3D I.E El Mote-2</i> .....	122
<i>Foto 5. Arquitectura 3D I.E El Prado-1</i> .....	122
<i>Foto 6. Arquitectura 3D I.E El Prado-2</i> .....	123
<i>Foto 7. Arquitectura 3D I.E Gallito Ciego-1</i> .....	123
<i>Foto 8. Arquitectura 3D I.E Gallito Ciego-2</i> .....	124
<i>Foto 9. Arquitectura 3D I.E Santa Ana-1</i> .....	124
<i>Foto 10.Arquitectura 3D I.E Santa Ana-2</i> .....	125

## ÍNDICE DE ANEXOS

*Anexo A. Expediente técnico de obra (digital) ..... 126*

## SIGLAS Y ABREVIATURAS

<b>MC</b>	: Modelo Constructivo
<b>MBC</b>	: Materiales Básicos de Construcción
<b>IE</b>	: Institución Educativa
<b>CO<sub>2</sub></b>	: Dióxido de Carbono
<b>CO<sub>2</sub> eq</b>	: Dióxido de Carbono Equivalente
<b>FE</b>	: Factores de Emisión
<b>RNE</b>	: Reglamento Nacional de Edificaciones
<b>g.l</b>	: Grados de Libertad
<b>MINEDU</b>	: Ministerio de Educación
<b>MDL</b>	: Mecanismo de Desarrollo Limpio

## RESUMEN

En la presente investigación se cuantificó la huella de carbono derivado de los recursos materiales consumidos en la construcción de edificaciones educativas en la región Cajamarca, de acuerdo a la metodología planteada la etapa 0: consistió en definir el modelo constructivo (MC), seleccionar la muestra y cuantificar los recursos materiales representativos consumidos en la construcción; en la etapa 1: se seleccionaron los materiales básicos de construcción(MBC) más representativos de cada proyecto, luego se determinaron los factores de emisión por cada material representativo de la muestra analizándose mediante estadígrafos de caja y bigote; en la etapa 2: se planteó la cuantificación de emisiones de  $\text{kgCO}_2\text{eq}$  por  $\text{m}^2$  construido del modelo constructivo seleccionado; luego se cuantificó las emisiones de  $\text{CO}_2\text{eq}$  por cada proyecto en estudio, obteniéndose para la I.E Amanchaloc una huella de carbono de  $710.095 \text{ kgCO}_2\text{eq/m}^2$ , con una representación de emisiones del 21%; la I.E El Mote se obtuvo una huella de carbono de  $662.691 \text{ kgCO}_2\text{eq/m}^2$ , con una representación de emisiones del 20%; en la I.E El Prado se obtuvo una huella de carbono de  $652.961 \text{ kgCO}_2\text{eq/m}^2$ , con una representación de emisiones del 20%; en la I.E Gallito Ciego se cuantificó una huella de carbono de  $644.008 \text{ kgCO}_2\text{eq/m}^2$ , con una representación de emisiones del 19% y en la I.E Santa Ana se cuantificó una huella de carbono de  $661.802 \text{ kgCO}_2\text{eq/m}^2$ , con una representación de emisiones del 20%; la huella de carbono promedio de toda la muestra de estudio arrojó un valor de  $666.311 \text{ kgCO}_2 \text{ eq/m}^2$  de superficie construida; los materiales que más participación han tenido en la huella de carbono es el cemento con un promedio del 56%, acero con un promedio del 20%, acero galvanizado con un promedio del 6% y tubo PVC con un promedio del 8%; el modelo generado en el desarrollo de la investigación ha dado cumplimiento al objetivo principal que fue la cuantificación de los recursos materiales consumidos en la construcción de edificaciones educativas en la región Cajamarca.

**Palabras clave:** Huella de carbono, impacto ambiental, cuantificación de emisiones de  $\text{CO}_2$ , cuantificación de recursos

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En la actualidad debido al creciente desarrollo del sector construcción en el Perú, impulsado por los gobiernos estatales e inversionistas privados, se posiciona en el principal consumidor de los recursos naturales, y por ende en el principal emisor de gases de efecto invernadero al ambiente, y que debido a la acumulación de estos gases en la atmósfera son los causantes de graves problemas de calentamiento global y a la sociedad en general; en la región Cajamarca no estamos ajenos a esta realidad, por lo que nace el interés y la expectativa de conocer la huella de carbono que genera este sector debido a la construcción de edificaciones educativas de educación básica regular. Las actividades de construcción intervienen en el ambiente natural utilizando los recursos extraídos de la naturaleza, para lo que se requiere de enormes cantidades de energía, tanto para la explotación de canteras y bosques para su transformación en productos de construcción, depositando en el ambiente desechos y emisiones a la atmosfera durante y al final del ciclo de vida de los productos y obras.

Mercader, M. P., de Arellano, A. R., & Olivares, M. (2012) indicó que, la actividad generada por el sector de la construcción y su industria asociada, es la mayor consumidora de recursos naturales, indica que en Europa la construcción de edificios consume el 40% de los materiales, el 40% de la energía primaria y genera el 40% de los residuos, teniendo especial responsabilidad en el actual deterioro del ambiente. (p.402)

Mercader, M. P., de Arellano, A. R., & Olivares, M. (2012) indicó que, los materiales que utilizamos para la construcción de obras son responsables de los impactos más relevantes que se producen en el medio, consecuencia de un excesivo

consumo energético y de la liberación de grandes cantidades de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y otros gases contaminantes. (p.402)

Ayllon J. (2009) en su tesis, reportó que el valor de  $\text{CO}_2$  eq incorporado en las viviendas unifamiliares, tienen un rango de 500 a 1000  $\text{kgCO}_2$  eq/ $\text{m}^2$ .

Casanova X. (2009) en su investigación construcción sostenible, reportó 732  $\text{kgCO}_2$  eq/ $\text{m}^2$  en una vivienda unifamiliar, la similitud en los valores es debido al tipo de construcción de material noble y área construida.

García S. (2014) en su tesis, manifestó que, en el caso del potencial de calentamiento global, se puede observar que en la etapa de pre- uso se produjo un mayor índice correspondiente a este indicador. Existe un mayor potencial en la fase de manufactura que en la fase constructiva, siendo el resultado de la primera una cantidad mayor a 20 000  $\text{kgCO}_2$  equivalente. Toda la etapa de pre-uso alcanza un total de 260 743  $\text{kgCO}_2$  equivalente; si bien es cierto, los resultados indican un importante índice de potencial en la etapa de uso, hay una diferencia de aproximadamente 20% entre las dos primeras etapas, siendo la etapa de pre-uso la más significativa. Esta consecuencia se debe a que los factores causantes del calentamiento global son gases efecto invernadero producidos por actividades como la combustión de combustibles fósiles o la producción de electricidad, actividades que tienen mayor presencia en las primeras etapas del ciclo de vida de la vivienda y no en la etapa de demolición.

Casaverde, R. (2016) en su tesis, manifestó que la emisión de  $\text{CO}_2$  eq en la construcción de viviendas unifamiliares de modalidad B, en Satipo en el año 2009 fue de 269,78  $\text{tCO}_2$  eq; el 2010 fue de 42,13  $\text{tCO}_2$  eq; el 2011 fue de 569,71  $\text{tCO}_2$  eq; el 2012 fue de 697,79  $\text{tCO}_2$  eq; el 2013 fue de 940,65  $\text{tCO}_2$  eq. Haciendo un total de 2 920,06  $\text{tCO}_2$  eq emitidos en los últimos 5 años; también indicó que los

subsistemas constructivos considerados en la investigación fueron 7, de los cuales el proceso constructivo de las losas aligeradas fue el de mayor impacto ambiental, emitiendo en el proceso de construcción de la vivienda unifamiliar 9,52 tCO<sub>2</sub> eq representando un 20% del total de emisiones, zapatas 8,90 tCO<sub>2</sub> eq, representando el 19% de las emisiones totales, muros de ladrillos 8,57 tCO<sub>2</sub> eq, representando un 18% del total de emisiones, vigas 6,03 tCO<sub>2</sub> eq que representa un 13% del total, columnas 4,0 tCO<sub>2</sub> eq siendo el 9% del total de emisiones; escaleras 2,60 tCO<sub>2</sub> eq, siendo el 6% del total de emisiones y viguetas 2,50 tCO<sub>2</sub> eq que es el 5% de las emisiones totales. Asimismo, reportó, que la emisión de CO<sub>2</sub> eq de una vivienda unifamiliar construida es de 0,26 tCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>, siendo menor a la emitida por habitantes en el Perú que fluctúa entre 1,97 y 2,0 tCO<sub>2</sub> eq anuales. Todo ello resultante de la comparación entre índices resultantes del desarrollo de la cuantificación de CO<sub>2</sub> eq por vivienda unifamiliar construida y por habitante.

Mamani, F. (2018) en su tesis manifestó que, de los resultados obtenidos, la huella de carbono con mayor incidencia es producto de los materiales de las edificaciones con un 97.72%, seguido por las maquinarias con 1.46% y el transporte con 0.81% (p.113). Asimismo, menciona que el acero es uno de los materiales con mayor participación en la huella de carbono con un promedio del 23.5%; el cemento con una participación en la huella de carbono con un promedio 47.7%. Sumando los promedios de acero y cemento se tiene una huella de carbono del 71.2%, materiales más utilizados en la construcción y los que mayor causan impacto en el cálculo de la huella de carbono. (p.113)

Wadel, G. (2010) en su tesis reportó un indicador de emisiones de 600.49 kgCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>.

La huella de carbono según Rondón, M. (2015) en su presentación "HUELLA DE CARBONO" COMPROMISO PERU CLIMATICO-MINAM, lo define como el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que se generan por las diversas actividades humanas y económicas. Nos permite cuantificar o medir la contribución de las actividades humanas sobre el cambio climático.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD-AEC (2021) define la huella de carbono (HDC) como el impacto ambiental que se produce como consecuencia de la generación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Implica el cálculo de las emisiones de los GEI asociadas con una organización, actividad o ciclo de vida de un producto o servicio.

Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) son componentes gaseosos de la atmósfera, naturales o antropogénicos, que absorben y emiten radiación en determinada longitud de onda del espectro de radiación infrarroja térmica emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Son gases cuya presencia en la atmósfera contribuyen a la retención de la energía emitida por el suelo que recibió el calor de la radiación solar. Los principales GEI son: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidroclorofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafloruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ). (PLAN DE ACCIÓN DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO-MINAM,2010, p.8)

MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM, 2011) indica que el equivalente de carbono ( $\text{CO}_2$  eq) es la unidad para comparar la fuerza de radiación de un GEI con el Dióxido de carbono, se puede expresar en  $\text{kgCO}_2$  eq o  $\text{tCO}_2$  eq.

MINAM (2012) en su texto Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana, define al impacto ambiental como la Alteración, positiva o negativa, de uno

o más de los componentes del ambiente, provocada por la acción de un proyecto. El “impacto” es la diferencia entre qué habría pasado con la acción y que habría pasado sin ésta.

Según Hernández P. (2010) actualmente no existe un estándar reconocido internacionalmente para determinar si una industria es carbono neutral o no, sin embargo, muchas empresas, industrias, eventos, etc. se han autoproclamado carbono neutral debido a que han compensado sus emisiones contabilizadas, de tal manera que el balance neto sea igual a cero, con acciones como reforestación (captura de carbono), compra de bonos de carbono u otros métodos.

Carmona F. (2010) el impacto que sobre el medio ambiente y la salud humana producen los materiales de construcción puede centrarse en cinco aspectos: 1. El consumo de recursos naturales; 2. El consumo de energía; 3. Las emisiones que generan; 4. El impacto sobre los ecosistemas; 5. Su comportamiento como residuo.

Según Osorio J. (2011) la extracción y procesamiento de materias primas para la producción de los materiales y elementos de construcción, genera alto deterioro de los ecosistemas y de la biodiversidad en las zonas de explotación, generalmente con dinámicas de deforestación, erosión y contaminación del suelo, el agua y el aire. Asimismo, la producción de las industrias cementera, cerámica y metalúrgica, implican un alto consumo energético, generalmente de combustibles fósiles no renovables, con un fuerte impacto ambiental. Este sector es responsable de casi la mitad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de esta forma, en sus procesos consumen el 30% de la demanda energética del total del sector industrial.

De acuerdo a Olivares M. (2010) la cantidad de emisiones de gas carbónico (CO<sub>2</sub>), derivadas del proceso productivo de los materiales de construcción (concreto, acero,

ladrillos); dicha magnitud queda reflejada en un indicador cuantitativo expresado en  $\text{kgCO}_2 \text{ eq/kg}$  de material de construcción.

Modelo Constructivo (MC) queda definido como la construcción de infraestructura de Educación Básica Regular para los niveles de educación inicial de escuelas públicas, por ser el tipo de infraestructura educativa que más se construye en la región Cajamarca. Las características constructivas de esta tipología están constituidas por: concreto simple, concreto armado (zapatas, viga de cimentación, columnas y columnetas, vigas y vigas de confinamiento, losa aligerada y losa maciza), coberturas, muros y tabiques de albañilería, revoques enlucidos y molduras, pisos y pavimentos, zócalo y contrazócalo, carpintería de madera, cerrajería, vidrios, pintura, juntas de dilatación y cerco perimétrico de malla de A°G°.

Materiales Básicos de Construcción (MBC) queda definido como los materiales más representativos a utilizar: cemento, cerámica, ladrillos, acero, agregados, madera, etc.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Es posible cuantificar la huella de carbono derivado de los recursos materiales consumidos en la construcción de edificaciones educativas en la región Cajamarca?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Cuantificar la huella de carbono derivado de los recursos materiales consumidos en la construcción de edificaciones educativas en la región Cajamarca.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- a. Medir los materiales básicos de construcción consumidos en la ejecución de edificaciones educativas de la muestra de estudio.

- b. Determinar los factores de emisión de CO<sub>2</sub> producidas en la fabricación de los materiales básicos de construcción (MBC) implicados en la ejecución de edificaciones educativas de la muestra de estudio.
- c. Determinar las emisiones de CO<sub>2</sub> en la construcción de edificaciones educativas de la muestra de estudio por m<sup>2</sup> de superficie construida, derivado de la fabricación de los materiales básicos de construcción (MBC) que lo constituyen.

#### **1.4. Hipótesis**

Señalar las respuestas a priori de los objetivos de la investigación. Recuerda que las hipótesis aplican para trabajos de corte cuantitativo de estrategia manipulativa o asociativa.

##### **1.4.1. Hipótesis general**

La huella de carbono derivado de los recursos materiales consumidos en la construcción de edificaciones educativas en la región Cajamarca, cuantitativamente supera los 666 kgCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup> de emisiones?

##### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- a. Como medir los materiales básicos de construcción consumidos en la ejecución de edificaciones educativas de la muestra de estudio.
- b. Como determinar los factores emisión de CO<sub>2</sub> producidas en la fabricación de los materiales básicos de construcción (MBC) implicados en la ejecución de edificaciones educativas de la muestra de estudio
- c. Como determinar las emisiones de CO<sub>2</sub> en la construcción de edificaciones educativas de la muestra de estudio por m<sup>2</sup> de superficie construida, derivado de la fabricación de los materiales básicos de construcción (MBC) que lo constituyen.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se llevará a cabo en el presente informe de tesis será cuantitativo basada en data numérica que compara hechos a través de indicadores, y que se delimitará a una investigación aplicada, debido a que se utilizará conocimientos de la investigación básica, con recopilación de información de fuente secundaria.

La investigación es aplicada porque se busca determinar medios o soluciones para un problema específico. Además, tiene como propósito la generación de conocimientos con aplicación directa y a mediano plazo. Castillo M. (2004)

El diseño de la investigación será NO EXPERIMENTAL (Gabinete), ya que no se manipula la variable independiente que es la cuantificación de la huella de carbono.

### 2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

#### **Población**

El universo poblacional está delimitado por todas las construcciones de edificaciones de instituciones educativas de la región Cajamarca.

#### **Muestra de estudio**

La muestra de estudio está delimitada por la construcción de cinco (05) instituciones educativas de educación básica regular contenida en el expediente técnico de obra del Proyecto denominado "Creación del servicio educativo escolarizado nivel inicial en las localidades El Prado, Gallito Ciego, Amanchaloc, Santa Ana y El Mote, en los distritos de Yonan, Guzmango, San Benito y Contumaza, provincia de Contumaza, región Cajamarca".

El criterio de selección que se utilizó para la muestra, se ha considerado un muestreo NO PROBABILISTICO por conveniencia. (Vásquez et al., 2012, pp.173-174)

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

#### Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica empleada para la recolección de datos ha sido del análisis de documentos existentes en los archivos de la Sub Gerencia de Estudios y página del Gobierno Regional de Cajamarca, también se ha hecho uso de los documentos (fichas técnicas) registrados en el *invierte.pe* realizado por el Gobierno Regional de Cajamarca; el análisis del contenido se ha basado en los siguientes documentos (expediente técnico de obra, fichas de registro en el *invierte.pe*, resoluciones de aprobación por la entidad); así mismo, se ha hecho uso de otras fuentes secundarias de recolección de datos como es el caso de los factores de emisión de cada material se ha hecho uso de los siguientes documento: (Tesis de pregrado y doctoral, informes y artículos de investigación publicados y tablas estadísticas de *tstudent*); luego los datos recopilados de los factores de emisión han sido procesados estadísticamente mediante el uso del Excel; así mismo, los datos de metrados de los materiales básicos de construcción han sido trabajados en Excel a fin poder pasar a unidades normalizadas requeridas en los objetivos como son  $\text{kgCO}_2 \text{ eq}$  o  $\text{tCO}_2 \text{ eq}$  por  $\text{m}^2$ .

*Tabla 1.*

*Tipo de investigación*

Naturaleza de la investigación	Tipo de investigación
Enfoque	Cuantitativo
Finalidad (conocimiento perseguido)	Aplicada
Técnica de recolección de datos	Análisis de documentos existentes Análisis del contenido de documentos (expediente técnico, fichas del <i>invierte.pe</i> y resolución de aprobación por la entidad)
Instrumento de recolección de datos	Link de descarga: <a href="https://drive.google.com/file/d/1-0AIG--">https://drive.google.com/file/d/1-0AIG--</a>

[tay3RDl8gVSSYb-](#)

[SOa7V0KFei/view?usp=sharing](#)

Diseño de la investigación	No experimental (Gabinete)
Criterio de selección de la muestra	No probabilístico por conveniencia

---

Fuente: elaboración propia (2021)

Los **aspectos éticos** que se tuvieron en cuenta son los siguientes:

Los datos procesados como metrados de los materiales básicos de construcción han sido obtenidos del expediente técnico de obra, no han sido adulterados; así mismo dicho expediente técnico ha sido obtenido con consentimiento de la entidad, además se encuentra con aprobación vía resolutive en la página de la entidad y con fichas de registro en el [invierte.pe](http://invierte.pe) y es de acceso público.

Los datos procesados como los factores de emisión han sido obtenido de tesis doctoral y pregrado publicadas y es de acceso público en los diversos buscadores académicos y repositorios de universidades de origen.

Los datos procesados como el coeficiente de transformación (peso por unidad de cada material) ha sido obtenido de catálogos de fabricantes y expediente técnico de obra.

## 2.4. Procedimiento

### 1. Metodología para cuantificar las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas en la construcción de edificaciones educativas de la muestra de estudio.

La metodología planteada proporciona las herramientas necesarias para dar cumplimiento a los objetivos, y poder resolver los inconvenientes que surjan en el desarrollo de la tesis.

El objetivo primordial es la cuantificación de las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por el proceso de fabricación de los recursos materiales consumidos en la ejecución de la tipología seleccionada de la muestra de estudio.

Para lograr la meta propuesta es necesario la secuencia de unos objetivos complementarios de rango menor, organizados en tres etapas ordenados jerárquicamente, atendiendo a su prioridad temporal en una secuencia de acuerdo a la Figura 1.

Para la cuantificación de las emisiones se hará uso de los procedimientos desarrollados que se mencionan: Tesis Doctoral de D.a Pilar Mercader; UNE ISO 14064-1 del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol); y Herramientas de cálculo aprobadas por el Ministerio del Ambiente, a fin de poder estimar o cuantificar la “huella de carbono”.

NIVEL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	METODOLOGIA	ETAPA
Nivel 0	Metrar los materiales básicos de construcción consumidos en la ejecución	<b>E0.1:</b> Definición del modelo constructivo de la muestra <b>E0.2:</b> Selección de la muestra <b>E0.3:</b> Cuantificación de los recursos materiales consumidos en la ejecución, más representativos	Etapa 0
Nivel 1	Emisiones de CO <sub>2</sub> por material básico de construcción	<b>E1.1:</b> Componentes representativos <b>E1.2:</b> Determinación de los factores de emisión	Etapa 1
Nivel 2	Cuantificación de emisiones de CO <sub>2</sub> de la	<b>E2.1:</b> Emisiones por m <sup>2</sup> de	Etapa 2

	muestra de estudio	superficie construida	
--	--------------------	-----------------------	--

*Fuente: Elaboración propia*

*Figura 1. Esquema metodológico*

## 2. NIVELES

**NIVEL 0: Medir los materiales básicos de construcción consumidos en la ejecución.**

El objetivo es seleccionar una muestra de estudio representativa y medir o cuantificar, en kg por m<sup>2</sup> construido, cada uno de los materiales básicos de construcción (MBC) consumidos en la ejecución de la tipología de la muestra.

**NIVEL 1: Emisiones de CO<sub>2</sub> por Material Básico de Construcción (MBC).**

El objetivo es conocer las emisiones de CO<sub>2</sub>, expresadas en kgCO<sub>2</sub>e/kg de material, producidas en la fabricación de 1 kg de los MBC más representativos implicados en la ejecución de la tipología de la muestra de estudio.

**NIVEL 2: Cuantificación de las emisiones de CO<sub>2</sub> de la muestra de estudio.**

El objetivo es cuantificar las emisiones de CO<sub>2</sub> que se producen en la ejecución de la obra, en kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup> de superficie construida, derivados de la fabricación de los MBC que lo constituyen.

La identificación y cuantificación de los recursos materiales consumidos en la tipología elegida para el estudio, permitirá evaluar el impacto ambiental que se genera, a través de dos de los indicadores de impacto ambiental más relevantes asociados al peso por m<sup>2</sup> de superficie construida.

## 3. ETAPAS

De acuerdo a la estructura jerárquica de objetivos planteados, se establece un plan de etapas que atenderá al mismo orden jerárquico, relacionando en sentido descendente las diferentes etapas y subetapas necesarias para lograr el objetivo principal y en sentido horizontal, las necesarias para cubrir los objetivos específicos en cada nivel, quedando ilustrado en el esquema metodológico de la figura 1.

### **ETAPA 0: Medir los materiales básicos de construcción consumidos en la ejecución**

Satisface el objetivo de rango menor considerado en este nivel, la selección y cuantificación de una muestra de edificaciones representativas y cuantificación de los recursos materiales consumidos cuya definición es preciso establecer con carácter previo, suficiente en número para considerar los futuros resultados representativos.

**E0.1-** Definición del modelo constructivo de la muestra. El modelo constructivo queda definido la construcción de infraestructura de Educación Básica Regular para los niveles de educación inicial de escuelas públicas, por ser el tipo de infraestructura educativa que más se construye en la región Cajamarca.

Las características constructivas de esta tipología están constituidas por: concreto simple, concreto armado (zapatas, viga de cimentación, columnas y columnetas, vigas y vigas de confinamiento, losa aligerada y losa maciza), coberturas, muros y tabiques de albañilería, revoques enlucidos y molduras, pisos y pavimentos, zócalo y contrazócalo, carpintería de madera, cerrajería, vidrios, pintura, juntas de dilatación y cerco perimétrico de malla de A°G°.

**E0.2-** Selección de la muestra. La muestra seleccionada forma parte de instituciones educativas que se construirán bajo los criterios técnicos del reglamento nacional de edificaciones (RNE) y ministerio de educación (MINEDU).

**E0.3-** Cuantificación de los recursos materiales consumidos de la muestra seleccionada. Se cuantifica el metrado total de los recursos materiales básicos consumidos en la ejecución del modelo constructivo (MC) por cada proyecto de la muestra, nitrado que se debe obtener del expediente técnico de obra, denominado imagen original, producto de la normalización en peso por m<sup>2</sup> construido (kg/m<sup>2</sup>) de cada material básico de construcción (MBC) utilizado en la ejecución.

**ETAPA 1: Emisiones de CO<sub>2</sub> por Material Básico de Construcción (MBC).** Se seleccionan los materiales básicos de construcción (MBC) más representativos y se determinan sus valores correspondientes a las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del proceso de fabricación, expresados en kgCO<sub>2</sub>/kg de material.

**E1.1-** Determinación de componentes representativos de la muestra. Se utiliza el metrado del expediente técnico de obra, que conforman la matriz de los materiales básicos de construcción del presupuesto de obra de cada proyecto (05), de acuerdo a los procedimientos estudiados más adelante se procede a obtener los materiales más representativos.

**E1.2-** Determinación de los factores de emisión de CO<sub>2</sub> por material básico de construcción. Para lograr determinar los factores de emisión se ha procedido a buscar información medioambiental disponible de estudios de tesis nacionales, extranjeras y banco del ITeC, expresadas en kgCO<sub>2</sub>/kg de material.

**ETAPA 2: Cuantificación de las emisiones de CO<sub>2</sub> de la muestra de estudio.** En esta etapa se cuantifican las emisiones de CO<sub>2</sub> que se producen por cada proyecto del Modelo Constructivo (MC), siguiendo el desarrollo pormenorizado de la siguiente subetapa:

**E2.1-** Emisiones por m<sup>2</sup> de superficie construida. Para determinar las emisiones de CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> construido correspondiente a cada uno de los MBC, será necesario aplicar los metrados obtenidos correspondientes al peso (kg) por m<sup>2</sup> construido de cada MBC de la muestra, a la Base de Datos propia de información medioambiental configurada, obteniendo así los resultados deseados en kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup> de superficie construida.

#### **4. DESARROLLO DE ETAPAS 1 Y 2**

En este apartado se lleva a cabo el desarrollo de las etapas 1 y 2 de la metodología, figura 1.

**ETAPA 1:** Para lograr los fines deseados será necesario el desarrollo de las subetapas expuestas en la figura 1 y herramientas que la suceden.

- Herramienta informática de cálculo. El tratamiento de datos y análisis estadístico se realizará con el Programa Microsoft Excel.
- Base de datos de información ambiental. Para la recolección de factores de emisión se tendrá en cuenta, factores de emisión nacionales y extranjeros; se tomará como priorización los factores de emisión nacional, los cuales antes se tendrán que validar utilizando el método estadístico de diagrama de caja y bigote, con un nivel de confianza del 95%; la recolección de factores de emisión extranjera se tomará en cuenta cuando haya ausencia de datos nacionales, y se tomará de base de datos de fuentes fiables como tesis, páginas web académicas, informes de investigación, estudios de investigación, etc.; Se entiende por emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del proceso de fabricación de 1kg de material hasta la puerta de la fábrica, no incluyendo ni transportes asociados ni puesta en obra de los materiales consumidos en la

construcción de las instituciones educativas de la muestra de estudio. Los valores se expresan en  $\text{kgCO}_2/\text{kg}$ .

- La validación de los factores de emisión, nacionales y extranjeros, se realizará el método estadístico de diagrama de caja y bigote (cuartiles), que se construye trazando una recta numérica y donde se ubican los valores en forma ordenada del primer cuartil ( $C_1$ ), segundo cuartil ( $C_2$ ) que coincide con la mediana ( $Me$ ) y el tercer cuartil ( $C_3$ ) donde se trazan segmentos perpendiculares de la misma longitud. Además de la caja, aparecen líneas a cada lado de ellas que abarcan el rango de los datos que no son menores que  $C_1 - 1.5RIC$  ni sean mayores de  $C_3 + 1.5RIC$ , donde el rango intercuartílico es  $RIC = C_3 - C_1$ . Cuando se presenten datos fuera del intervalo  $[C_1 - 1.5RIC; C_3 + 1.5RIC]$  se les conoce como datos discordantes (outlier) o también datos atípicos; los que serán considerados nulos para la investigación.
- Para el cálculo del intervalo de confianza se utilizó la ecuación 1:

$$IC = x \mp t_{\frac{\alpha}{2}} * \left( \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) \quad \text{Ec. (1)}$$

Dónde:

$x$  = media

$\sigma$  = Desviación estandar

$\alpha = 1 -$  (nivel de confianza 95%)

$t_{\frac{\alpha}{2}}$  = valor de tabla de t de student

IC = intervalo de confianza

Por lo tanto, el valor nacional debe encontrarse en el intervalo  $[x - t_{\frac{\alpha}{2}} * (\frac{\sigma}{\sqrt{n}});$

$x + t_{\frac{\alpha}{2}} * (\frac{\sigma}{\sqrt{n}})]$ , sino se encuentra dentro del intervalo se considera nulo para la

investigación

**E1.1.-** Determinación de componentes representativos del modelo constructivo de la muestra de estudio. El proceso llevado a cabo es el siguiente:

**1.1.1.-** La matriz de cantidades normalizadas. Esta matriz es constituida por las cantidades correspondientes a cada MBC de cada proyecto de la muestra de estudio, se logra dividiendo la cantidad de cada MBC en unidades origen entre la superficie construida de cada proyecto, luego se multiplica por su coeficiente de transformación (Ct), obteniéndose el resultado transformado en kg por m<sup>2</sup> de superficie construida, obteniéndose así en una misma unidad de medida para todos los MBC.

**1.1.2.-** Procedimiento que va a sintetizar de forma justificada los MBC representativos de cada proyecto de la muestra de estudio.

Es un proceso de revisión de la matriz de cantidades normalizadas, para la agrupación de los MBC se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- a) Agrupación por similitud de características y que aparecen por lo menos en dos de los cinco (05) proyectos de la muestra de estudio.
- b) Agrupación por similitud de características físico-químicas y de impacto ambiental, entre los materiales originales, esto es al poseer iguales valores de emisiones de CO<sub>2</sub> por kg, en su proceso de fabricación.
- c) Eliminación de los materiales básicos de construcción (MBC) no representativos de la muestra, aquellos que no pueden ser agrupados en ninguno de los literales anteriores y aparecen por lo menos en dos (02) de los cinco proyectos de la muestra de estudio.

**E1.2.-** Determinación de las emisiones de CO<sub>2</sub> por material básico de construcción (MBC). En esta etapa se determinan los parámetros ambientales correspondientes a las emisiones de CO<sub>2</sub> que se producen en la fabricación de cada MBC definido, a fin

de crear una base de datos ambiental específica del Modelo Constructivo (MC) de la muestra de estudio, llevado a cabo de acuerdo con lo descrito en el apartado de la etapa 1.

Las hipótesis establecidas que permiten enlazar la información ambiental disponible a nuestro listado de MBC más representativos de la muestra en estudio, son las siguientes:

- **Hipótesis 1:** los MBC constituidos por materia prima pura. De aplicación para aquellos MBC representativos en los que puedan identificarse fácilmente la materia prima pura que lo constituye. En este caso los valores correspondientes para los factores de emisión de CO<sub>2</sub>, asignados de la fuente de información ambiental disponible estadísticamente analizado, son los correspondientes a dicha materia prima.
- **Hipótesis 2:** Los MBC mixtos con prevalencia de uno de sus materiales constitutivos en su composición química. Aquellos casos en los que al desglosar los MBC representativos de la muestra, en sus elementos constitutivos, uno de ellos prevalece en peso sobre los demás, el valor ambiental disponible estadísticamente analizado, será el correspondiente al elemento más relevante.
- **Hipótesis 3:** Los MBC mixtos puros. Son aquellos MBC constituidos a lo sumo por dos materias primas diferentes. En esta hipótesis, le serán de aplicación los valores ambientales correspondientes a cada uno de los elementos constitutivos del MBC, en el mismo porcentaje en que intervienen en su peso.

Para obtener los porcentajes en peso de los elementos descompuestos se acude a tres tipos de fuentes de información:

- **Fuente 1:** Cuantía geométrica mínima. El peso de cada elemento constitutivo del MBC mixto se obtiene mediante la aplicación de la cuantía geométrica

mínima, es decir al peso total, se aplica el porcentaje a cada MBC que están constituidos.

- **Fuente 2:** Muestra pesada en una balanza. Se pesa en la balanza en el lugar de suministro cada elemento que se subdivide el MBC mixto de referencia.
- **Fuente 3:** Información comercial. El peso de cada elemento constitutivo del MBC referenciado se obtiene mediante información facilitada por catálogos comerciales de los fabricantes y expediente técnico de obra.
- **Hipótesis 4:** Los MBC equivalentes. Se aplica en aquellos MBC cuyas características físico-químicas no se definan. En este caso suponemos que la materia prima que lo constituye es un material equivalente en el listado de valores ambientales de los estudios de tesis realizados o en el listado de la base del ITeC del que tomaremos su factor de emisión de CO<sub>2</sub>.
- **Hipótesis 5:** Los MBC no relevantes para la investigación. Los MBC cuya descomposición en sus elementos constitutivos no aporten una información ambiental relevante, regresan a formar parte de la muestra original, imagen original del MC, suponiéndose que se comportan como la media.

**ETAPA 2: Cuantificación de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el MC.** Será necesario el desarrollo de las subetapas mostradas en la Figura 1 y las herramientas, obtenidas en etapas precedentes:

Las herramientas son las siguientes:

- Imagen Original del MC Constituida por todos los MBC consumidos en la construcción, que constituyen la muestra objeto de estudio. Sus resultados, expresados en kg/m<sup>2</sup> de superficie construida, se recogen en la denominada Matriz de Cantidades Normalizadas.

- Base de Datos ambientales específica del MC donde se recogen las emisiones de CO<sub>2</sub>, en kgCO<sub>2</sub>/kg, derivadas de la fabricación de los MBC representativos del MC, consumidos en su ejecución y que configuran la denominada Imagen de Referencia del MC, estos datos ambientales han sido recogidos y analizados mediante procedimientos estadísticos.

**E2.1.-Emisiones de CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> construido.** Se logran mediante la aplicación de la Base de Datos ambientales específica del MC, multiplicando los valores obtenidos para las emisiones de CO<sub>2</sub> de cada MBC representativo del MC por su peso entre m<sup>2</sup> de superficie construida a cada uno de ellos, obteniéndose los resultados en kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>.

*Tabla 2.*

*Formato para emisiones de CO<sub>2</sub> eq por m<sup>2</sup> de superficie construida*

Ítem o Código	CBMs representativos del MC	Emisiones por CBM		Peso		Emisiones por m <sup>2</sup>	
		kgCO <sub>2</sub> eq /kg		Kg/m <sup>2</sup>		KgCO <sub>2</sub> eq /m <sup>2</sup>	
AA9NNNNka	CBMa	Ea		Ra		ECa	
AA9NNNNks	CBMs	Es		Rs		ECs	
AA9NNNNkz	CBMz	Ez		R*z		ECz	

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

Cada fila “i” de la matriz recoge toda la información relacionada con cada uno de los MBC más representativos del MC, en relación con el peso por m<sup>2</sup> de superficie construida y las emisiones de CO<sub>2</sub> por kg de material y por m<sup>2</sup>.

$E_s$  = Emisiones de CO<sub>2</sub> del MBC, en kgCO<sub>2</sub>/kg de material.

$R_s$  = Peso, en kg/m<sup>2</sup> de superficie construida, del MBC “s” que representa la muestra de seleccionada.

$EC_s$  = Emisiones de CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> construido correspondiente a cada MBC, en kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup> construido en el MC definido. Los valores expresados en dicha columna son el resultado de multiplicar los valores correspondientes al peso por m<sup>2</sup> de superficie construida del MBC “s”  $R_s$ , por el respectivo valor de las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del proceso de fabricación del MBC específico “s” al que acompaña ( $E_s$ ), expresado en kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

Ecuación:

$$EC_s = E_s * R_s \quad \text{Ec. (2)}$$

### **CAPÍTULO III. RESULTADOS**

El cálculo de cuantificación de la huella de carbono, se realizó en las 5 instituciones educativas iniciales, ubicadas en las localidades de El Prado, Gallito Ciego, Amanchaloc, Santa Ana y el Mote en los Distritos de Yonan, Guzmango, San Benito y Contumazá, Provincia de Contumazá, Región Cajamarca, que pertenecen a un solo expediente técnico de obra del Proyecto denominado "Creación del servicio educativo escolarizado nivel inicial en las localidades El Prado, Gallito Ciego, Amanchaloc, Santa Ana y El Mote, en los distritos de Yonan, Guzmango, San Benito y Contumaza, provincia de Contumaza, región Cajamarca", con registro en el [invierte.pe](http://invierte.pe), código único de inversiones (CUI): 2300106 y aprobado por el Gobierno Regional de Cajamarca mediante Resolución Gerencial Regional de Infraestructura N° 109-2018-GR.CAJ/GRI, de fecha 20 de agosto de 2018.

Los materiales se han caracterizado por especialidad (arquitectura, estructuras, eléctricas y sanitarias) para mejor entendimiento y poder determinar los materiales más representativos en las edificaciones. Una vez determinado los MBC, se identificaron los factores de emisión, a fin de poder conocer la huella de carbono en la construcción de las edificaciones.

Las características principales de cada uno de las instituciones educativas en estudio, son las siguientes:

#### **Descripción general de la obra Proyectada**

La ejecución del proyecto de las instituciones educativas iniciales, El Prado, Gallito Ciego, Amanchaloc, Santa Ana y el Mote, considera la construcción de los siguientes ambientes según los módulos:

#### **Módulo Aula + SS.HH**

✓	Aula Pedagógica	01
✓	SS.HH. Niños-Niñas	01
✓	SS.HH. Docente	01

#### **Módulo Sum- Cocina**

✓	Cocina	01
✓	Sala de usos múltiples	01

#### **Módulo Dirección Tópico**

✓	Dirección	01
✓	Depósito para materiales	01
✓	Tópico	01

#### **Módulo Residencia Docente**

✓	Habitación con baño y cocina.	01
---	-------------------------------	----

#### **Espacios exteriores:**

✓	Hall de Ingreso	01
✓	Portón de Ingreso	01
✓	Área de Juegos Infantiles	01
✓	Patio de Formación	01
✓	Tanque elevado de Polietileno	01
✓	Veredas	
✓	Canal de Evacuación de Aguas de Lluvia	
✓	Gradas	
✓	Rampas	
✓	Cerco Perimétrico	
✓	Jardineras	

## **1. UBICACIÓN DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS**

Las instituciones educativas Amanchaloc, El mote, El prado, Gallito Ciego y Santa Ana, se encuentran ubicadas en:

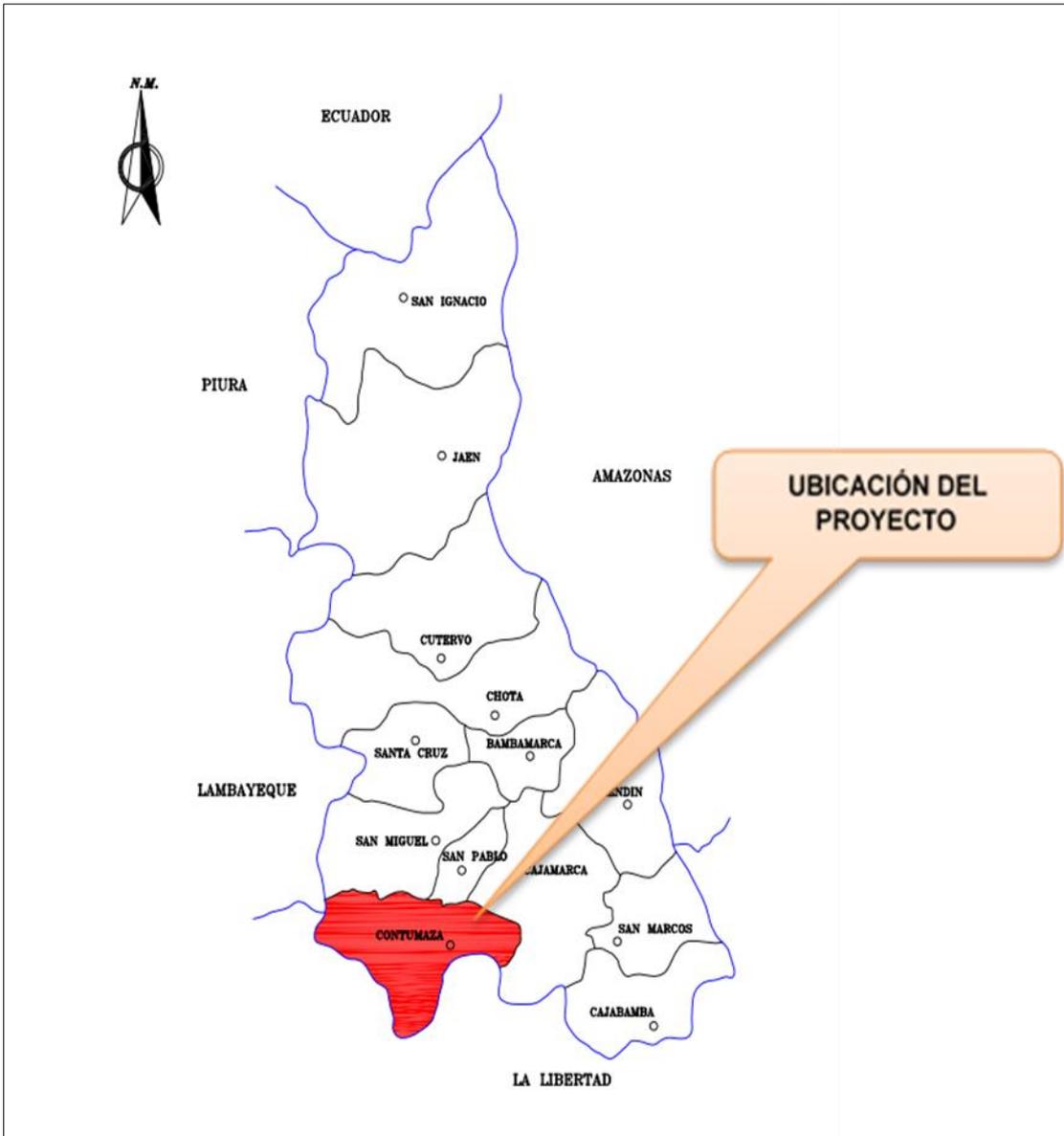


Figura 2. Ubicación geográfica

Fuente: Expediente técnico de obra

## 2. META FÍSICA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Tabla 3.

Meta física I.E Amanchaloc

<b>ÁREAS DEL PROYECTO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA AMANCHALOC</b>					
<b>COMPONENTES</b>	<b>AMBIENTES</b>	<b>ÁREA TECHADA m<sup>2</sup></b>	<b>ÁREA OCUPADA m<sup>2</sup></b>	<b>METRO LINEAL / UND</b>	
MODULO 1	1° PISO	Aula, ss.hh niños, ss.hh. Niñas, ss.hh docente	83.31	67.18	
	2° PISO	Dirección, dep. Materiales, tópico, ss.hh docente	110.6	67.18	
MODULO 2	(Sum, cocina)	123.55	85.90		
ÁREA DE JUEGOS				55.00	
ACCESOS Y CIRCULACIONES				270.28	
CERCO PERIMÉTRICO					142.50
CANAL DE EVAC. AGUA DE LLUVIA TANQUE ELEVADO (POLIETILENO)				8.85	62.50
<b>TOTAL</b>			<b>317.46</b>	487.18	205
<b>ÁREA DEL TERRENO</b>				864.35	
<b>ÁREA TECHADA</b>			436.45	337.17	
				39%	

Fuente: expediente técnico de obra

Tabla 4.

Meta física I.E El Mote

<b>ÁREAS DEL PROYECTO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA <u>EL MOTE</u></b>				
<b>COMPONENTES</b>	<b>AMBIENTES</b>	<b>ÁREA TECHADA m<sup>2</sup></b>	<b>ÁREA OCUPADA m<sup>2</sup></b>	<b>METRO LINEAL / UND</b>
MODULO 1	Aula, ss.hh niños, ss.hh. Niñas, ss.hh docente.	164.352	112.812	
MODULO 2	(Sala Usos Múltiples, Cocina).	129.9	79	
MODULO 3	Dirección, Dep. Materiales.	47.19	18	
MODULO 4	Residencia Docente	45.65	21.26	
PATIO DE FORMACIÓN		96.78	96.78	
ÁREA DE JUEGOS			64.43	
ACCESOS, VEREDAS, GRADAS Y RAMPAS			270.56	
CERCO PERIMÉTRICO				119.4
CANAL DE EVAC. AGUA DE LLUVIA				163.57
BIODIGESTOR				1
Pozas de percolación				1
<b>TOTAL</b>		<b>483.872</b>	662.842	282.97
<b>ÁREA DEL TERRENO</b>			888.77	
<b>ÁREA TECHADA</b>		483.872		
			514.34	
			57.87%	

Fuente: expediente técnico de obra

Tabla 5.

Meta física I.E El Prado

<b>ÁREAS DEL PROYECTO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA INICIAL <u>EL PRADO</u></b>				
<b>COMPONENTES</b>	<b>AMBIENTES</b>	<b>ÁREA TECHADA m<sup>2</sup></b>	<b>ÁREA OCUPADA m<sup>2</sup></b>	<b>METRO LINEAL / UND</b>
MODULO 1	Aula, ss.hh niños, ss.hh. Niñas, ss.hh docente (SUM, Cocina,	105.54	69.19	
MODULO 2	Depósito de Alimentos, Limpieza y Mant. Dirección,	137.82	85.62	
MODULO 3	Dep. Materiales, Tópico	81.75	47.46	
MODULO 4	Residencia Docente	46.65	25.18	
HALL DE INGRESO			89.74	
PATIO DE FORMACIÓN		106.45	103.54	
ÁREA DE JUEGOS			49.91	
ACCESOS, VEREDAS, GRADAS Y RAMPAS			57.91	
CERCO PERIMÉTRICO				116.09
CANAL DE EVAC. AGUA DE LLUVIA				95.19
BIODIGESTOR				1
POZO PERCOLADOR				1
<b>TOTAL</b>		<b>478.21</b>	<b>528.55</b>	<b>213.28</b>
<b>ÁREA DEL TERRENO</b>			<b>872.49</b>	
<b>ÁREA TECHADA</b>		<b>478.21</b>		
			343.94	
			39.42%	

Fuente: expediente técnico de obra

Tabla 6.

Meta Física I.E Gallito Ciego

<b>ÁREAS DEL PROYECTO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA GALLITO CIEGO</b>				
<b>COMPONENTES</b>	<b>AMBIENTES</b>	<b>ÁREA TECHADA m<sup>2</sup></b>	<b>ÁREA OCUPADA m<sup>2</sup></b>	<b>METRO LINEAL / UND</b>
MODULO 1	Aula, ss.hh niños, ss.hh. Niñas, ss.hh docente	96.63	69.18	
MODULO 2	(SUM, Cocina)	123.55	85.74	
MODULO 3	Dirección, Dep. Materiales, Tópico	83.06	47.47	
PATIO TECHADO		133.21	91.2	
ÁREA DE JUEGOS			51.01	
ACCESOS Y CIRCULACIONES CERCO PERIMÉTRICO			208.33	110.17
CANAL DE EVAC. AGUA DE LLUVIA TANQUE ELEVADO (POLIETILENO)			2.25	109.86
BIODIGESTOR+POZO PERCOLADOR			44.75	
<b>TOTAL</b>		<b>436.45</b>	<b>599.93</b>	<b>220.03</b>
<b>ÁREA DEL TERRENO</b>			<b>702.42</b>	
<b>ÁREA TECHADA</b>		<b>436.45</b>		
			252.34	
			35.92%	

Fuente: expediente técnico de obra

Tabla 7.

Meta física I.E Santa Ana

<b>ÁREA DEL PROYECTO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA <u>SANTA ANA</u></b>				
<b>COMPONENTES</b>	<b>AMBIENTES</b>	<b>ÁREA TECHADA m<sup>2</sup></b>	<b>ÁREA OCUPADA m<sup>2</sup></b>	<b>METRO LINEAL / UND</b>
MODULO 1	2 aulas, ss. hh niños, ss.hh. Niñas, ss. hh docente	164.36	112.81	
MODULO 2	Sala de usos múltiples (SUM),	113.12	75.40	
MODULO 3	Cocina	24.36	47.47	
MODULO 4	Dirección, Depart. de materiales	47.18	24.64	
MODULO 5	Residencia de docencia	45.65	25.18	
PATIO DE FORMACIÓN		97.57	106.49	
ÁREA DE JUEGOS			69.6	
ACCESOS Y VEREDAS			13.1	
CERCO PERIMÉTRICO				154.81
CANAL DE EVAC. AGUA DE LLUVIA				117.77
TANQUE ELEVADO (POLIETILENO)			2.25	
<b>TOTAL</b>		492.24	440.39	272.58
<b>ÁREA DEL TERRENO</b>			1194.73	
<b>ÁREA TECHADA</b>		<b>492.24</b>		
			754.34	
			63.14%	

Fuente: expediente técnico de obra

### 3. COSTO DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Tabla 8.  
Resumen de Presupuesto General de las I.E

<u>RESUMEN PRESUPUESTO GENERAL</u>		
PROYECTO:	FECHA: NOVIEMBRE DEL 2018	
"CREACIÓN DEL SERVICIO EDUCATIVO ESCOLARIZADO NIVEL INICIAL EN LAS LOCALIDADES EL PRADO, GALLITO CIEGO, AMANCHALOC, SANTA ANA Y EL MOTE, EN LOS DISTRITOS DE YONAN, GUZMANGO, SAN BENITO Y CONTUMAZA, PROVINCIA DE CONTUMAZA, REGION CAJAMARCA"		
01	COSTO DIRECTO I.E.I. EL PRADO	S/. 705,362.62
02	COSTO DIRECTO I.E.I. GALLITO CIEGO	S/. 628,760.90
03	COSTO DIRECTO I.E.I. AMANCHALOC	S/. 850,171.90
04	COSTO DIRECTO I.E.I. SANTA ANA	S/. 1,109,597.10
05	COSTO DIRECTO I.E.I. EL MOTE	S/. 1,176,178.19
06	COSTO DIRECTO TOTAL	S/. 4,470,070.71
07	GASTOS GENERALES (11%) ver desagregado	S/. 491,707.78
08	UTILIDAD (7%)	S/. 312,904.95
09	SUBTOTAL	S/. 5,274,683.44
10	IGV (18%)	S/. 949,443.02
11	VALOR REFERENCIAL	S/. <b>6,224,126.46</b>

Fuente: expediente técnico de obra

#### a) DESAGREGADO DEL PRESUPUESTO POR I.E.

Tabla 9.  
Presupuesto I.E El Prado

Ítem	Descripción	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>CREACIÓN I.E.I. EL PRADO-YONAN</b>	<b>705,362.62</b>
01.01	MÓDULO AULA INDIVIDUAL	177,420.25
01.02	MÓDULO SUM	113,631.54
01.03	MÓDULO DIRECCIÓN CON TÓPICO	91,502.54
01.04	MÓDULO DE RESIDENCIA	59,968.94
01.05	MÓDULO DE COCINA	32,909.62
01.06	PORTADA DE INGRESO	20,029.69
01.07	CERCO PERIMETRICO MIXTO DE LADRILLO Y MALLA OLIMPICA	4,919.11
01.08	CERCO PERIMÉTRICO DE MALLA OLIMPICA	49,760.12
01.09	MEJORAMIENTO DE ACCESOS Y OTROS	69,819.82
01.10	EQUIPAMIENTO Y MOBILIARIO	47,029.81
01.11	IMPLEMENTACIÓN CON KIT EDUCATIVOS DIDÁCTICOS	7,271.18
01.12	MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	5,600.00
01.13	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA	4,800.00
01.14	FLETE TERRESTRE	20,700.00

Fuente: expediente técnico de obra

Tabla 10.

Presupuesto I.E Gallito Ciego

Ítem	Descripción	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>CREACIÓN I.E.I. GALLITO CIEGO-YONAN</b>	<b>628,760.90</b>
01.01	MÓDULO AULA INDIVIDUAL	179,963.83
01.02	MÓDULO SUM-COCINA	130,134.06
01.03	MÓDULO DIRECCIÓN CON TÓPICO	93,807.50
01.04	PORTADA DE INGRESO	19,736.18
01.05	CERCO PERIMETRICO MIXTO DE LADRILLO Y MALLA OLIMPICA	7,463.93
01.06	CERCO PERIMÉTRICO DE MALLA OLIMPICA	40,694.13
01.07	MEJORAMIENTO DE ACCESOS Y OTROS	73,233.16
01.08	EQUIPAMIENTO Y MOBILIARIO	42,956.93
01.09	IMPLEMENTACIÓN CON KIT EDUCATIVOS DIDÁCTICOS	7,271.18
01.10	MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	5,600.00
01.11	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA	4,800.00
01.12	FLETE TERRESTRE	23,100.00

Fuente: expediente técnico de obra

Tabla 11.

Presupuesto I.E Amanchaloc

Ítem	Descripción	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>CREACIÓN I.E.I. AMANCHALOC-GUZMANGO</b>	<b>850,171.90</b>
01.01	MÓDULO AULA INDIVIDUAL Y DIRECCIÓN	320,744.29
01.02	MÓDULO SUM-COCINA	139,213.65
01.03	PORTADA DE INGRESO	20,355.46
01.04	CERCO PERIMETRICO MIXTO DE LADRILLO Y MALLA OLIMPICA	107,663.86
01.05	CERCO PERIMÉTRICO DE MALLA OLIMPICA	88,853.94
01.06	MEJORAMIENTO DE ACCESOS Y OTROS	61,112.59
01.07	EQUIPAMIENTO Y MOBILIARIO	42,956.93
01.08	IMPLEMENTACIÓN CON KIT EDUCATIVOS DIDÁCTICOS	7,271.18
01.09	MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	5,600.00
01.10	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA	4,800.00
01.11	FLETE TERRESTRE	51,600.00
01.11.01	FLETE TERRESTRE	51,600.00

Fuente: expediente técnico de obra

Tabla 12.

Presupuesto de la I.E Santa Ana

Ítem	Descripción	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>CREACIÓN I.E.I. SANTA ANA-SAN BENITO</b>	<b>1,109,597.10</b>
01.01	MÓDULO AULA DOBLE	265,789.36
01.02	MÓDULO SUM	121,999.79
01.03	MÓDULO DIRECCIÓN SIN TÓPICO	58,186.91
01.04	MÓDULO DE RESIDENCIA	61,715.25
01.05	MÓDULO DE COCINA	33,651.85
01.06	PORTADA DE INGRESO	20,631.05
01.07	CERCO PERIMETRICO MIXTO DE LADRILLO Y MALLA OLIMPICA	2,117.08
01.08	CERCO PERIMÉTRICO DE MALLA OLIMPICA	32,516.34
01.09	MEJORAMIENTO DE ACCESOS, MURO DE CONTENCIÓN Y OTROS	386,477.98
01.10	EQUIPAMIENTO Y MOBILIARIO	64,119.13
01.11	IMPLEMENTACIÓN CON KIT EDUCATIVOS DIDÁCTICOS	14,542.36
01.12	MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	5,600.00
01.13	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA	4,800.00
01.14	FLETE TERRESTRE	37,450.00

Fuente: expediente técnico de obra

Tabla 13.

Presupuesto de la I.E El Mote

Ítem	Descripción	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>CREACIÓN I.E.I. EL MOTE-CONTUMAZÁ</b>	<b>1,176,178.19</b>
01.01	MÓDULO AULA DOBLE	288,884.94
01.02	MÓDULO SUM	122,613.20
01.03	MÓDULO DIRECCIÓN SIN TÓPICO	61,486.49
01.04	MÓDULO DE RESIDENCIA	62,600.22
01.05	MÓDULO DE COCINA	34,022.24
01.06	PORTADA DE INGRESO	21,021.73
01.07	CERCO PERIMETRICO MIXTO DE LADRILLO Y MALLA OLIMPICA	219,285.43
01.08	CERCO PERIMÉTRICO DE MALLA OLIMPICA	26,243.77
01.09	MEJORAMIENTO DE ACCESOS, MURO DE CONTENCIÓN Y OTROS	193,958.68
01.10	EQUIPAMIENTO Y MOBILIARIO	64,119.13
01.11	IMPLEMENTACIÓN CON KIT EDUCATIVOS DIDÁCTICOS	14,542.36
01.12	MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	5,600.00
01.13	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA	4,800.00
01.14	FLETE TERRESTRE	57,000.00

Fuente: expediente técnico de obra

#### **4. CUANTIFICACIÓN DE LOS MATERIALES MÁS REPRESENTATIVOS CONSUMIDOS EN LA EJECUCIÓN DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS INICIALES.**

Denominación de las instituciones educativas

1. Proyecto P1: I.E Amanchaloc
2. Proyecto P2: I.E El Mote
3. Proyecto P3: I.E El Prado
4. Proyecto P4: I.E Gallito Ciego
5. Proyecto P5: I.E Santa Ana

Se está presentando los materiales más representativos por cada institución educativa

Tabla 14.

*Metrado de materiales básicos de construcción, más representativos*

MATRIZ DE CANTIDAD DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN(MBC) DEL MODELO CONSTRUCTIVO (MC)							
CÓDIGO S10	UNIDAD	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	CANTIDAD DE MBC DEL MC EN UNIDADES DE MEDIDA ORIGEN				
			P1	P2	P3	P4	P5
0202970002	kg	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	21,899.37	26,689.02	13,084.38	11,687.63	24,670.15
0205010038	m <sup>3</sup>	AFIRMADO DE RIO	163.12	181.26	99.08	91.33	171.57
0202040009	kg	ALAMBRE NEGRO N°16	1,015.80	1,236.24	603.88	538.61	1,145.27
0202000008	kg	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	822.51	908.21	629.17	571.54	814.40
0204000009	m <sup>3</sup>	ARENA FINA	27.66	33.69	32.70	26.27	32.25
0205010042	m <sup>3</sup>	ARENA GRUESA	192.63	307.08	139.36	125.49	278.64
0254500021	gln	BARNIZ DD CRYSTAL TRANSPARENTE	3.45	3.64	2.90	3.39	3.64
0254210002	gln	BASE ANTICORROSIVA	3.23	2.72	3.13	2.93	4.63
0226050031	und	BISAGRA CAPUCHINA DE 4"X4"	34.00	51.00	42.00	28.00	51.00
0219010039	m	CABLE FPL, 2x18 AWG	54.89	118.56	74.98	50.61	118.56
0207030096	m	CABLE THW 10 AWG 6 mm2	151.72	451.73	121.99	121.99	451.73
0207030095	m	CABLE THW 12 AWG 4 mm2	392.08	383.50	347.00	449.17	383.50
0207030094	m	CABLE THW 14 AWG 2.5 mm2	354.37	374.97	352.03	328.43	374.76
0207030097	m	CABLE THW 8 AWG 10 mm2	9.27	14.42	20.89	20.89	14.42
0212040035	und	CAJA DE PASO OCTOGONAL PESADA 3/4"	41.00	49.00	50.00	44.00	49.00
0212040034	und	CAJA DE PASO RECTANGULAR PESADA 3/4"	46.00	53.00	55.00	47.00	53.00
0221000000	bol	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	4,370.92	7,258.47	2,694.74	2,395.69	6,835.40
0224000036	m <sup>2</sup>	CERAMICA DE COLOR 45cm x 45 cm (ALTO TRÁNSITO)	162.19	254.04	246.02	221.02	254.04
0215020007	m <sup>2</sup>	CERAMICO NACIONAL 20X30 BLANCO	39.40	51.34	51.34	39.40	51.34
0226070057	und	CERRADURA 02 GOLPES CON TIRADOR TIPO FORTE	10.00	12.00	12.00	9.00	12.00
0202110133	und	CERROJO DE PASADOR 2.5"	12.00	20.00	17.00	12.00	20.00
0272140003	und	CODO DE 90 PVC SAL DE 4"		1.00	1.00	1.00	
0272530074	und	CODO DE VENTILACION PVC - SAL 4" a 2"	4.00	6.00	8.00	7.00	6.00

Nota: En la tabla 14 se presentan los metrados de los 5 proyectos con sus cantidades de materiales en unidades origen (expediente técnico)

Fuente: Expediente técnico de obra

*Tabla 15.  
Metrado de materiales básicos de construcción, más representativos (continuación)*

MATRIZ DE CANTIDAD DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN(MBC) DEL MODELO CONSTRUCTIVO (MC)							
CÓDIGO S10	UNIDA D	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	CANTIDAD DE MBC DEL MC EN UNIDADES DE MEDIDA ORIGEN				
			P1	P2	P3	P4	P5
0272530081	und	CODO DESAGÜE PVC 2" X 45°	14.00	2.00	15.00	14.00	2.00
0272140029	und	CODO DESAGUE PVC 4" x 2"	4.00	6.00	8.00	7.00	6.00
0272530080	und	CODO DESAGÜE PVC 4" X 45°	7.00	4.00	7.00	7.00	4.00
0272530067	und	CODO PVC - SAL 2" X 90°	17.50	28.00	24.00	14.50	28.00
0272060036	und	CODO PVC - SAP CLASE 10 SP - 1/2" x 90°	78.00	82.00	88.00	78.00	83.00
0272060037	und	CODO PVC - SAP CLASE 10 SP - 3/4" x 90°	4.00	5.00	5.00	4.00	8.00
0272530075	und	CODO PVC SAP PARA AGUA SIMPLE PRESION DE 4" X 90°	24.00	33.00	36.00	30.00	33.00
0207020011	m	CONDUCTOR DE COBRE CABLEADO TW N° 12	316.20	325.50	344.10	297.60	325.50
0206030050	m	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO 16 MM2	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50
0259020076	pza	CUMBRERA TIPO TEJA ANDINA	74.24	95.70	74.24	74.24	94.25
0274020002	pza	CURVA PVC SAP LUZ 3/4"	212.32	277.97	282.28	239.95	278.00
0230420071	und	DETECTOR DE HUMOS	8.00	10.00	9.00	8.00	10.00
0253030033	gln	DILUYENTE PARA ESMALTE EPOXICO	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0253030034	gln	DILUYENTE PARA PINTURA DE ADHERENCIA	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
0210060008	und	DUCHA CROMADA INC.GRIF 1 LLAVE		1.00	1.00		1.00
0212140050	und	EQUIPO FLUORESCENTE ADOSABLE DE 2X36W	20.00	23.00	22.00	19.00	23.00
0212140047	und	EQUIPO FLUORESCENTE HERMETICO 2x36W	9.00	11.00	15.00	13.00	12.00
0202110134	kg	FIERRO LISO DE 3/8"	171.60	120.80	190.00	163.20	374.80
0211210101	und	FLUORESCENTE 36 W	58.00	68.00	74.00	64.00	70.00
0238000012	m³	HORMIGON	97.45	133.46	116.28	104.25	163.20
0230900005	kg	IMPRIMANTE	39.21	68.50	29.87	26.94	28.77
0254010054	gln	IMPRIMANTE VINILICO P/SUPERF. GALVANIZADAS	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
0210280006	und	INODORO BABY FRESH BLANCO (INC. ACCES.)	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00

*Nota: En la tabla 15 se presentan los metrados de los 5 proyectos con sus cantidades de materiales en unidades origen (expediente técnico)*

Tabla 16.  
Metrado de materiales básicos de construcción, más representativos (continuación)

MATRIZ DE CANTIDAD DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN(MBC) DEL MODELO CONSTRUCTIVO (MC)							
CÓDIGO S10	UNIDAD	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	CANTIDAD DE MBC DEL MC EN UNIDADES DE MEDIDA ORIGEN				
			P1	P2	P3	P4	P5
0210280003	und	INODORO LOSA 1ERA C/ASIENTO + TANQUE BAJO ADULTO NAC.	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00
0212020104	und	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2x40A	3.00	5.00	6.00	4.00	5.00
0212310094	und	INTERRUPTOR DOBLE DE 10 A, 250V	3.00	5.00	6.00	5.00	5.00
0212310099	und	INTERRUPTOR SIMPLE DE 10 A, 250V	7.00	12.00	10.00	8.00	12.00
0212020107	und	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO - 2 x 16 A	5.00	9.00	11.00	8.00	9.00
0212020106	und	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO - 2 x 40 A	3.00	5.00	6.00	4.00	5.00
0212310081	pza	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2x20 AMP	6.00	9.00	11.00	8.00	9.00
0212310100	und	INTERRUPTOR TRIPLE DE 10 A 250	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00
0217180002	und	LADRILLO KK TIPO IV 23 x 12.5 x 09 CM.	14,362.11	17,423.84	16,032.46	14,148.19	14,998.84
0217010000	und	LADRILLO P/TECHO DE 12x30x30 CM 4 HCOS.	3,765.18	2,794.38	2,766.03	2,315.25	2,794.38
0211030110	und	LÁMPARA DE EMERGENCIA 2x16W 2 FAROS	9.00	12.00	9.00	9.00	9.00
0230450055	und	LAVADERO ACERO INOX. 1 POZAS 48x94 cm + ACCESORIOS	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00
0210040094	und	LAVATORIO	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00
0210220044	und	LLAVE CROMADO PARA URINARIO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0210220043	und	LLAVE DE LAVADERO CROMADA	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00
0210220042	und	LLAVE DE LAVADERO CROMADA PICO GIRATORIO	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00
0243010003	p <sup>2</sup>	MADERA TORNILLO	7,343.34	8,837.75	5,564.72	4,850.23	7,899.78
0226950000	und	MANIJA DE 4" PARA PUERTA	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
0230460039	kg	PEGAMENTO PARA LOSETAS Y CERAMICAS	787.00	1,194.63	1,165.00	1,023.80	1,194.63
0230460037	gln	PEGAMENTO PARA TUBERIA PVC	4.85	3.57	4.58	4.32	3.67
0230010085	und	PEGAMENTO PVC 1/4 GALON	6.50	9.94	10.05	7.43	9.94
0205000044	m <sup>3</sup>	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	197.89	305.21	129.22	117.86	277.66
0205020051	m <sup>3</sup>	PIEDRA GRANDE (MAX. 8")	21.86	26.63	36.54	34.02	29.16

Nota: En la tabla 16 se presentan los metrados de los 5 proyectos con sus cantidades de materiales en unidades origen (expediente técnico)

Tabla 17.

Metrado de materiales básicos de construcción, más representativos (continuación)

MATRIZ DE CANTIDAD DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN(MBC) DEL MODELO CONSTRUCTIVO (MC)								
CÓDIGO S10	UNIDAD	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	CANTIDAD DE MBC DEL MC EN UNIDADES DE MEDIDA ORIGEN					
			P1	P2	P3	P4	P5	
0205000010	m <sup>3</sup>	PIEDRA MEDIANA DE 4"	2.14	2.22	2.17	1.24	1.90	
0205000048	m <sup>3</sup>	PIEDRA MEDIANA MAX 6"	3.19	4.28	3.19	3.19	3.57	
0254060000	gln	PINTURA ANTICORROSIVA	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	
0230990106	gln	PINTURA ANTICORROSIVA	3.07	2.59	2.97	2.77	4.47	
0254110096	und	PINTURA ESMALTE 1/4 GALON	0.65	2.31	1.08	0.80	1.95	
0254010051	gln	PINTURA LATEX	41.15	57.03	53.31	39.81	52.21	
0254450101	gln	PINTURA TRÁFICO	3.00	3.00	2.00	2.00	4.00	
0215020004	m <sup>2</sup>	PISO CERAMICO NACIONAL 20X30 BLANCO	6.72	6.72	6.72	6.72	6.72	
0230290021	kg	PORCELANA BLANCA	13.17	16.59	16.59	13.17	16.59	
0243130141	und	PUERTA DE 2 HOJAS MADERA CEDRO C/TABLEROS 1.40x2.20 m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
0251990157	und	PUERTA DE INGRESO A RESIDENCIA		1.00	1.00		1.00	
0244080021	und	PUERTA DE MADERA 0.60x1.20 m	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00	
0243130143	und	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 0.60x2.10 m		1.00	1.00		1.00	
0243130140	und	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 0.85x2.10 m	4.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
0243130139	und	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 0.90x2.10 m	4.00	6.00	6.00	4.00	6.00	
0243130142	und	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 1.00x2.10 m		1.00	2.00	2.00	1.00	
0243130138	und	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 1.00x2.70 m	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	
0212700099	und	TABLERO METÁLICO 12 POLOS	3.00	5.00	5.00	3.00	5.00	
0212700100	und	TABLERO METÁLICO 18 POLOS	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
0272130031	pza	TEE D/PLASTICO PVC 4"		1.00	1.00	1.00		
0252650028	m	TEE DE 1 1/2"x 1 1/2" x 3/16"	11.36	14.57	18.59	25.24	18.59	
0272130068	und	TEE PVC SAP - CLASE 10 SP - 1/2"	34.00	36.00	37.00	32.00	37.00	

Nota: En la tabla 17 se presentan los metrados de los 5 proyectos con sus cantidades de materiales en unidades origen (expediente técnico)

Fuente: Expediente técnico de obra

Tabla 18.  
Metrado de materiales básicos de construcción, más representativos (continuación)

CÓDIGO S10	UNIDAD	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	CANTIDAD DE MBC DEL MC EN UNIDADES DE MEDIDA ORIGEN				
			P1	P2	P3	P4	P5
0272130069	und	TEE PVC SAP - CLASE 10 SP - 3/4"	1.00	2.00	2.00	1.00	6.00
0221020014	pln	TEJA ANDINA DE 1.14x0.72m x 5mm	377.19	635.31	598.76	497.27	636.07
0212310095	und	TOMACORRIENTE DUPLEX 2P+T OVAL	34.00	35.00	37.00	32.00	35.00
0244030022	pln	TRIPLAY DE 4'x8'x 6 mm	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
0272010050	m	TUBERIA PVC SAP - CLASE 10 - 1/2" x 5M	110.11	104.44	96.44	124.36	115.35
0272010051	m	TUBERIA PVC SAP- CLASE 10 - 3/4" x 5M	32.63	43.22	27.48	21.30	41.41
0272520094	m	TUBERIA PVC SAP PRESION C-10 EC 4" X 5m	50.42	64.58	69.99	45.27	64.58
0274010102	m	TUBO P/DESAGUE DE 2", 5m long.	95.04	82.72	64.80	54.67	82.72
0274010100	m	TUBO P/DESAGUE DE 4", 5m long.	58.81	64.99	48.97	54.14	64.99
0274010006	pza	TUBO PVC SAP (LUZ) (E/C) 2" X 3 M.	10.89	25.90	17.14	18.01	25.90
0274010002	pza	TUBO PVC SAP (LUZ) (E/C) 3/4" X 3 M.	92.04	157.00	155.42	126.34	157.04
0252650031	m	TUBO RECTANGULAR DE 20x40x2mm, 6m long.	15.73	15.73	15.73	15.73	15.73
0252650030	m	TUBO RECTANGULAR DE 40x60x3mm, 6m long	74.40	85.17	87.77	62.07	87.77
0272570011	pza	UNION PVC SAP (LUZ) 2"	10.26	24.42	16.16	16.99	24.42
0210010062	und	URINARIO COLOR BLANCO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0251990137	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 0.95x1.00 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		1.00	1.00	1.00	1.00
0251990148	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.15x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	2.00				
0251990147	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.15x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	2.00				
0251990136	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.20x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		1.00	1.00		1.00
0251990145	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.40x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	12.00				
0251990143	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.45x0.90 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	1.00				
0251990135	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.50x1.50 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		3.00	3.00	3.00	3.00
0251990132	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.50x1.76 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		1.00	3.00		1.00

Nota: En la tabla 18 se presentan los metrados de los 5 proyectos con sus cantidades de materiales en unidades origen (expediente técnico)

*Tabla 19.*  
*Medrado de materiales básicos de construcción, más representativos (continuación)*

MATRIZ DE CANTIDAD DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN(MBC) DEL MODELO CONSTRUCTIVO (MC)							
CÓDIGO S10	UNIDAD	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	CANTIDAD DE MBC DEL MC EN UNIDADES DE MEDIDA ORIGEN				
			P1	P2	P3	P4	P5
0251990128	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.53x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		1.00	1.00	1.00	1.00
0251990149	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.80x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	2.00				
0251990146	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.80x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	1.00				
0251990142	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.80x1.70 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	1.00			1.00	
0251990126	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.83x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		1.00	1.00	1.00	1.00
0251990131	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.00x1.59 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		1.00	1.00		1.00
0251990125	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.10x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		2.00	1.00	1.00	2.00
0251990138	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.15x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		1.00	1.00		1.00
0251990124	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.18x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		1.00	1.00	1.00	1.00
0251990134	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.52x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		1.00	1.00	1.00	1.00
0251990139	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.65x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"			1.00	1.00	
0251990123	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.10x1.20 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		4.00	2.00	2.00	4.00
0251990127	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.10x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		2.00	1.00	1.00	2.00
0251990130	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.20x1.59 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		2.00	2.00		2.00
0251990141	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.20x1.70 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	1.00			1.00	
0251990133	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.23x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		1.00	1.00	1.00	1.00

*Nota: En la tabla 19 se presentan los metrados de los 5 proyectos con sus cantidades de materiales en unidades origen (expediente técnico)*

*Fuente: Expediente técnico de obra*

*Tabla 20.  
Metrado de materiales básicos de construcción, más representativos (continuación)*

MATRIZ DE CANTIDAD DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN(MBC) DEL MODELO CONSTRUCTIVO (MC)							
CÓDIGO S10	UNIDAD	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	CANTIDAD DE MBC DEL MC EN UNIDADES DE MEDIDA ORIGEN				
			P1	P2	P3	P4	P5
0251990129	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.40x1.59 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		3.00			3.00
0251990140	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.40x1.70 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	3.00			3.00	
0251990144	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.52x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	1.00			1.00	
0279010096	p <sup>2</sup>	VIDRIO SEMIDOBLE 6MM	742.93	916.50	560.66	708.86	916.50
0272320005	und	YEE PVC - SAL 2" x 2"	14.00	6.00	16.00	16.00	6.00
0272320006	und	YEE PVC - SAL 4" x 4"	9.00	11.00	11.00	9.00	11.00
0272020101	und	YEE SANITARIA PVC CP 4"x2"	9.00	11.00	11.00	9.00	11.00
0229030003	bol	YESO EN BOLSAS DE 18 KG.	29.58	38.65	37.66	38.79	42.34

*Nota: En la tabla 19 se presentan los metrados de los 5 proyectos con sus cantidades de materiales en unidades origen (expediente técnico)*

*Fuente: Expediente técnico de obra*

## **6. DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN DE LOS MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN IMPLICADOS EN LA EJECUCIÓN**

Los materiales básicos de construcción consumidos, pertenece al alcance 3 según el GHG Protocol, con emisiones indirectas al ambiente, esto porque los factores de emisión de CO<sub>2</sub>eq son calculados durante el proceso de fabricación de los materiales; los factores de emisión estarán expresados en kgCO<sub>2</sub>eq/kg; para el cálculo de la huella de carbono se tomará como prioridad factores de emisión nacionales.

### **6.1. RECOLECCIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN**

Los factores de emisión serán analizados para los materiales utilizados en la construcción de las instituciones educativas iniciales, teniendo en cuenta los datos requeridos por la metodología planteada.

Teniendo como referencia la base de datos de “hueCO2” huella de carbono de la construcción de obra pública, en la presente investigación se optó por agrupar en los materiales más representativos en la construcción de la siguiente manera:

#### **Estructuras**

Acero	: Acero corrugado, acero de refuerzo
Cemento	: Cemento
Madera	: Madera en general
Agregado	: Piedra, Piedra chancada de ½”, Hormigón, Arena gruesa, Grava, agregado en general
Ladrillo	: Ladrillo en general

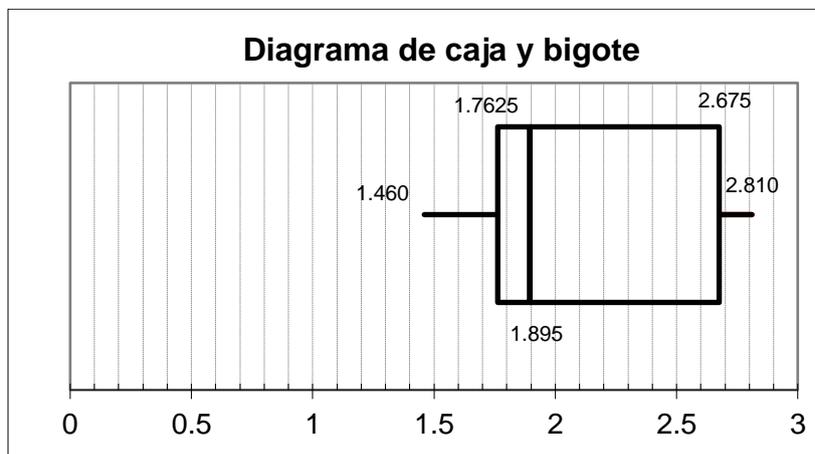
#### **ACERO**

Tabla 21.  
Factor de emisión del acero

Material	Nacionalidad	F.E	Metodología	Fuente
Fuente Nacional				
Acero	Aceros Arequipa	1.90	t CO <sub>2</sub> eq/t acero	Asociación Internacional de la Industria del Hierro y Acero- World Steel Association  Worldsteel ASSOCIATION (2017)
	Ministerio del Ambiente-Perú	1.46	t CO <sub>2</sub> eq/t acero	IPCC  Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), pág. 102
Fuente Extranjera				
Acero	España	2.81	kg CO <sub>2</sub> eq/kg acero	No descrita  ITEC (2017)
	Inglaterra	1.77	kg CO <sub>2</sub> eq/kg acero	No descrita  University-of-Bath (2011)-ICE
	Suiza	1.76	kg CO <sub>2</sub> eq/kg acero	No descrita  EMPA (2014)
	España	2.80	kg CO <sub>2</sub> eq/kg acero	No descrita  Mercader Moyano (2010)-Tesis
	Chile	1.89	kg CO <sub>2</sub> eq/kg acero	No descrita  Consorcio por la Sustentabilidad (2014)-ECOBASE
	Costa Rica	2.30	kg CO <sub>2</sub> eq/kg acero	No descrita  Materiales de construcción(2016)- tesis
<b>ESTADÍGRAFO: INTERVALO DE CONFIANZA(IC) AL 95%</b>				
Promedio (media)	2.2217	Promedio de los datos extranjeros		
Desviación Estándar ( $\sigma$ )	0.4927	datos extranjeros		
Varianza ( $\sigma^2$ )	0.2428	datos extranjeros		
$t_{\alpha/2} = 0.025$	2.5706	n=6; g.l=n-1=5; de la curva de distribución, tabla t de student		
Intervalo de Confianza al 95%	[1.7046 ; 2.7387]	El valor nacional debe encontrarse dentro de este intervalo, de no encontrarse se considera nulo para la investigación.		

Fuente: elaboración propia

Con un nivel de confianza del 95%, se tiene un intervalo de 1.7046 y 2.7387, el cual el factor de emisión nacional de Aceros Arequipa se encuentra dentro del rango calculado, por lo que se tomará este valor para el cálculo de la huella de carbono.



*Fuente: Elaboración propia*

*Figura 3. Estadígrafo Diagrama de Caja y bigote del acero*

Tamaño de la población:	8
Mediana:	1.895
Menor valor:	1.460
Mayor valor:	2.810
Primer Cuartil (Q1):	1.7625
Tercer Cuartil(Q3):	2.6750
Rango intercuartílico:	0.9125
Rango intercuartílico:	[0.3938 ; 4.0438]
Outlier:	0

De acuerdo al estadígrafo, se concluye que ninguno de los factores de emisión considerados es atípico, ningún valor se encuentra fuera de este rango [0.3938, 4.0438], por lo que todos los factores nacionales tienen validez.

**CEMENTO**

Tabla 22.

Factor de emisión del Cemento

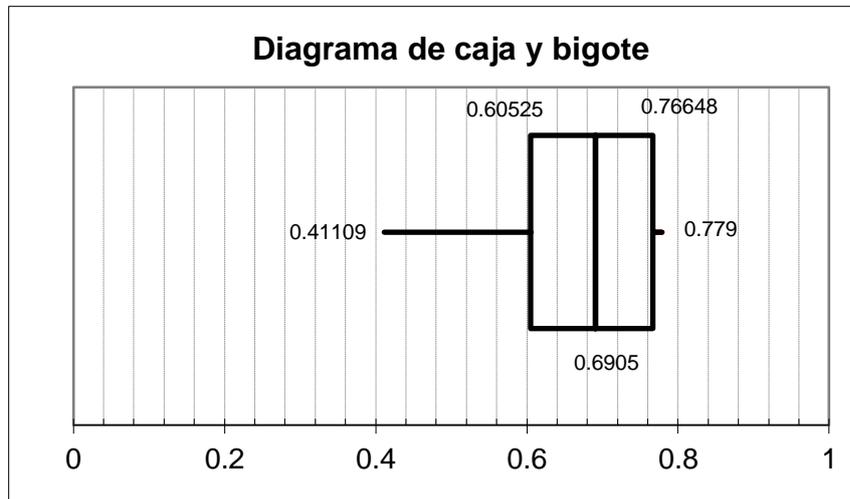
<b>Material</b>	<b>Nacionalidad</b>	<b>F.E</b>	<b>Metodología</b>	<b>Fuente</b>
Fuente Nacional				
	Cemento Andino-Perú	0.719	kg CO <sub>2</sub> eq/kg cemento	ISO 14064 en huella de carbono UNACEM (2016)
Cemento	Cemento Lima-Perú	0.662	kg CO <sub>2</sub> eq/kg cemento	ISO 14064 en huella de carbono UNACEM (2016)
	Cemento Pacasmayo-Perú	0.639	kg CO <sub>2</sub> eq/kg cemento	EuropeanComission 2010 PACASMAYO (2015)
Fuente Extranjera				
	OpenDAP-España	0.779	kg CO <sub>2</sub> eq/kg cemento	No descrita Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción (2013)
Cemento	México	0.769	kg CO <sub>2</sub> eq/kg cemento	No descrita CEMEX (2015)
	Suiza	0.594	kg CO <sub>2</sub> eq/kg cemento	No descrita Holcim (2014)
	España	0.41109	kg CO <sub>2</sub> eq/kg cemento	No descrita Mercader Moyano (2010)-Tesis
	Reino Unido	0.75892	kg CO <sub>2</sub> eq/kg cemento	No descrita Lafarge Tarmac, (2014)-Tesis

**ESTADÍSTICO: INTERVALO DE CONFIANZA (IC) AL 95%**

Promedio (media)	0.6383	Promedio de los datos extranjeros
Desviación Estándar ( $\sigma$ )	0.174	datos extranjeros
Varianza ( $\sigma^2$ )	0.030	datos extranjeros
$t_{\alpha/2} = 0.025$	2.7765	n=5 ; g.l=n-1=4; De la curva de distribución, tabla t de student
Intervalo de Confianza al 95%	[0.4226 ; 0.8541]	El valor nacional debe encontrarse dentro de este intervalo, de no encontrarse se considera nulo para la investigación.

Fuente: elaboración propia

Con un nivel de confianza del 95%, se tiene un intervalo de 0.4226 y 0.8541, en el cual los factores de emisión nacional se encuentran dentro de este intervalo. Se tomará en cuenta el factor de emisión de Cementos Pacasmayo por estar ubicado en la zona norte del Perú.



*Fuente: Elaboración propia*

*Figura 4. Estadígrafo Diagrama de Caja y Bigote del cemento*

Tamaño de la población:	8
Mediana:	0.6905
Menor valor:	0.41109
Mayor valor:	0.7790
Primer Cuartil(Q1):	0.60525
Tercer cuartil(Q3):	0.76671
Rango intercuartílico:	0.16146
Rango intercuartílico:	[0.3631 ; 1.0089]
Outlier:	0

De acuerdo al estadígrafo, se concluye que ninguno de los factores de emisión considerados es atípico, ningún valor se encuentra fuera de este rango [0.3631; 1.0089], por lo que todos los factores nacionales tienen validez.

## MADERA

Tabla 23.

Factor de emisión de la madera

Material	Nacionalidad	F.E	Metodología	Fuente
Fuente Nacional				
Madera	no se han encontrado datos nacionales			
Fuente Extranjera				
	Sevilla-España	28.35 0.0630	kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup> kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita
				Mercader Moyano (2010)-Tesis
Madera	Ecobase-Chile	28.20 0.062666	kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup> kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita
				Consortio por la Sustentabilidad (2014)

### ESTADÍSTICO: INTERVALO DE CONFIANZA(IC) AL 95%

Promedio (media)	28.275	Promedio de los datos extranjeros
Desviación Estándar ( $\sigma$ )	0.106	datos extranjeros
Varianza ( $\sigma^2$ )	0.011	datos extranjeros
$t_{\alpha/2} = 0.025$	12.7062	n=2 ; g.l=n-1=1; De la curva de distribución, tabla t de student
Intervalo de Confianza al 95%	[27.3220 ; 29.2280]	El valor nacional debe encontrarse dentro de este intervalo, de no encontrarse se considera nulo para la investigación

Fuente: Elaboración propia

Con un nivel de confianza del 95%, se tiene un intervalo de 27.3220 y 29.2280; para este análisis no se han encontrado valores de factores de emisión nacionales, por lo que se ha optado por datos extranjeros; todos los datos extranjeros se encuentran dentro del intervalo calculado por lo que todos son válidos; sin embargo, se optará por el factor de emisión de Ecobase por tener certificación ISO14001:2004 en cualquiera de sus dos valores.

## AGREGADO

Tabla 24.

Factor de emisión del agregado

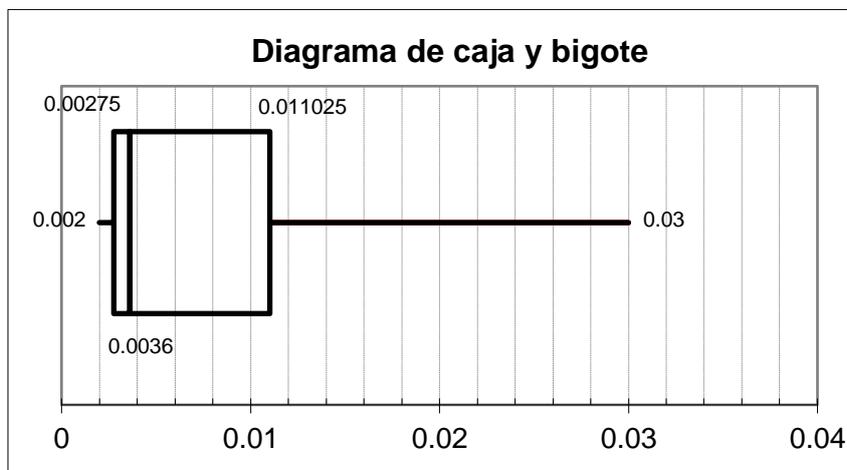
Material	Nacionalidad	F.E	Metodología	Fuente
Fuente Nacional				
Agregado	Constructora MECOIS S.A.C.	0.003	kgCO <sub>2</sub> eq/kg producto	No descrita Francis Mamani (2018)-Tesis
Fuente Extranjera				
	Suiza	0.002	kgCO <sub>2</sub> eq/kg producto	No descrita Holcim (2014)
	México	0.0047	kgCO <sub>2</sub> eq/kg producto	No descrita CEMEX (2015)
Agregado	España	0.030	kgCO <sub>2</sub> eq/kg producto	No descrita Mercader Moyano (2010)-Tesis
	España-HueCO <sub>2</sub>	0.0037	kgCO <sub>2</sub> eq/kg producto	ISO 14040 / 14067, PAS 2050, WBCSD/GHG TECNIBERIA (2014)
	Reino Unido	0.0035	kgCO <sub>2</sub> eq/kg producto	No descrita Lafarge Tarmac, (2014)-Tesis

### ESTADÍSTICO: INTERVALO DE CONFIANZA(IC) AL 95%

Promedio (media)	0.0088	Promedio de los datos extranjeros
Desviación Estándar ( $\sigma$ )	0.01189	datos extranjeros
Varianza ( $\sigma^2$ )	0.00014	datos extranjeros
$t_{\alpha/2} = 0.025$	2.7765	n=5 ; g.l=n-1=4; De la curva de distribución, tabla t de estudent
Intervalo de Confianza al 95%	[-0.0060 ; 0.0236]	El valor nacional debe encontrarse dentro de este intervalo, de no encontrarse se considera nulo para la investigación.

Fuente: Elaboración propia

Con un nivel de confianza del 95%, se tiene un intervalo de [-.0060 y 0.0236]; el factor de emisión nacional se encuentra dentro de este intervalo, es aceptado para el cálculo de la investigación.



*Fuente: Elaboración propia*

*Figura 5. Estadígrafo Diagrama de Caja y bigote de la madera*

Tamaño de la población:	6
Mediana:	0.0036
Menor valor:	0.002
Mayor valor:	0.03
Primer cuartil(Q1):	0.00275
Tercer cuartil(Q3):	0.0111
Rango intercuartílico:	0.0084
Rango intercuartílico:	[-0.0098 ; 0.0236]
Outlier:	0

De acuerdo al estadígrafo de caja y bigote, se concluye que el factor de emisión nacional considerado no es atípico, no se encuentra fuera de este rango [-0.0098; 0.0236].

## LADRILLO

Tabla 25.

### Factor de emisión del Ladrillo

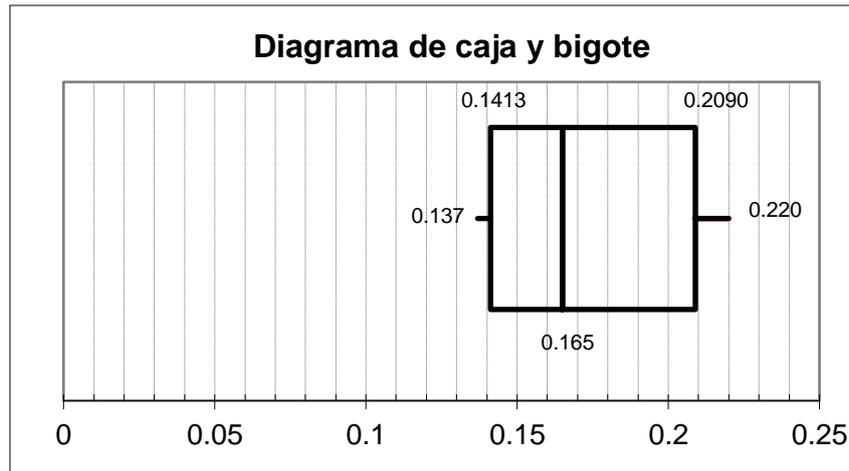
Material	Nacionalidad	F.E	Metodología	Fuente
Fuente Nacional				
Ladrillo	Red Peruana Ciclo de Vida	0.154	kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita RED PERUANA DE CICLO DE VIDA-PUCP (2012)
Fuente Extranjera				
	Chile	0.220	kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita Consortio por la Sustentabilidad (2014)-Ecobase
Ladrillo	Sevilla - España	0.176	kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita Mercader Moyano (2010)-Tesis
	España	0.137	kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción (2013)-OpenDAP

### ESTADÍSTGRAFO: INTERVALO DE CONFIANZA(IC) AL 95%

Promedio (media)	0.1778	Promedio de los datos extranjeros
Desviación Estándar ( $\sigma$ )	0.0415	datos extranjeros
Varianza ( $\sigma^2$ )	0.0017	datos extranjeros
$t_{\alpha/2} = 0.025$	4.3027	n=3; g.l=n-1=2; De la curva de distribución, tabla t de student
Intervalo de Confianza al 95%	[0.0745 ; 0.2808]	El valor nacional debe encontrarse dentro de este intervalo, de no encontrarse se considera nulo para la investigación.

Fuente: *Elaboración propia*

Con un nivel de confianza del 95%, se tiene un intervalo de 0.0745 y 0.2808, en el cual el factor de emisión nacional de 0.154 se encuentra dentro de este intervalo; por lo que es válido y se tomará para el cálculo de la huella de carbono.



*Fuente: Elaboración propia*

*Figura 6. Estadígrafo Diagrama de Caja y bigote del ladrillo*

Tamaño de la población:	4
Mediana:	0.165
Menor valor:	0.137
Mayor valor:	0.220
Primer Cuartil(Q1):	0.1413
Tercer cuartil(Q3):	0.2090
Rango intercuartílico:	0.0678
Rango intercuartílico:	[0.0396 ; 0.3106]
Outlier:	0

De acuerdo al estadígrafo, se concluye que no hay factores de emisión atípicos, todos son válidos para el estudio, se optará por el factor de emisión nacional Red peruana del ciclo de vida.

## Arquitectura

Aluminio

Madera : madera en general

Cemento

Vidrio : Vidrio cristal templado

Pintura : Pintura en general

Cerámica : Cerámica-losa

Porcelana : Porcelana-losa

Yeso : Yeso

Acero galvanizado : Acero galvanizado en general

Barniz : Barniz en general

Bisagra : Bisagra- cerradura en general

Diluyente : Diluyente en general

Lavadero : Lavadero de acero inox.

Pegamento : Pegamento en general

Debemos tener en cuenta que, en la especialidad de estructuras, se analizó el factor de emisión de la madera y cemento, por lo que, en esta especialidad se determinará los factores de emisión de los materiales restantes y otros materiales necesarios que puedan ayudarnos a tener una base datos más completa.

Respecto al proceso de fabricación de los materiales de la especialidad de arquitectura carecen de factores de emisión ambiental de origen nacional, por lo que se optó en utilizar datos extranjeros.

Tabla 26.

## Factores de emisión de materiales de arquitectura

Material	Nacionalidad	F.E	Metodología	Fuente	
Fuente Extranjera					
Porcelana	Sevilla - España	0.3090	kg CO <sub>2</sub> eq/kg producto	No descrita	Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción (2013)-OpenDAP
Cerámica	Sevilla - España	0.16796	kg CO <sub>2</sub> eq/kg producto	No descrita	Mercader Moyano (2010)-Tesis
	0.04m	0.04066	kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>		
Vidrio cristal Templado	Sevilla - España	1.54420	kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup>	No descrita	Mercader Moyano (2010)-Tesis
	6mm	0.93726	kg CO <sub>2</sub> eq/kg		
Pintura	Sevilla - España	3.64325	kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita	Mercader Moyano (2010)-Tesis
	6mm	0.00300	kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>		
Pegamento	Sevilla - España	0.72624	kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>	No descrita	Mercader Moyano (2010)-Tesis
		0.23987	kg CO <sub>2</sub> eq/kg		
Triplay	Chile	368.30 0.56661538	kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup> kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita	Consortio por la Sustentabilidad (2014) Mercader Moyano (2010)-Tesis
Yeso	Sevilla - España	0.32299	kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita	Moyano (2010)-Tesis
Aluminio	Suiza	4.61	kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita	EMPA (2014)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27.

Factores de emisión de materiales de arquitectura (continuación)

Material	Nacionalidad		F.E	Metodología	Fuente
Fuente Extranjera					
Acero galv.	Sevilla - España	3.63000	kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita	Mercader Moyano (2010)-Tesis
Barniz	Sevilla - España	14.76000	kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita	Mercader Moyano (2010)-Tesis
Bisagra	Sevilla - España	15.68000	kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita	Mercader Moyano (2010)-Tesis
Diluyente	Sevilla - España	14.76000	kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita	Mercader Moyano (2010)-Tesis
Lavadero	Sevilla - España	16.06275	kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita	Mercader Moyano (2010)-Tesis

Fuente: Elaboración propia

## ELECTRICIDAD

Debido a la carencia de datos de factores de emisión de materiales de electricidad a nivel nacional, se tomará en cuenta base de datos extranjeros.

En la especialidad de instalaciones eléctricas se considerará los materiales más representativos tomados de las 05 instituciones educativas del presente Trabajo de investigación.

Cable de cobre : Cable de cobre en general

Tubo PVC : Tubo PVC-accesorios

Luminaria : Luminaria en General

Tomacorriente : Tomacorriente en General

Interruptor : Interruptor en General

Detector de humos : Detector de humos

Tabla 28.

*Factores de emisión de materiales de electricidad*

<b>Material</b>	<b>Nacionalidad</b>	<b>F.E</b>	<b>Metodología</b>	<b>Fuente</b>
Fuente Extranjera				
Cable de cobre	Sevilla - España	14.7000	kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita Mercader Moyano (2010)-Tesis
Tubo de PVC	Sevilla - España	10.33375	kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita Mercader Moyano (2010)-Tesis
Luminaria	Sevilla - España	3.96500	kg CO <sub>2</sub> eq/und	No descrita Mercader Moyano (2010)-Tesis
Tomacorriente	Sevilla - España	1.0300	kg CO <sub>2</sub> eq/und	No descrita Mercader Moyano (2010)-Tesis
Interruptor	Sevilla - España	10.33375	kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita Mercader Moyano (2010)-Tesis
Detector de humos	Sevilla - España	14.76000	kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita Mercader Moyano (2010)-Tesis

*Fuente: Elaboración propia*

## SANITARIAS

Existe carencia de datos de factores de emisión a nivel nacional, por lo que se tomará en cuenta base de datos extranjeros. En la especialidad de Sanitarias se considerará los materiales más recurrentes según las 5 instituciones educativas que se consideran en el presente trabajo de investigación.

Grifería: Grifería en General (agua)

Lavatorio

Inodoro

Urinario

Tabla 29.

*Factores de emisión de materiales de sanitarias*

Material	Empresa	F.E	Metodología	Fuente
Fuente Extranjera				
Grifería	Sevilla - España	3.987 kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita	Mercader Moyano (2010)-Tesis
Lavatorio	Sevilla - España	20.30 kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita	Mercader Moyano (2010)-Tesis
Inodoro	Sevilla - España	33.09 kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita	Mercader Moyano (2010)-Tesis
Urinario	Sevilla - España	18.68 kg CO <sub>2</sub> eq/kg	No descrita	Mercader Moyano (2010)-Tesis

*Fuente: Elaboración propia*

## 6.2 CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO

Realizado la recopilación de datos de los factores de emisión ambiental, se procede con la etapa del cálculo de la huella de carbono a través de lo siguiente:

- La huella de carbono de cada material básico de construcción (MBC), se calculará, tomando en cuenta el valor de cada material expresado en kg/m<sup>2</sup>, multiplicado por su factor de emisión kgCO<sub>2</sub>eq/kg.

La huella de carbono de cada componente básico material, se calculará con la ecuación 2:

$$\text{kgCO}_2\text{eq}/\text{m}^2 = \text{Peso de cada Material} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) \times \text{factor de emisión} \left( \frac{\text{kgCO}_2\text{eq}}{\text{kg}} \right)$$

## 7. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN DE LAS CINCO (05)

### INSTITUCIONES EDUCATIVAS

1. Proyecto P1: I.E Amanchaloc
2. Proyecto P2: I.E El Mote
3. Proyecto P3: I.E El Prado
4. Proyecto P4: I.E Gallito Ciego
5. Proyecto P5: I.E Santa Ana

Tabla 30.

Matriz de cantidades de materiales básicos de construcción (MBC) por m<sup>2</sup> de superficie construida

MATRIZ DE CANTIDADES DE MBC DEL MC POR m <sup>2</sup> DE SUPERFICIE CONSTRUIDA							
CÓDIGO S10	UNIDAD	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	CONVERSIÓN EN UNIDADES DE MEDIDA ORIGEN POR m <sup>2</sup> DE SUPERFICIE CONSTRUIDA				
			P1/S1 S1=317.46	P2/S2 S2=483.87	P3/S3 S3=478.21	P4/S4 S4=436.45	P5/S5 S5=492.24
0202970002	kg/m <sup>2</sup>	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	68.983	55.157	27.361	26.779	50.118
0205010038	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	AFIRMADO DE RIO	0.514	0.375	0.207	0.209	0.349
0202040009	kg/m <sup>2</sup>	ALAMBRE NEGRO N°16	3.200	2.555	1.263	1.234	2.327
0202000008	kg/m <sup>2</sup>	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	2.591	1.877	1.316	1.310	1.654
0204000009	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	ARENA FINA	0.087	0.070	0.068	0.060	0.066
0205010042	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	ARENA GRUESA	0.607	0.635	0.291	0.288	0.566
0254500021	gln/m <sup>2</sup>	BARNIZ DD CRYSTAL TRANSPARENTE	0.011	0.008	0.006	0.008	0.007
0254210002	gln/m <sup>2</sup>	BASE ANTICORROSIVA	0.010	0.006	0.007	0.007	0.009
0226050031	und/m <sup>2</sup>	BISAGRA CAPUCHINA DE 4"X4"	0.107	0.105	0.088	0.064	0.104
0219010039	m/m <sup>2</sup>	CABLE FPL, 2x18 AWG	0.173	0.245	0.157	0.116	0.241
0207030096	m/m <sup>2</sup>	CABLE THW 10 AWG 6 mm <sup>2</sup>	0.478	0.934	0.255	0.280	0.918
0207030095	m/m <sup>2</sup>	CABLE THW 12 AWG 4 mm <sup>2</sup>	1.235	0.793	0.726	1.029	0.779
0207030094	m/m <sup>2</sup>	CABLE THW 14 AWG 2.5 mm <sup>2</sup>	1.116	0.775	0.736	0.753	0.761
0207030097	m	CABLE THW 8 AWG 10 mm <sup>2</sup>	0.029	0.030	0.044	0.048	0.029
0212040035	und	CAJA DE PASO OCTOGONAL PESADA 3/4"	0.129	0.101	0.105	0.101	0.100
0212040034	und	CAJA DE PASO RECTANGULAR PESADA 3/4"	0.145	0.110	0.115	0.108	0.108
0221000000	bol/m <sup>2</sup>	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	13.768	15.001	5.635	5.489	13.886
0224000036	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	CERAMICA DE COLOR 45cm x 45 cm (ALTO TRÁNSITO)	0.511	0.525	0.514	0.506	0.516
0215020007	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	CERAMICO NACIONAL 20X30 BLANCO	0.124	0.106	0.107	0.090	0.104
0226070057	und/m <sup>2</sup>	CERRADURA 02 GOLPES CON TIRADOR TIPO FORTE	0.032	0.025	0.025	0.021	0.024
0202110133	und/m <sup>2</sup>	CERROJO DE PASADOR 2.5"	0.038	0.041	0.036	0.027	0.041

Nota: Los valores de la tabla 30 se han obtenido dividiendo la cantidad de cada material básico de construcción en sus unidades origen entre la superficie construida (techada)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31.

Matriz de cantidades de materiales básicos de construcción (MBC) por m<sup>2</sup> de superficie construida (continuación)

MATRIZ DE CANTIDADES DE MBC DEL MC POR m <sup>2</sup> DE SUPERFICIE CONSTRUIDA							
CÓDIGO S10	UNIDAD	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	CONVERSIÓN EN UNIDADES DE MEDIDA ORIGEN POR m <sup>2</sup> DE SUPERFICIE CONSTRUIDA				
			P1/S1	P2/S2	P3/S3	P4/S4	P5/S5
			S1=317.46	S2=483.87	S3=478.21	S4=436.45	S5=492.24
0272140003	und/m <sup>2</sup>	CODO DE 90 PVC SAL DE 4"	0.000	0.002	0.002	0.002	0.000
0272530074	und/m <sup>2</sup>	CODO DE VENTILACION PVC - SAL 4" a 2"	0.013	0.012	0.017	0.016	0.012
0272530081	und/m <sup>2</sup>	CODO DESAGÜE PVC 2" X 45°	0.044	0.004	0.031	0.032	0.004
0272140029	und/m <sup>2</sup>	CODO DESAGUE PVC 4" x 2"	0.013	0.012	0.017	0.016	0.012
0272530080	und/m <sup>2</sup>	CODO DESAGÜE PVC 4" X 45°	0.022	0.008	0.015	0.016	0.008
0272530067	und/m <sup>2</sup>	CODO PVC - SAL 2" X 90°	0.055	0.058	0.050	0.033	0.057
0272060036	und/m <sup>2</sup>	CODO PVC - SAP CLASE 10 SP - 1/2" x 90°	0.246	0.169	0.184	0.179	0.169
0272060037	und/m <sup>2</sup>	CODO PVC - SAP CLASE 10 SP - 3/4" x 90°	0.013	0.010	0.010	0.009	0.016
0272530075	und/m <sup>2</sup>	CODO PVC SAP PARA AGUA SIMPLE PRESION DE 4" X 90°	0.076	0.068	0.075	0.069	0.067
0207020011	m/m <sup>2</sup>	CONDUCTOR DE COBRE CABLEADO TW N° 12	0.996	0.673	0.720	0.682	0.661
0206030050	m/m <sup>2</sup>	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO 16 MM2	0.046	0.030	0.030	0.033	0.029
0259020076	pza/m <sup>2</sup>	CUMBRERA TIPO TEJA ANDINA	0.234	0.198	0.155	0.170	0.191
0274020002	pza/m <sup>2</sup>	CURVA PVC SAP LUZ 3/4"	0.669	0.574	0.590	0.550	0.565
0230420071	und/m <sup>2</sup>	DETECTOR DE HUMOS	0.025	0.021	0.019	0.018	0.020
0253030033	gln/m <sup>2</sup>	DILUYENTE PARA ESMALTE EPOXICO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0253030034	gln/m <sup>2</sup>	DILUYENTE PARA PINTURA DE ADHERENCIA	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
0210060008	und/m <sup>2</sup>	DUCHA CROMADA INC.GRIF 1 LLAVE	0.000	0.002	0.002	0.000	0.002
0212140050	und/m <sup>2</sup>	EQUIPO FLUORESCENTE ADOSABLE DE 2X36W	0.063	0.048	0.046	0.044	0.047
0212140047	und/m <sup>2</sup>	EQUIPO FLUORESCENTE HERMETICO 2x36W	0.028	0.023	0.031	0.030	0.024
0202110134	kg/m <sup>2</sup>	FIERRO LISO DE 3/8"	0.541	0.250	0.397	0.374	0.761
0211210101	und/m <sup>2</sup>	FLUORESCENTE 36 W	0.183	0.141	0.155	0.147	0.142

Nota: Los valores de la tabla 31 se han obtenido dividiendo la cantidad de cada material básico de construcción en sus unidades origen entre la superficie construida (techada)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Matriz de cantidades de materiales básicos de construcción (MBC) por m<sup>2</sup> de superficie construida (continuación)

CÓDIGO S10	UNIDAD	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	CONVERSIÓN EN UNIDADES DE MEDIDA ORIGEN POR m <sup>2</sup> DE SUPERFICIE CONSTRUIDA				
			P1/S1	P2/S2	P3/S3	P4/S4	P5/S5
			S1=317.46	S2=483.87	S3=478.21	S4=436.45	S5=492.24
0238000012	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	HORMIGON	0.307	0.276	0.243	0.239	0.332
0230900005	kg/m <sup>2</sup>	IMPRIMANTE	0.124	0.142	0.062	0.062	0.058
0254010054	gln/m <sup>2</sup>	IMPRIMANTE VINILICO P/SUPERF. GALVANIZADAS	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
0210280006	und/m <sup>2</sup>	INODORO BABY FRESH BLANCO (INC. ACCES.)	0.006	0.008	0.004	0.005	0.008
0210280003	und/m <sup>2</sup>	INODORO LOSA 1ERA C/ASIENTO + TANQUE BAJO ADULTO NAC.	0.006	0.004	0.004	0.002	0.004
0212020104	und/m <sup>2</sup>	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2x40A	0.009	0.010	0.013	0.009	0.010
0212310094	und/m <sup>2</sup>	INTERRUPTOR DOBLE DE 10 A, 250V	0.009	0.010	0.013	0.011	0.010
0212310099	und/m <sup>2</sup>	INTERRUPTOR SIMPLE DE 10 A, 250V	0.022	0.025	0.021	0.018	0.024
0212020107	und/m <sup>2</sup>	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO - 2 x 16 A	0.016	0.019	0.023	0.018	0.018
0212020106	und/m <sup>2</sup>	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO - 2 x 40 A	0.009	0.010	0.013	0.009	0.010
0212310081	pza/m <sup>2</sup>	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2x20 AMP	0.019	0.019	0.023	0.018	0.018
0212310100	und/m <sup>2</sup>	INTERRUPTOR TRIPLE DE 10 A 250	0.006	0.002	0.004	0.005	0.002
0217180002	und/m <sup>2</sup>	LADRILLO KK TIPO IV 23 x 12.5 x 09 CM.	45.241	36.009	33.526	32.417	30.471
0217010000	und/m <sup>2</sup>	LADRILLO P/TECHO DE 12x30x30 CM 4 HCOS.	11.860	5.775	5.784	5.305	5.677
0211030110	und/m <sup>2</sup>	LÁMPARA DE EMERGENCIA 2x16W 2 FAROS	0.028	0.025	0.019	0.021	0.018
0230450055	und/m <sup>2</sup>	LAVADERO ACERO INOX. 1 POZAS 48x94 cm + ACCESORIOS	0.003	0.004	0.004	0.005	0.004
0210040094	und/m <sup>2</sup>	LAVATORIO	0.006	0.004	0.004	0.002	0.004
0210220044	und/m <sup>2</sup>	LLAVE CROMADO PARA URINARIO	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002
0210220043	und/m <sup>2</sup>	LLAVE DE LAVADERO CROMADA	0.006	0.004	0.004	0.002	0.004
0210220042	und/m <sup>2</sup>	LLAVE DE LAVADERO CROMADA PICO GIRATORIO	0.003	0.004	0.004	0.005	0.004
0243010003	p <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	MADERA TORNILLO	23.132	18.265	11.637	11.113	16.049

Nota: Los valores de la tabla 32 se han obtenido dividiendo la cantidad de cada material básico de construcción en sus unidades origen entre la superficie construida (techada)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33.

Matriz de cantidades de materiales básicos de construcción (MBC) por m<sup>2</sup> de superficie construida (continuación)

MATRIZ DE CANTIDADES DE MBC DEL MC POR m <sup>2</sup> DE SUPERFICIE CONSTRUIDA							
CÓDIGO S10	UNIDAD	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	CONVERSIÓN EN UNIDADES DE MEDIDA ORIGEN POR m <sup>2</sup> DE SUPERFICIE CONSTRUIDA				
			P1/S1	P2/S2	P3/S3	P4/S4	P5/S5
			S1=317.46	S2=483.87	S3=478.21	S4=436.45	S5=492.24
0226950000	und/m <sup>2</sup>	MANIJA DE 4" PARA PUERTA	0.006	0.008	0.004	0.005	0.008
0230460039	kg/m <sup>2</sup>	PEGAMENTO PARA LOSETAS Y CERAMICAS	2.479	2.469	2.436	2.346	2.427
0230460037	gln/m <sup>2</sup>	PEGAMENTO PARA TUBERIA PVC	0.015	0.007	0.010	0.010	0.007
0230010085	und/m <sup>2</sup>	PEGAMENTO PVC 1/4 GALON	0.020	0.021	0.021	0.017	0.020
0205000044	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	0.623	0.631	0.270	0.270	0.564
0205020051	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	PIEDRA GRANDE (MAX. 8")	0.069	0.055	0.076	0.078	0.059
0205000010	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	PIEDRA MEDIANA DE 4"	0.007	0.005	0.005	0.003	0.004
0205000048	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	PIEDRA MEDIANA MAX 6"	0.010	0.009	0.007	0.007	0.007
0254060000	gln/m <sup>2</sup>	PINTURA ANTICORROSIVA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0230990106	gln/m <sup>2</sup>	PINTURA ANTICORROSIVA	0.010	0.005	0.006	0.006	0.009
0254110096	und/m <sup>2</sup>	PINTURA ESMALTE 1/4 GALON	0.002	0.005	0.002	0.002	0.004
0254010051	gln/m <sup>2</sup>	PINTURA LATEX	0.130	0.118	0.111	0.091	0.106
0254450101	gln/m <sup>2</sup>	PINTURA TRÁFICO	0.009	0.006	0.004	0.005	0.008
0215020004	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	PISO CERAMICO NACIONAL 20X30 BLANCO	0.021	0.014	0.014	0.015	0.014
0230290021	kg/m <sup>2</sup>	PORCELANA BLANCA	0.041	0.034	0.035	0.030	0.034
0243130141	und/m <sup>2</sup>	PUERTA DE 2 HOJAS MADERA CEDRO C/TABLEROS 1.40x2.20 m	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002
0251990157	und/m <sup>2</sup>	PUERTA DE INGRESO A RESIDENCIA	0.000	0.002	0.002	0.000	0.002
0244080021	und/m <sup>2</sup>	PUERTA DE MADERA 0.60x1.20 m	0.006	0.008	0.004	0.005	0.008
0243130143	und/m <sup>2</sup>	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 0.60x2.10 m	0.000	0.002	0.002	0.000	0.002
0243130140	und/m <sup>2</sup>	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 0.85x2.10 m	0.013	0.002	0.002	0.002	0.002
0243130139	und/m <sup>2</sup>	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 0.90x2.10 m	0.013	0.012	0.013	0.009	0.012

*Nota: Los valores de la tabla 33 se han obtenido dividiendo la cantidad de cada material básico de construcción en sus unidades origen entre la superficie construida (techada)*

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 34.

Matriz de cantidades de materiales básicos de construcción (MBC) por m<sup>2</sup> de superficie construida (continuación)

CÓDIGO S10	UNIDAD	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	CONVERSIÓN EN UNIDADES DE MEDIDA ORIGEN POR m <sup>2</sup> DE SUPERFICIE CONSTRUIDA				
			P1/S1	P2/S2	P3/S3	P4/S4	P5/S5
			S1=317.46	S2=483.87	S3=478.21	S4=436.45	S5=492.24
0243130142	und/m <sup>2</sup>	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 1.00x2.10 m	0.000	0.002	0.004	0.005	0.002
0243130138	und/m <sup>2</sup>	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 1.00x2.70 m	0.003	0.004	0.002	0.002	0.004
0212700099	und/m <sup>2</sup>	TABLERO METÁLICO 12 POLOS	0.009	0.010	0.010	0.007	0.010
0212700100	und/m <sup>2</sup>	TABLERO METÁLICO 18 POLOS	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002
0272130031	pza/m <sup>2</sup>	TEE D/PLASTICO PVC 4"	0.000	0.002	0.002	0.002	0.000
0252650028	m/m <sup>2</sup>	TEE DE 1 1/2"x 1 1/2" x 3/16"	0.036	0.030	0.039	0.058	0.038
0272130068	und/m <sup>2</sup>	TEE PVC SAP - CLASE 10 SP - 1/2"	0.107	0.074	0.077	0.073	0.075
0272130069	und/m <sup>2</sup>	TEE PVC SAP - CLASE 10 SP - 3/4"	0.003	0.004	0.004	0.002	0.012
0221020014	pln/m <sup>2</sup>	TEJA ANDINA DE 1.14x0.72m x 5mm	1.188	1.313	1.252	1.139	1.292
0212310095	und/m <sup>2</sup>	TOMACORRIENTE DUPLEX 2P+T OVAL	0.107	0.072	0.077	0.073	0.071
0244030022	pln/m <sup>2</sup>	TRIPLAY DE 4'x8'x 6 mm	0.032	0.021	0.021	0.023	0.020
0272010050	m/m <sup>2</sup>	TUBERIA PVC SAP - CLASE 10 - 1/2" x 5M	0.347	0.216	0.202	0.285	0.234
0272010051	m/m <sup>2</sup>	TUBERIA PVC SAP- CLASE 10 - 3/4" x 5M	0.103	0.089	0.057	0.049	0.084
0272520094	m/m <sup>2</sup>	TUBERIA PVC SAP PRESION C-10 EC 4" X 5m	0.159	0.133	0.146	0.104	0.131
0274010102	m/m <sup>2</sup>	TUBO P/DESAGUE DE 2", 5m long.	0.299	0.171	0.135	0.125	0.168
0274010100	m/m <sup>2</sup>	TUBO P/DESAGUE DE 4", 5m long.	0.185	0.134	0.102	0.124	0.132
0274010006	pza/m <sup>2</sup>	TUBO PVC SAP (LUZ) (E/C) 2" X 3 M.	0.034	0.054	0.036	0.041	0.053
0274010002	pza/m <sup>2</sup>	TUBO PVC SAP (LUZ) (E/C) 3/4" X 3 M.	0.290	0.324	0.325	0.289	0.319
0252650031	m/m <sup>2</sup>	TUBO RECTANGULAR DE 20x40x2mm, 6m long.	0.050	0.033	0.033	0.036	0.032
0252650030	m/m <sup>2</sup>	TUBO RECTANGULAR DE 40x60x3mm, 6m long	0.234	0.176	0.184	0.142	0.178
0272570011	pza/m <sup>2</sup>	UNION PVC SAP (LUZ) 2"	0.032	0.050	0.034	0.039	0.050

Nota: Los valores de la tabla 34 se han obtenido dividiendo la cantidad de cada material básico de construcción en sus unidades origen entre la superficie construida (techada)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35.

Matriz de cantidades de materiales básicos de construcción (MBC) por m<sup>2</sup> de superficie construida (continuación)

CÓDIGO S10	UNIDAD	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	CONVERSIÓN EN UNIDADES DE MEDIDA ORIGEN POR m <sup>2</sup> DE SUPERFICIE CONSTRUIDA				
			P1/S1	P2/S2	P3/S3	P4/S4	P5/S5
			S1=317.46	S2=483.87	S3=478.21	S4=436.45	S5=492.24
0210010062	und/m <sup>2</sup>	URINARIO COLOR BLANCO	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002
0251990137	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 0.95x1.00 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.002	0.002	0.002	0.002
0251990148	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.15x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000
0251990147	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.15x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000
0251990136	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.20x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.002	0.002	0.000	0.002
0251990145	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.40x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000
0251990143	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.45x0.90 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
0251990135	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.50x1.50 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.006	0.006	0.007	0.006
0251990132	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.50x1.76 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.002	0.006	0.000	0.002
0251990128	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.53x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.002	0.002	0.002	0.002
0251990149	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.80x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000
0251990146	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.80x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
0251990142	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.80x1.70 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.003	0.000	0.000	0.002	0.000
0251990126	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.83x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.002	0.002	0.002	0.002
0251990131	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.00x1.59 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.002	0.002	0.000	0.002
0251990125	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.10x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.004	0.002	0.002	0.004

Nota: Los valores de la tabla 35 se han obtenido dividiendo la cantidad de cada material básico de construcción en sus unidades origen entre la superficie construida (techada)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36.

Matriz de cantidades de materiales básicos de construcción (MBC) por m<sup>2</sup> de superficie construida (continuación)

CÓDIGO S10	UNIDAD	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	CONVERSIÓN EN UNIDADES DE MEDIDA ORIGEN POR m <sup>2</sup> DE SUPERFICIE CONSTRUIDA				
			P1/S1	P2/S2	P3/S3	P4/S4	P5/S5
			S1=317.46	S2=483.87	S3=478.21	S4=436.45	S5=492.24
0251990138	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.15x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.002	0.002	0.000	0.002
0251990124	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.18x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.002	0.002	0.002	0.002
0251990134	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.52x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.002	0.002	0.002	0.002
0251990139	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.65x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000
0251990123	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.10x1.20 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.008	0.004	0.005	0.008
0251990127	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.10x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.004	0.002	0.002	0.004
0251990130	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.20x1.59 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.004	0.004	0.000	0.004
0251990141	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.20x1.70 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.003	0.000	0.000	0.002	0.000
0251990133	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.23x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.002	0.002	0.002	0.002
0251990129	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.40x1.59 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.006	0.000	0.000	0.006
0251990140	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.40x1.70 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.009	0.000	0.000	0.007	0.000
0251990144	und/m <sup>2</sup>	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.52x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.003	0.000	0.000	0.002	0.000
0279010096	p <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	VIDRIO SEMIDOBLE 6MM	2.340	1.894	1.172	1.624	1.862
0272320005	und/m <sup>2</sup>	YEE PVC - SAL 2" x 2"	0.044	0.012	0.033	0.037	0.012
0272320006	und/m <sup>2</sup>	YEE PVC - SAL 4" x 4"	0.028	0.023	0.023	0.021	0.022
0272020101	und/m <sup>2</sup>	YEE SANITARIA PVC CP 4"x2"	0.028	0.023	0.023	0.021	0.022
0229030003	bol/m <sup>2</sup>	YESO EN BOLSAS DE 18 KG	0.093	0.080	0.079	0.089	0.086

Nota: Los valores de la tabla 36 se han obtenido dividiendo la cantidad de cada material básico de construcción en sus unidades origen entre la superficie construida (techada)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37.  
Determinación del coeficiente de transformación

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE TRANSFORMACIÓN(Ct)					
CÓDIGO S10	UNIDAD	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	TIPO DE FUENTE	Ct	Uf
0202970002	kg	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	FUENTE 3	1.000	kg/kg
0205010038	m <sup>3</sup>	AFIRMADO DE RIO	FUENTE 3	1,700.000	kg/m <sup>3</sup>
0202040009	kg	ALAMBRE NEGRO N°16	FUENTE 3	1.000	kg/kg
0202000008	kg	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	FUENTE 3	1.000	kg/kg
0204000009	m <sup>3</sup>	ARENA FINA	FUENTE 3	1,500.000	kg/m <sup>3</sup>
0205010042	m <sup>3</sup>	ARENA GRUESA	FUENTE 3	1,600.000	kg/m <sup>3</sup>
0254500021	gln	BARNIZ DD CRYSTAL TRANSPARENTE	FUENTE 3	4.000	kg/gln
0254210002	gln	BASE ANTICORROSIVA	FUENTE 3	4.000	kg/gln
0226050031	und	BISAGRA CAPUCHINA DE 4"X4"	FUENTE 3	0.100	kg/und
0219010039	m	CABLE FPL, 2x18 AWG	FUENTE 3	0.500	kg/m
0207030096	m	CABLE THW 10 AWG 6 mm2	FUENTE 3	0.067	kg/m
0207030095	m	CABLE THW 12 AWG 4 mm2	FUENTE 3	0.047	kg/m
0207030094	m	CABLE THW 14 AWG 2.5 mm2	FUENTE 3	0.032	kg/m
0207030097	m	CABLE THW 8 AWG 10 mm2	FUENTE 3	0.117	kg/m
0212040035	und	CAJA DE PASO OCTOGONAL PESADA 3/4"	FUENTE 3	0.100	kg/und
0212040034	und	CAJA DE PASO RECTANGULAR PESADA 3/4"	FUENTE 3	0.100	kg/und
0221000000	bol	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	FUENTE 3	42.500	kg/bol
0224000036	m <sup>2</sup>	CERAMICA DE COLOR 45cm x 45 cm (ALTO TRÁNSITO)	FUENTE 3	19.753	kg/m <sup>2</sup>
0215020007	m <sup>2</sup>	CERAMICO NACIONAL 20X30 BLANCO	FUENTE 3	11.333	kg/m <sup>2</sup>
0226070057	und	CERRADURA 02 GOLPES CON TIRADOR TIPO FORTE	FUENTE 3	0.500	kg/und
0202110133	und	CERROJO DE PASADOR 2.5"	FUENTE 3	0.100	kg/und
0272140003	und	CODO DE 90 PVC SAL DE 4"	FUENTE 3	0.010	kg/und
0272530074	und	CODO DE VENTILACION PVC - SAL 4" a 2"	FUENTE 3	0.010	kg/und
0272530081	und	CODO DESAGÜE PVC 2" X 45°	FUENTE 3	0.010	kg/und
0272140029	und	CODO DESAGUE PVC 4" x 2"	FUENTE 3	0.010	kg/und
0272530080	und	CODO DESAGÜE PVC 4" X 45°	FUENTE 3	0.010	kg/und
0272530067	und	CODO PVC - SAL 2" X 90°	FUENTE 3	0.010	kg/und
0272060036	und	CODO PVC - SAP CLASE 10 SP - 1/2" x 90°	FUENTE 3	0.010	kg/und
0272060037	und	CODO PVC - SAP CLASE 10 SP - 3/4" x 90°	FUENTE 3	0.010	kg/und
0272530075	und	CODO PVC SAP PARA AGUA SIMPLE PRESION DE 4" X 90°	FUENTE 3	0.010	kg/und
0207020011	m	CONDUCTOR DE COBRE CABLEADO TW N° 12	FUENTE 3	0.050	kg/m
0206030050	m	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO 16 MM2	FUENTE 3	0.143	kg/m
0259020076	pza	CUMBRERA TIPO TEJA ANDINA	FUENTE 3	4.000	kg/pza
0274020002	pza	CURVA PVC SAP LUZ 3/4"	FUENTE 3	0.020	kg/pza
0230420071	und	DETECTOR DE HUMOS	FUENTE 3	0.800	kg/und
0253030033	gln	DILUYENTE PARA ESMALTE EPOXICO	FUENTE 3	4.000	kg/gln
0253030034	gln	DILUYENTE PARA PINTURA DE ADHERENCIA	FUENTE 3	4.000	kg/gln
0210060008	und	DUCHA CROMADA INC.GRIF 1 LLAVE	FUENTE 3	0.070	kg/und
0212140050	und	EQUIPO FLUORESCENTE ADOSABLE DE 2X36W	FUENTE 3	2.000	kg/und
0212140047	und	EQUIPO FLUORESCENTE HERMETICO 2x36W	FUENTE 3	2.000	kg/und

Nota: En la tabla 37 se ha obtenido la información del peso (masa) de cada material (kg/unidad origen), obteniéndose el resultado en unidades tal como se puede evidenciar en la columna Uf

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 38.**  
*Determinación del coeficiente de transformación (continuación)*

CÓDIGO S10	UNIDAD	DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE TRANSFORMACIÓN(Ct)			
		LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	TIPO DE FUENTE	Ct	Uf
0202110134	kg	FIERRO LISO DE 3/8"	FUENTE 3	1.000	kg/kg
0211210101	und	FLUORESCENTE 36 W	FUENTE 3	0.149	kg/und
0238000012	m <sup>3</sup>	HORMIGON	FUENTE 3	1,700.000	kg/m <sup>3</sup>
0230900005	kg	IMPRIMANTE	FUENTE 3	1.000	kg/kg
0254010054	gln	IMPRIMANTE VINILICO P/SUPERF. GALVANIZADAS	FUENTE 3	4.000	kg/gln
0210280006	und	INODORO BABY FRESH BLANCO (INC. ACCES.)	FUENTE 3	19.100	kg/und
0210280003	und	INODORO LOSA 1ERA C/ASIENTO + TANQUE BAJO ADULTO NAC.	FUENTE 3	24.000	kg/und
0212020104	und	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2x40A	FUENTE 3	0.255	kg/und
0212310094	und	INTERRUPTOR DOBLE DE 10 A, 250V	FUENTE 3	0.205	kg/und
0212310099	und	INTERRUPTOR SIMPLE DE 10 A, 250V	FUENTE 3	0.205	kg/und
0212020107	und	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO - 2 x 16 A	FUENTE 3	0.205	kg/und
0212020106	und	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO - 2 x 40 A	FUENTE 3	0.255	kg/und
0212310081	pza	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2x20 AMP	FUENTE 3	0.205	kg/pza
0212310100	und	INTERRUPTOR TRIPLE DE 10 A 250	FUENTE 3	0.375	kg/und
0217180002	und	LADRILLO KK TIPO IV 23 x 12.5 x 09 CM.	FUENTE 3	2.800	kg/und
0217010000	und	LADRILLO P/TECHO DE 12x30x30 CM 4 HCOS.	FUENTE 3	6.800	kg/und
0211030110	und	LÁMPARA DE EMERGENCIA 2x16W 2 FAROS	FUENTE 3	1.500	kg/und
0230450055	und	LAVADERO ACERO INOX. 1 POZAS 48x94 cm + ACCESORIOS	FUENTE 3	3.240	kg/und
0210040094	und	LAVATORIO	FUENTE 3	14.000	kg/und
0210220044	und	LLAVE CROMADO PARA URINARIO	FUENTE 3	0.410	kg/und
0210220043	und	LLAVE DE LAVADERO CROMADA	FUENTE 3	1.500	kg/und
0210220042	und	LLAVE DE LAVADERO CROMADA PICO GIRATORIO	FUENTE 3	1.500	kg/und
0243010003	p <sup>2</sup>	MADERA TORNILLO	FUENTE 3	4.000	kg/p <sup>2</sup>
0226950000	und	MANIJA DE 4" PARA PUERTA	FUENTE 3	0.100	kg/und
0230460039	kg	PEGAMENTO PARA LOSETAS Y CERAMICAS	FUENTE 3	1.000	kg/kg
0230460037	gln	PEGAMENTO PARA TUBERIA PVC	FUENTE 3	3.750	kg/gln
0230010085	und	PEGAMENTO PVC 1/4 GALON	FUENTE 3	0.900	kg/und
0205000044	m <sup>3</sup>	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	FUENTE 3	1,700.000	kg/m <sup>3</sup>
0205020051	m <sup>3</sup>	PIEDRA GRANDE (MAX. 8")	FUENTE 3	1,700.000	kg/m <sup>3</sup>
0205000010	m <sup>3</sup>	PIEDRA MEDIANA DE 4"	FUENTE 3	1,700.000	kg/m <sup>3</sup>
0205000048	m <sup>3</sup>	PIEDRA MEDIANA MAX 6"	FUENTE 3	1,700.000	kg/m <sup>3</sup>
0254060000	gln	PINTURA ANTICORROSIVA	FUENTE 3	4.700	kg/gln
0230990106	gln	PINTURA ANTICORROSIVA	FUENTE 3	4.700	kg/gln
0254110096	und	PINTURA ESMALTE 1/4 GALON	FUENTE 3	4.000	kg/und
0254010051	gln	PINTURA LATEX	FUENTE 3	4.700	kg/gln
0254450101	gln	PINTURA TRÁFICO	FUENTE 3	4.700	kg/gln
0215020004	m <sup>2</sup>	PISO CERAMICO NACIONAL 20X30 BLANCO	FUENTE 3	11.333	kg/m <sup>2</sup>
0230290021	kg	PORCELANA BLANCA	FUENTE 3	1.000	kg/kg
0243130141	und	PUERTA DE 2 HOJAS MADERA CEDRO C/TABLEROS 1.40x2.20 m	FUENTE 3	40.000	kg/und
0251990157	und	PUERTA DE INGRESO A RESIDENCIA	FUENTE 3	40.000	kg/und

*Nota: En la tabla 38 se ha obtenido la información del peso (masa) de cada material (kg/unidad origen), obteniéndose el resultado en unidades tal como se puede evidenciar en la columna Uf*

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 39.**  
*Determinación del coeficiente de transformación (continuación)*

CÓDIGO S10	UNIDAD	DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE TRANSFORMACIÓN(Ct) LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	TIPO DE FUENTE	Ct	Uf
0244080021	und	PUERTA DE MADERA 0.60x1.20 m	FUENTE 3	40.000	kg/und
0243130143	und	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 0.60x2.10 m	FUENTE 3	40.000	kg/und
0243130140	und	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 0.85x2.10 m	FUENTE 3	40.000	kg/und
0243130139	und	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 0.90x2.10 m	FUENTE 3	40.000	kg/und
0243130142	und	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 1.00x2.10 m	FUENTE 3	40.000	kg/und
0243130138	und	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 1.00x2.70 m	FUENTE 3	40.000	kg/und
0212700099	und	TABLERO METÁLICO 12 POLOS	FUENTE 3	2.000	kg/und
0212700100	und	TABLERO METÁLICO 18 POLOS	FUENTE 3	3.150	kg/und
0272130031	pza	TEE D/PLASTICO PVC 4"	FUENTE 3	0.010	kg/pza
0252650028	m	TEE DE 1 1/2"x 1 1/2" x 3/16"	FUENTE 3	0.200	kg/m
0272130068	und	TEE PVC SAP - CLASE 10 SP - 1/2"	FUENTE 3	0.080	kg/und
0272130069	und	TEE PVC SAP - CLASE 10 SP - 3/4"	FUENTE 3	0.080	kg/und
0221020014	pln	TEJA ANDINA DE 1.14x0.72m x 5mm	FUENTE 3	8.400	kg/pln
0212310095	und	TOMACORRIENTE DUPLEX 2P+T OVAL	FUENTE 3	0.060	kg/und
0244030022	pln	TRIPLAY DE 4'x8'x 6 mm	FUENTE 3	27.000	kg/pln
0272010050	m	TUBERIA PVC SAP - CLASE 10 - 1/2" x 5M	FUENTE 3	0.800	kg/m
0272010051	m	TUBERIA PVC SAP- CLASE 10 - 3/4" x 5M	FUENTE 3	1.030	kg/m
0272520094	m	TUBERIA PVC SAP PRESION C-10 EC 4" X 5m	FUENTE 3	13.580	kg/m
0274010102	m	TUBO P/DESAGUE DE 2", 5m long.	FUENTE 3	3.830	kg/m
0274010100	m	TUBO P/DESAGUE DE 4", 5m long.	FUENTE 3	13.580	kg/m
0274010006	pza	TUBO PVC SAP (LUZ) (E/C) 2" X 3 M.	FUENTE 3	2.160	kg/pza
0274010002	pza	TUBO PVC SAP (LUZ) (E/C) 3/4" X 3 M.	FUENTE 3	0.630	kg/pza
0252650031	m	TUBO RECTANGULAR DE 20x40x2mm, 6m long.	FUENTE 3	10.080	kg/m
0252650030	m	TUBO RECTANGULAR DE 40x60x3mm, 6m long	FUENTE 3	25.500	kg/m
0272570011	pza	UNION PVC SAP (LUZ) 2"	FUENTE 3	0.125	kg/pza
0210010062	und	URINARIO COLOR BLANCO	FUENTE 3	10.300	kg/und
0251990137	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 0.95x1.00 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990148	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.15x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990147	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.15x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990136	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.20x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990145	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.40x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990143	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.45x0.90 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990135	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.50x1.50 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990132	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.50x1.76 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990128	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.53x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990149	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.80x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990146	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.80x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und

*Nota: En la tabla 39 se ha obtenido la información del peso (masa) de cada material (kg/unidad origen), obteniéndose el resultado en unidades tal como se puede evidenciar en la columna Uf*

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 40.**  
*Determinación del coeficiente de transformación (continuación)*

<b>DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE TRANSFORMACIÓN(Ct)</b>					
<b>CÓDIGO S10</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS</b>	<b>TIPO DE FUENTE</b>	<b>Ct</b>	<b>Uf</b>
0251990142	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.80x1.70 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990126	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.83x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990131	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.00x1.59 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990125	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.10x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990138	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.15x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990124	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.18x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990134	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.52x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990139	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.65x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990123	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.10x1.20 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990127	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.10x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990130	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.20x1.59 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990141	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.20x1.70 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990133	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.23x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990129	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.40x1.59 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990140	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.40x1.70 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0251990144	und	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.52x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	FUENTE 3	50.000	kg/und
0279010096	p <sup>2</sup>	VIDRIO SEMIDOBLE 6MM	FUENTE 3	2.000	kg/p <sup>2</sup>
0272320005	und	YEE PVC - SAL 2" x 2"	FUENTE 3	0.010	kg/und
0272320006	und	YEE PVC - SAL 4" x 4"	FUENTE 3	0.010	kg/und
0272020101	und	YEE SANITARIA PVC CP 4"x2"	FUENTE 3	0.020	kg/und
0229030003	bol	YESO EN BOLSAS DE 18 KG.	FUENTE 3	18.000	kg/bol

*Nota: En la tabla 40 se ha obtenido la información del peso (masa) de cada material (kg/unidad origen), obteniéndose el resultado en unidades tal como se puede evidenciar en la columna Uf*

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 41.

Matriz de cantidades normalizadas en peso (kg/m<sup>2</sup>) de superficie construida

MATRIZ DE CANTIDADES NORMALIZADAS						
CÓDIGO S10	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	NORMALIZACIÓN EN PESO (kg/m <sup>2</sup> ) DE SUPERFICIE CONSTRUIDA				
		P1/S1 S1=317.46	P2/S2 S2=483.87	P3/S3 S3=478.21	P4/S4 S4=436.45	P5/S5 S5=492.24
0202970002	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	68.983	55.157	27.361	26.779	50.118
0205010038	AFIRMADO DE RIO	873.515	636.824	352.227	355.742	592.544
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	3.200	2.555	1.263	1.234	2.327
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	2.591	1.877	1.316	1.310	1.654
0204000009	ARENA FINA	130.691	104.439	102.561	90.286	98.284
0205010042	ARENA GRUESA	970.864	1.015.412	466.264	460.031	905.719
0254500021	BARNIZ DD CRYSTAL TRANSPARENTE	0.043	0.030	0.024	0.031	0.030
0254210002	BASE ANTICORROSIVA	0.041	0.022	0.026	0.027	0.038
0226050031	BISAGRA CAPUCHINA DE 4"X4"	0.011	0.011	0.009	0.006	0.010
0219010039	CABLE FPL, 2x18 AWG	0.086	0.123	0.078	0.058	0.120
0207030096	CABLE THW 10 AWG 6 mm <sup>2</sup>	0.032	0.063	0.017	0.019	0.061
0207030095	CABLE THW 12 AWG 4 mm <sup>2</sup>	0.058	0.037	0.034	0.048	0.037
0207030094	CABLE THW 14 AWG 2.5 mm <sup>2</sup>	0.036	0.025	0.024	0.024	0.024
0207030097	CABLE THW 8 AWG 10 mm <sup>2</sup>	0.003	0.003	0.005	0.006	0.003
0212040035	CAJA DE PASO OCTOGONAL PESADA 3/4"	0.013	0.010	0.010	0.010	0.010
0212040034	CAJA DE PASO RECTANGULAR PESADA 3/4"	0.014	0.011	0.012	0.011	0.011

Nota: Los valores de la tabla 41 de los proyectos en estudio (P1, P2, ..., P5), se ha obtenido multiplicando cada material básico de construcción en (kg/m<sup>2</sup>) por su coeficiente de transformación (Ct).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42.  
Matriz de cantidades normalizadas en peso (kg/m<sup>2</sup>) de superficie construida (continuación)

MATRIZ DE CANTIDADES NORMALIZADAS						
CÓDIGO S10	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	NORMALIZACIÓN EN PESO (kg/m <sup>2</sup> ) DE SUPERFICIE CONSTRUIDA				
		P1/S1	P2/S2	P3/S3	P4/S4	P5/S5
		S1=317.46	S2=483.87	S3=478.21	S4=436.45	S5=492.24
022100000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	585.158	637.537	239.490	233.284	590.168
022400036	CERAMICA DE COLOR 45cm x 45 cm (ALTO TRÁNSITO)	10.092	10.371	10.162	10.003	10.194
021502007	CERAMICO NACIONAL 20X30 BLANCO	1.406	1.203	1.217	1.023	1.182
0226070057	CERRADURA 02 GOLPES CON TIRADOR TIPO FORTE	0.016	0.012	0.013	0.010	0.012
0202110133	CERROJO DE PASADOR 2.5"	0.004	0.004	0.004	0.003	0.004
0272140003	CODO DE 90 PVC SAL DE 4"	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0272530074	CODO DE VENTILACION PVC - SAL 4" a 2"	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0272530081	CODO DESAGÜE PVC 2" X 45°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0272140029	CODO DESAGUE PVC 4" x 2"	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0272530080	CODO DESAGÜE PVC 4" X 45°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0272530067	CODO PVC - SAL 2" X 90°	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001
0272060036	CODO PVC - SAP CLASE 10 SP - 1/2" x 90°	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002

Nota: Los valores de la tabla 42 de los proyectos en estudio (P1, P2, ..., P5), se ha obtenido multiplicando cada material básico de construcción en (kg/m<sup>2</sup>) por su coeficiente de transformación (Ct).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43.

 Matriz de cantidades normalizadas en peso (kg/m<sup>2</sup>) de superficie construida (continuación)

MATRIZ DE CANTIDADES NORMALIZADAS						
CÓDIGO S10	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	NORMALIZACIÓN EN PESO (kg/m <sup>2</sup> ) DE SUPERFICIE CONSTRUIDA				
		P1/S1	P2/S2	P3/S3	P4/S4	P5/S5
		S1=317.46	S2=483.87	S3=478.21	S4=436.45	S5=492.24
0272060037	CODO PVC - SAP CLASE 10 SP - 3/4" x 90°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0272530075	CODO PVC SAP PARA AGUA SIMPLE PRESION DE 4" X 90°	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
0207020011	CONDUCTOR DE COBRE CABLEADO TW N° 12	0.050	0.034	0.036	0.034	0.033
0206030050	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO 16 MM2	0.007	0.004	0.004	0.005	0.004
0259020076	CUMBRERA TIPO TEJA ANDINA	0.935	0.791	0.621	0.680	0.766
0274020002	CURVA PVC SAP LUZ 3/4"	0.013	0.011	0.012	0.011	0.011
0230420071	DETECTOR DE HUMOS	0.020	0.017	0.015	0.015	0.016
0253030033	DILUYENTE PARA ESMALTE EPOXICO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0253030034	DILUYENTE PARA PINTURA DE ADHERENCIA	0.006	0.004	0.004	0.005	0.004
0210060008	DUCHA CROMADA INC.GRIF 1 LLAVE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0212140050	EQUIPO FLUORESCENTE ADOSABLE DE 2X36W	0.126	0.095	0.092	0.087	0.093
0212140047	EQUIPO FLUORESCENTE HERMETICO 2x36W	0.057	0.045	0.063	0.060	0.049

Nota: Los valores de la tabla 43 de los proyectos en estudio (P1, P2, ..., P5), se ha obtenido multiplicando cada material básico de construcción en (kg/m<sup>2</sup>) por su coeficiente de transformación (Ct).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44.

Matriz de cantidades normalizadas en peso (kg/m<sup>2</sup>) de superficie construida (continuación)

MATRIZ DE CANTIDADES NORMALIZADAS						
CÓDIGO S10	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	NORMALIZACIÓN EN PESO (kg/m <sup>2</sup> ) DE SUPERFICIE CONSTRUIDA				
		P1/S1 S1=317.46	P2/S2 S2=483.87	P3/S3 S3=478.21	P4/S4 S4=436.45	P5/S5 S5=492.24
0202110134	FIERRO LISO DE 3/8"	0.541	0.250	0.397	0.374	0.761
0211210101	FLUORESCENTE 36 W	0.027	0.021	0.023	0.022	0.021
0238000012	HORMIGON	521.828	468.878	413.384	406.057	563.644
0230900005	IMPRIMANTE	0.124	0.142	0.062	0.062	0.058
0254010054	IMPRIMANTE VINILICO P/SUPERF. GALVANIZADAS	0.006	0.004	0.004	0.005	0.004
0210280006	INODORO BABY FRESH BLANCO (INC. ACCES.)	0.120	0.158	0.080	0.088	0.155
0210280003	INODORO LOSA 1ERA C/ASIENTO + TANQUE BAJO ADULTO NAC.	0.151	0.099	0.100	0.055	0.098
0212020104	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2x40A	0.002	0.003	0.003	0.002	0.003
0212310094	INTERRUPTOR DOBLE DE 10 A, 250V	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002
0212310099	INTERRUPTOR SIMPLE DE 10 A, 250V	0.005	0.005	0.004	0.004	0.005
0212020107	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO - 2 x 16 A	0.003	0.004	0.005	0.004	0.004
0212020106	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO - 2 x 40 A	0.002	0.003	0.003	0.002	0.003
0212310081	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2x20 AMP	0.004	0.004	0.005	0.004	0.004
0212310100	INTERRUPTOR TRIPLE DE 10 A 250	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001
0217180002	LADRILLO KK TIPO IV 23 x 12.5 x 09 CM.	126.674	100.826	93.873	90.766	85.318
0217010000	LADRILLO P/TECHO DE 12x30x30 CM 4 HCOS.	80.650	39.270	39.332	36.072	38.603

Nota: Los valores de la tabla 44 de los proyectos en estudio (P1, P2, ..., P5), se ha obtenido multiplicando cada material básico de construcción en (kg/m<sup>2</sup>) por su coeficiente de transformación (Ct).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45.

 Matriz de cantidades normalizadas en peso (kg/m<sup>2</sup>) de superficie construida (continuación)

MATRIZ DE CANTIDADES NORMALIZADAS						
CÓDIGO S10	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	NORMALIZACIÓN EN PESO (kg/m <sup>2</sup> ) DE SUPERFICIE CONSTRUIDA				
		P1/S1	P2/S2	P3/S3	P4/S4	P5/S5
		S1=317.46	S2=483.87	S3=478.21	S4=436.45	S5=492.24
0211030110	LÁMPARA DE EMERGENCIA 2x16W 2 FAROS	0.043	0.037	0.028	0.031	0.027
0230450055	LAVADERO ACERO INOX. 1 POZAS 48x94 cm + ACCESORIOS	0.010	0.013	0.014	0.015	0.013
0210040094	LAVATORIO	0.088	0.058	0.059	0.032	0.057
0210220044	LLAVE CROMADO PARA URINARIO	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
0210220043	LLAVE DE LAVADERO CROMADA	0.009	0.006	0.006	0.003	0.006
0210220042	LLAVE DE LAVADERO CROMADA PICO GIRATORIO	0.005	0.006	0.006	0.007	0.006
0243010003	MADERA TORNILLO	92.526	73.059	46.546	44.452	64.195
0226950000	MANIJA DE 4" PARA PUERTA	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001
0230460039	PEGAMENTO PARA LOSETAS Y CERAMICAS	2.479	2.469	2.436	2.346	2.427
0230460037	PEGAMENTO PARA TUBERIA PVC	0.057	0.028	0.036	0.037	0.028
0230010085	PEGAMENTO PVC 1/4 GALON	0.018	0.018	0.019	0.015	0.018
0205000044	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	1,059.705	1,072.323	459.372	459.091	958.937
0205020051	PIEDRA GRANDE (MAX. 8")	117.086	93.560	129.908	132.492	100.699
0205000040	PIEDRA MEDIANA DE 4"	11.466	7.788	7.727	4.838	6.546
0205000010	PIEDRA MEDIANA MAX 6"	17.056	15.022	11.322	12.406	12.333

Nota: Los valores de la tabla 45 de los proyectos en estudio (P1, P2, ..., P5), se ha obtenido multiplicando cada material básico de construcción en (kg/m<sup>2</sup>) por su coeficiente de transformación (Ct).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46.

Matriz de cantidades normalizadas en peso (kg/m<sup>2</sup>) de superficie construida (continuación)

MATRIZ DE CANTIDADES NORMALIZADAS						
CÓDIGO S10	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	NORMALIZACIÓN EN PESO (kg/m <sup>2</sup> ) DE SUPERFICIE CONSTRUIDA				
		P1/S1 S1=317.46	P2/S2 S2=483.87	P3/S3 S3=478.21	P4/S4 S4=436.45	P5/S5 S5=492.24
0205000048	PINTURA ANTICORROSIVA	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
0254060000	PINTURA ANTICORROSIVA	0.045	0.025	0.029	0.030	0.043
0230990106	PINTURA ESMALTE 1/4 GALON	0.008	0.019	0.009	0.007	0.016
0254110096	PINTURA LATEX	0.609	0.554	0.524	0.429	0.499
0254010051	PINTURA TRÁFICO	0.044	0.029	0.020	0.022	0.038
0254450101	PISO CERAMICO NACIONAL 20X30 BLANCO	0.240	0.157	0.159	0.174	0.155
0215020004	PORCELANA BLANCA	0.041	0.034	0.035	0.030	0.034
0230290021	PUERTA DE 2 HOJAS MADERA CEDRO C/TABLEROS 1.40x2.20 m	0.126	0.083	0.084	0.092	0.081
0243130141	PUERTA DE INGRESO A RESIDENCIA	0.000	0.083	0.084	0.000	0.081
0251990157	PUERTA DE MADERA 0.60x1.20 m	0.252	0.331	0.167	0.183	0.325
0244080021	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 0.60x2.10 m	0.000	0.083	0.084	0.000	0.081
0243130143	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 0.85x2.10 m	0.504	0.083	0.084	0.092	0.081
0243130140	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 0.90x2.10 m	0.504	0.496	0.502	0.367	0.488
0243130139	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 1.00x2.10 m	0.000	0.083	0.167	0.183	0.081
0243130142	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 1.00x2.70 m	0.126	0.165	0.084	0.092	0.163

Nota: Los valores de la tabla 46 de los proyectos en estudio (P1, P2, ..., P5), se ha obtenido multiplicando cada material básico de construcción en (kg/m<sup>2</sup>) por su coeficiente de transformación (Ct).

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 47.**
*Matriz de cantidades normalizadas en peso (kg/m<sup>2</sup>) de superficie construida (continuación)*

MATRIZ DE CANTIDADES NORMALIZADAS						
CÓDIGO S10	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	NORMALIZACIÓN EN PESO (kg/m <sup>2</sup> ) DE SUPERFICIE CONSTRUIDA				
		P1/S1	P2/S2	P3/S3	P4/S4	P5/S5
		<b>S1=317.46</b>	<b>S2=483.87</b>	<b>S3=478.21</b>	<b>S4=436.45</b>	<b>S5=492.24</b>
0243130138	TABLERO METÁLICO 12 POLOS	0.019	0.021	0.021	0.014	0.020
0212700099	TABLERO METÁLICO 18 POLOS	0.010	0.007	0.007	0.007	0.006
0212700100	TEE D/PLASTICO PVC 4"	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0272130031	TEE DE 1 1/2"x 1 1/2" x 3/16"	0.007	0.006	0.008	0.012	0.008
0252650028	TEE PVC SAP - CLASE 10 SP - 1/2"	0.009	0.006	0.006	0.006	0.006
0272130068	TEE PVC SAP - CLASE 10 SP - 3/4"	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
0272130069	TEJA ANDINA DE 1.14x0.72m x 5mm	9.980	11.029	10.517	9.570	10.855
0221020014	TOMACORRIENTE DUPLEX 2P+T OVAL	0.006	0.004	0.005	0.004	0.004
0212310095	TRIPLAY DE 4'x8'x 6 mm	0.851	0.558	0.565	0.619	0.549
0244030022	TUBERIA PVC SAP - CLASE 10 - 1/2" x 5M	0.277	0.173	0.161	0.228	0.187
0272010050	TUBERIA PVC SAP- CLASE 10 - 3/4" x 5M	0.106	0.092	0.059	0.050	0.087
0272010051	TUBERIA PVC SAP PRESION C-10 EC 4" X 5m	2.157	1.812	1.988	1.409	1.782
0272520094	TUBO P/DESAGUE DE 2", 5m long.	1.147	0.655	0.519	0.480	0.644
0274010102	TUBO P/DESAGUE DE 4", 5m long.	2.516	1.824	1.391	1.685	1.793
0274010100	TUBO PVC SAP (LUZ) (E/C) 2" X 3 M.	0.074	0.116	0.077	0.089	0.114
0274010006	TUBO PVC SAP (LUZ) (E/C) 3/4" X 3 M.	0.183	0.204	0.205	0.182	0.201
0274010002	TUBO RECTANGULAR DE 20x40x2mm, 6m long.	0.499	0.328	0.332	0.363	0.322
0252650031	TUBO RECTANGULAR DE 40x60x3mm, 6m long	5.976	4.489	4.680	3.627	4.547

*Nota: Los valores de la tabla 47 de los proyectos en estudio (P1, P2, ..., P5), se ha obtenido multiplicando cada material básico de construcción en (kg/m<sup>2</sup>) por su coeficiente de transformación (Ct).*

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 48.*  
*Matriz de cantidades normalizadas en peso (kg/m<sup>2</sup>) de superficie construida (continuación)*

MATRIZ DE CANTIDADES NORMALIZADAS						
CÓDIGO S10	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	NORMALIZACIÓN EN PESO (kg/m <sup>2</sup> ) DE SUPERFICIE CONSTRUIDA				
		P1/S1	P2/S2	P3/S3	P4/S4	P5/S5
		S1=317.46	S2=483.87	S3=478.21	S4=436.45	S5=492.24
0252650030	UNION PVC SAP (LUZ) 2"	0.004	0.006	0.004	0.005	0.006
0272570011	URINARIO COLOR BLANCO	0.032	0.021	0.022	0.024	0.021
0210010062	VENTANA DE MADERA CEDRO 0.95x1.00 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.103	0.105	0.115	0.102
0251990137	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.15x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
0251990148	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.15x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
0251990147	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.20x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.103	0.105	0.000	0.102
0251990136	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.40x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	1.890	0.000	0.000	0.000	0.000
0251990145	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.45x0.90 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.158	0.000	0.000	0.000	0.000
0251990143	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.50x1.50 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.310	0.314	0.344	0.305
0251990135	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.50x1.76 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.103	0.314	0.000	0.102
0251990132	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.53x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.103	0.105	0.115	0.102
0251990128	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.80x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000
0251990149	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.80x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.158	0.000	0.000	0.000	0.000
0251990146	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.80x1.70 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.158	0.000	0.000	0.115	0.000
0251990142	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.83x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.103	0.105	0.115	0.102
0251990126	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.00x1.59 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.103	0.105	0.000	0.102

*Nota: Los valores de la tabla 48 de los proyectos en estudio (P1, P2, ..., P5), se ha obtenido multiplicando cada material básico de construcción en (kg/m<sup>2</sup>) por su coeficiente de transformación (Ct).*

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 49.

 Matriz de cantidades normalizadas en peso (kg/m<sup>2</sup>) de superficie construida (continuación)

MATRIZ DE CANTIDADES NORMALIZADAS						
CÓDIGO S10	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	NORMALIZACIÓN EN PESO (kg/m <sup>2</sup> ) DE SUPERFICIE CONSTRUIDA				
		P1/S1	P2/S2	P3/S3	P4/S4	P5/S5
		S1=317.46	S2=483.87	S3=478.21	S4=436.45	S5=492.24
0251990131	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.10x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.207	0.105	0.115	0.203
0251990125	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.15x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.103	0.105	0.000	0.102
0251990138	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.18x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.103	0.105	0.115	0.102
0251990124	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.52x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.103	0.105	0.115	0.102
0251990134	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.65x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.000	0.105	0.115	0.000
0251990139	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.10x1.20 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.413	0.209	0.229	0.406
0251990123	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.10x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.207	0.105	0.115	0.203
0251990127	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.20x1.59 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.207	0.209	0.000	0.203
0251990130	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.20x1.70 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.158	0.000	0.000	0.115	0.000
0251990141	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.23x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.103	0.105	0.115	0.102
0251990133	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.40x1.59 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.000	0.310	0.000	0.000	0.305
0251990129	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.40x1.70 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.473	0.000	0.000	0.344	0.000
0251990140	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.52x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	0.158	0.000	0.000	0.115	0.000
0251990144	VIDRIO SEMIDOBLE 6MM	4.680	3.788	2.345	3.248	3.724
0279010096	YEE PVC - SAL 2" x 2"	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0272320005	YEE PVC - SAL 4" x 4"	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0272320006	YEE SANITARIA PVC CP 4"x2"	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
0272020101	YESO EN BOLSAS DE 18 KG.	1.677	1.438	1.418	1.600	1.548

*Nota: Los valores de la tabla 49 de los proyectos en estudio (P1, P2, ..., P5), se ha obtenido multiplicando cada material básico de construcción en (kg/m<sup>2</sup>) por su coeficiente de transformación (Ct).*

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 50.

Matriz de agrupación de materiales básicos de construcción

AGRUPACIÓN DE MBC		AGRUPACIÓN	NOMENCLATURA ASIGNADA-FACTOR DE EMISIÓN(FE)
CÓDIGO S10	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS		
0202970002	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60
0205010038	AFIRMADO DE RIO	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	AGREGADO
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	ACERO GALVANIZADO
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		
0204000009	ARENA FINA	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	AGREGADO
0205010042	ARENA GRUESA		
0254500021	BARNIZ DD CRYSTAL TRANSPARENTE		BARNIZ
0254210002	BASE ANTICORROSIVA	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	PINTURA
0226050031	BISAGRA CAPUCHINA DE 4"X4"	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	BISAGRA - CERRADURA
0219010039	CABLE FPL, 2x18 AWG		
0207030096	CABLE THW 10 AWG 6 mm2		
0207030095	CABLE THW 12 AWG 4 mm2	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	CABLE COBRE
0207030094	CABLE THW 14 AWG 2.5 mm2		
0207030097	CABLE THW 8 AWG 10 mm2		
0212040035	CAJA DE PASO OCTOGONAL PESADA 3/4"	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	ACERO GALVANIZADO
0212040034	CAJA DE PASO RECTANGULAR PESADA 3/4"		
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)		CEMENTO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51.

Matriz de agrupación de materiales básicos de construcción (continuación)

AGRUPACIÓN DE MBC					
CÓDIGO S10	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	AGRUPACIÓN	NOMENCLATURA ASIGNADA-FACTOR DE EMISIÓN(FE)		
0224000036	CERAMICA DE COLOR 45cm x 45 cm (ALTO TRÁNSITO)	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	CERÁMICA		
0215020007	CERAMICO NACIONAL 20X30 BLANCO				
0226070057	CERRADURA 02 GOLPES CON TIRADOR TIPO FORTE	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	BISAGRA - CERRADURA		
0202110133	CERROJO DE PASADOR 2.5"				
0272140003	CODO DE 90 PVC SAL DE 4"				
0272530074	CODO DE VENTILACION PVC - SAL 4" a 2"	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	TUBO PVC - ACCESORIOS		
0272530081	CODO DESAGÜE PVC 2" X 45°				
0272140029	CODO DESAGUE PVC 4" x 2"				
0272530080	CODO DESAGÜE PVC 4" X 45°				
0272530067	CODO PVC - SAL 2" X 90°				
0272060036	CODO PVC - SAP CLASE 10 SP - 1/2" x 90°				
0272060037	CODO PVC - SAP CLASE 10 SP - 3/4" x 90°				
0272530075	CODO PVC SAP PARA AGUA SIMPLE PRESION DE 4" X 90°				
0207020011	CONDUCTOR DE COBRE CABLEADO TW N° 12			SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	CABLE COBRE
0206030050	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO 16 MM2				
0259020076	CUMBRERA TIPO TEJA ANDINA	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	LADRILLO		
0274020002	CURVA PVC SAP LUZ 3/4"	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	TUBO PVC - ACCESORIOS		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52.

Matriz de agrupación de materiales básicos de construcción (continuación)

AGRUPACIÓN DE MBC		AGRUPACIÓN	NOMENCLATURA ASIGNADA-FACTOR DE EMISIÓN(FE)
CÓDIGO S10	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS		
0230420071	DETECTOR DE HUMOS		DETECTOR DE HUMOS
0253030033	DILUYENTE PARA ESMALTE EPOXICO	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	DILUYENTE
0253030034	DILUYENTE PARA PINTURA DE ADHERENCIA		
0210060008	DUCHA CROMADA INC.GRIF 1 LLAVE	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	GRIFERIA
0212140050	EQUIPO FLUORESCENTE ADOSABLE DE 2X36W	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	LUMINARIA
0212140047	EQUIPO FLUORESCENTE HERMETICO 2x36W		
0202110134	FIERRO LISO DE 3/8"	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60
0211210101	FLUORESCENTE 36 W	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	LUMINARIA
0238000012	HORMIGON	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	AGREGADO
0230900005	IMPRIMANTE	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	PINTURA
0254010054	IMPRIMANTE VINILICO P/SUPERF. GALVANIZADAS		
0210280006	INODORO BABY FRESH BLANCO (INC. ACCES.)	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	INODORO
0210280003	INODORO LOSA 1ERA C/ASIENTO + TANQUE BAJO ADULTO NAC.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53.

## Matriz de agrupación de materiales básicos de construcción (continuación)

AGRUPACIÓN DE MBC		AGRUPACIÓN	NOMENCLATURA ASIGNADA-FACTOR DE EMISIÓN(FE)
CÓDIGO S10	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS		
0212020104	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2x40A		
0212310094	INTERRUPTOR DOBLE DE 10 A, 250V		
0212310099	INTERRUPTOR SIMPLE DE 10 A, 250V		
0212020107	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO - 2 x 16 A	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	INTERRUPTOR
0212020106	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO - 2 x 40 A		
0212310081	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2x20 AMP		
0212310100	INTERRUPTOR TRIPLE DE 10 A 250		
0217180002	LADRILLO KK TIPO IV 23 x 12.5 x 09 CM.	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	LADRILLO
0217010000	LADRILLO P/TECHO DE 12x30x30 CM 4 HCOS.	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	LADRILLO
0211030110	LÁMPARA DE EMERGENCIA 2x16W 2 FAROS	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	LUMINARIA
0230450055	LAVADERO ACERO INOX. 1 POZAS 48x94 cm + ACCESORIOS		LAVADERO ACERO INOX.
0210040094	LAVATORIO		LAVATORIO
0210220044	LLAVE CROMADO PARA URINARIO		
0210220043	LLAVE DE LAVADERO CROMADA	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	GRIFERIA
0210220042	LLAVE DE LAVADERO CROMADA PICO GIRATORIO		
0243010003	MADERA TORNILLO	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS	MADERA
0226950000	MANIJA DE 4" PARA PUERTA		CABLE COBRE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54.

Matriz de agrupación de materiales básicos de construcción (continuación)

AGRUPACIÓN DE MBC		AGRUPACIÓN	NOMENCLATURA ASIGNADA-FACTOR DE EMISIÓN(FE)
CÓDIGO S10	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS		
0230460039	PEGAMENTO PARA LOSETAS Y CERAMICAS	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS	CEMENTO
0230460037	PEGAMENTO PARA TUBERIA PVC	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	PEGAMENTO
0230010085	PEGAMENTO PVC 1/4 GALON		
0205000044	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	AGREGADO
0205020051	PIEDRA GRANDE (MAX. 8")		
0205000040	PIEDRA MEDIANA 4" -8"		
0205000010	PIEDRA MEDIANA DE 4"		
0205000048	PIEDRA MEDIANA MAX 6"		
0254060000	PINTURA ANTICORROSIVA	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	PINTURA
0230990106	PINTURA ANTICORROSIVA		
0254110096	PINTURA ESMALTE 1/4 GALON		
0254010051	PINTURA LATEX		
0254450101	PINTURA TRÁFICO	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	CERÁMICA
0215020004	PISO CERAMICO NACIONAL 20X30 BLANCO		
0230290021	PORCELANA BLANCA		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55.

## Matriz de agrupación de materiales básicos de construcción (continuación)

AGRUPACIÓN DE MBC		AGRUPACIÓN	NOMENCLATURA ASIGNADA-FACTOR DE EMISIÓN(FE)
CÓDIGO S10	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS		
0243130141	PUERTA DE 2 HOJAS MADERA CEDRO C/TABLEROS 1.40x2.20 m		
0251990157	PUERTA DE INGRESO A RESIDENCIA		
0244080021	PUERTA DE MADERA 0.60x1.20 m		
0243130143	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 0.60x2.10 m		
0243130140	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 0.85x2.10 m	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	MADERA
0243130139	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 0.90x2.10 m		
0243130142	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 1.00x2.10 m		
0243130138	PUERTA DE MADERA CEDRO C/TABLEROS 1.00x2.70 m		
0212700099	TABLERO METÁLICO 12 POLOS	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	ACERO GALVANIZADO
0212700100	TABLERO METÁLICO 18 POLOS		
0272130031	TEE D/PLASTICO PVC 4"		
0252650028	TEE DE 1 1/2"x 1 1/2" x 3/16"	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	TUBO PVC EN-ACCESORIOS
0272130068	TEE PVC SAP - CLASE 10 SP - 1/2"		
0272130069	TEE PVC SAP - CLASE 10 SP - 3/4"		
0221020014	TEJA ANDINA DE 1.14x0.72m x 5mm	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	LADRILLO
0212310095	TOMACORRIENTE DUPLEX 2P+T OVAL		INTERRUPTOR
0244030022	TRIPLAY DE 4'x8'x 6 mm		TRIPLAY 6 mm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56.

## Matriz de agrupación de materiales básicos de construcción (continuación)

AGRUPACIÓN DE MBC			
CÓDIGO S10	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	AGRUPACIÓN	NOMENCLATURA ASIGNADA-FACTOR DE EMISIÓN(FE)
272010050	TUBERIA PVC SAP - CLASE 10 - 1/2" x 5M		
0272010051	TUBERIA PVC SAP- CLASE 10 - 3/4" x 5M		
0272520094	TUBERIA PVC SAP PRESION C-10 EC 4" X 5m		
0274010102	TUBO P/DESAGUE DE 2", 5m long.	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	TUBO PVC-ACCESORIOS
0274010100	TUBO P/DESAGUE DE 4", 5m long.		
0274010006	TUBO PVC SAP (LUZ) (E/C) 2" X 3 M.		
0274010002	TUBO PVC SAP (LUZ) (E/C) 3/4" X 3 M.		
0252650031	TUBO RECTANGULAR DE 20x40x2mm, 6m long.	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	ACERO GALVANIZADO
0252650030	TUBO RECTANGULAR DE 40x60x3mm, 6m long		
0272570011	UNION PVC SAP (LUZ) 2"	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	TUBO PVC-ACCESORIOS
0210010062	URINARIO COLOR BLANCO		URINARIO
0251990137	VENTANA DE MADERA CEDRO 0.95x1.00 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990148	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.15x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990147	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.15x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	MADERA
0251990136	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.20x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990145	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.40x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 57.**
**Matriz de agrupación de materiales básicos de construcción (continuación)**

AGRUPACIÓN DE MBC			
CÓDIGO S10	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	AGRUPACIÓN	NOMENCLATURA ASIGNADA-FACTOR DE EMISIÓN(FE)
0251990143	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.45x0.90 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990135	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.50x1.50 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990132	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.50x1.76 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990128	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.53x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990149	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.80x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990146	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.80x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990142	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.80x1.70 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	SIMILITUD DE ARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	MADERA
0251990126	VENTANA DE MADERA CEDRO 1.83x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990131	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.00x1.59 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990125	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.10x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990138	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.15x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990124	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.18x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990134	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.52x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 58.

## Matriz de agrupación de materiales básicos de construcción (continuación)

AGRUPACIÓN DE MBC		AGRUPACIÓN	NOMENCLATURA ASIGNADA-FACTOR DE EMISIÓN(FE)
CÓDIGO S10	LISTADO DE MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS		
0251990139	VENTANA DE MADERA CEDRO 2.65x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990123	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.10x1.20 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990127	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.10x1.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990130	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.20x1.59 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990141	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.20x1.70 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"	SIMILITUD DE ARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS	MADERA
0251990133	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.23x0.80 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990129	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.40x1.59 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990140	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.40x1.70 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0251990144	VENTANA DE MADERA CEDRO 3.52x0.60 m + BARRAS DE SEGURIDAD DE FIERRO LISO 1/2"		
0279010096	VIDRIO SEMIDOBLE 6MM		VIDRIO TEMPLADO
0272320005	YEE PVC - SAL 2" x 2"		
0272320006	YEE PVC - SAL 4" x 4"	SIMILITUD DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS	TUBO PVC - ACCESORIOS
0272020101	YEE SANITARIA PVC CP 4"x2"		
0229030003	YESO EN BOLSAS DE 18 KG.		YESO

Fuente: Elaboración propia

Nota: en las tablas desde la 50 hasta la 58, se han agrupado los materiales básicos de construcción de acuerdo a similitud de sus propiedades físico-químicas y de impacto ambiental, lo que permitirá determinar con más rapidez los factores de emisión para cada material.

Para la cuantificación de las emisiones de CO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>, que se calculará más adelante, se estará considerando la nomenclatura asignada a cada material, para ello se han sumado sus cantidades en (kg/m<sup>2</sup>) de acuerdo a lo agrupado hasta reducir a cantidades que no se repitan, quedará reducido de acuerdo a las tablas que se indican a continuación.

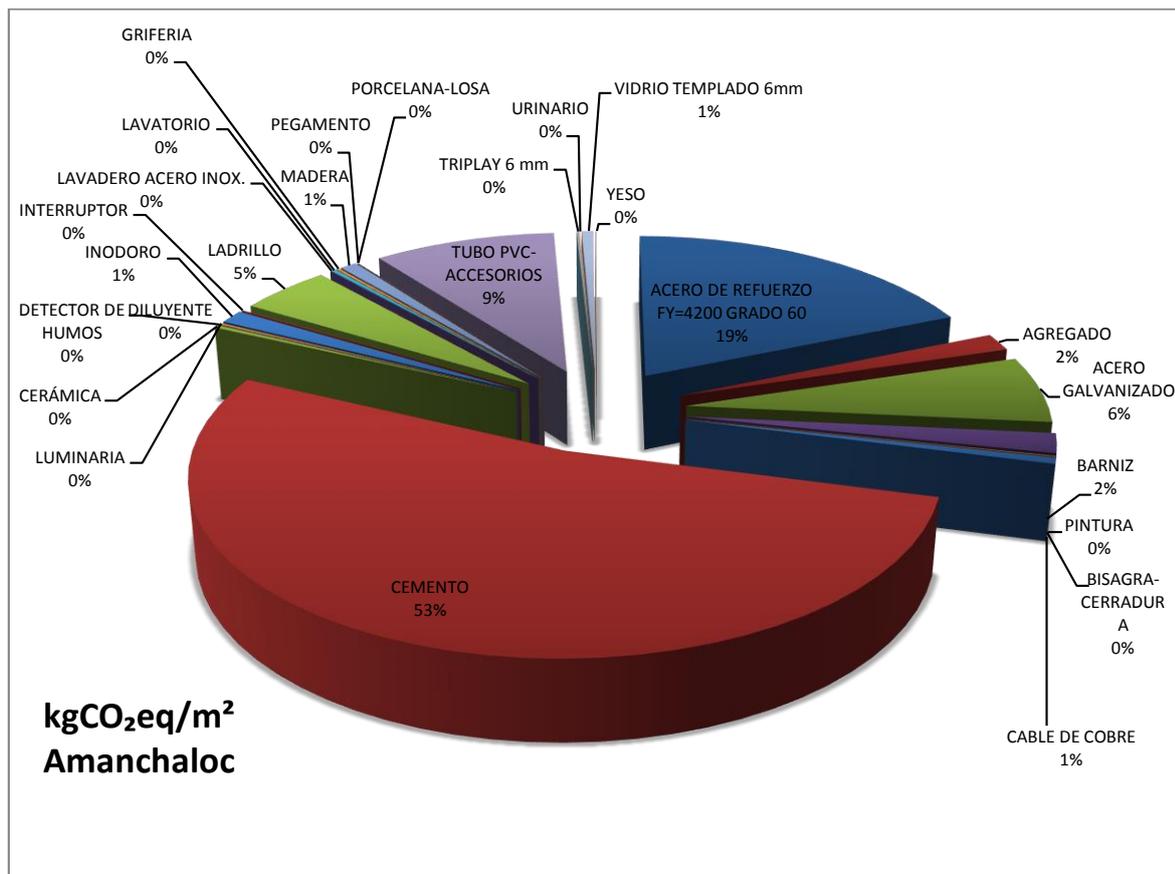
Tabla 59.

Cuantificación de la huella de carbono, emisiones de CO<sub>2</sub>eq por m<sup>2</sup> construido I.E  
Amanchaloc

EMISIONES DE CO <sub>2</sub> POR m <sup>2</sup> CONSTRUIDO I.E AMANCHALOC			
MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	F.E kgCO <sub>2</sub> eq/kg	P1 kg/m <sup>2</sup>	SUB TOTAL kgCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>
ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	1.900	69.524	132.095
AGREGADO	0.003	3,884.495	11.653
ACERO GALVANIZADO	3.630	12.322	44.730
BARNIZ	14.760	0.882	13.016
PINTURA	3.643	0.041	0.148
BISAGRA-CERRADURA	15.680	0.030	0.474
CABLE DE COBRE	14.700	0.273	4.008
CEMENTO	0.639	587.637	375.500
CERÁMICA	0.168	11.738	1.972
DETECTOR DE HUMOS	14.760	0.020	0.298
DILUYENTE	14.760	0.006	0.094
LUMINARIA	3.965	0.252	1.001
INODORO	33.090	0.272	8.985
INTERRUPTOR	10.334	0.027	0.281
LADRILLO	0.154	218.240	33.609
LAVADERO	16.063	0.010	0.164
LAVATORIO	20.300	0.088	1.790
GRIFERIA	3.987	0.268	1.068
MADERA	0.063	98.133	6.150
PEGAMENTO	0.240	0.076	0.018
PORCELANA-LOSA	0.309	0.041	0.013
TUBO PVC -ACCESORIOS	10.334	6.485	67.012
TRIPLAY 6 mm	0.567	0.851	0.482
URINARIO	18.680	0.032	0.606
VIDRIO TEMPLADO 6mm	0.937	4.680	4.387
YESO	0.323	1.677	0.542
<b>TOTAL (kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>)</b>			<b>710.095</b>
<b>ÁREA CONSTRUIDA(m<sup>2</sup>)</b>			<b>317.460</b>

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los valores de cuantificación de la huella de carbono de la tabla 59, se ha obtenido multiplicando las cantidades (kg/m<sup>2</sup>) de los materiales básicos de construcción (agrupados) por su respectivo factor de emisiones en kgCO<sub>2</sub>eq/kg (datos tomados del análisis estadístico y recopilación de datos), obteniéndose como resultado valores en kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>.



Fuente: elaboración propia

Figura 7. Emisiones de Co<sub>2</sub>eq por m<sup>2</sup> construido por material básico de construcción (MBC), I.E Amanchaloc

De la figura 7 se puede evidenciar que los materiales que más emisiones producen al medio ambiente en su proceso de fabricación es el cemento 53%, acero 19%, PVC 9%.

Tabla 60.

Cuantificación de la huella de carbono, emisiones de CO<sub>2</sub>eq por m<sup>2</sup> construido I.E El

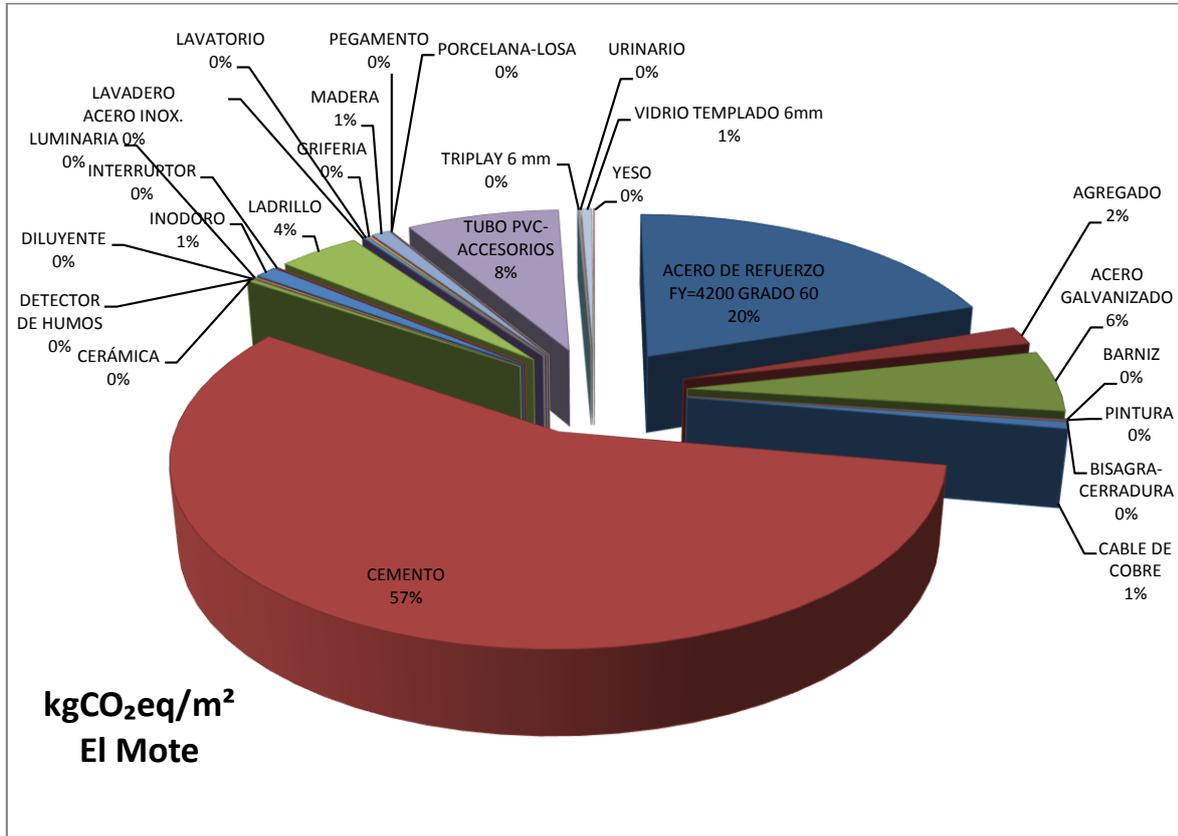
Mote

EMISIONES DE CO <sub>2</sub> POR m <sup>2</sup> CONSTRUIDO I.E EL MOTE			
MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	F.E kgCO <sub>2</sub> eq/kg	P2 kg/m <sup>2</sup>	SUB TOTAL kgCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>
ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	1.900	69.233	131.542
AGREGADO	0.003	3,664.571	10.994
ACERO GALVANIZADO	3.630	10.114	36.714
BARNIZ	14.760	0.030	0.445
PINTURA	3.643	0.041	0.148
BISAGRA-CERRADURA	15.680	0.031	0.480
CABLE DE COBRE	14.700	0.269	3.961
CEMENTO	0.639	587.627	375.494
CERÁMICA	0.168	11.452	1.923
DETECTOR DE HUMOS	14.760	0.017	0.244
DILUYENTE	14.760	0.004	0.062
LUMINARIA	3.965	0.230	0.910
INODORO	33.090	0.220	7.264
INTERRUPTOR	10.334	0.025	0.258
LADRILLO	0.154	177.765	27.376
LAVADERO	16.063	0.013	0.215
LAVATORIO	20.300	0.058	1.175
GRIFERIA	3.987	0.243	0.970
MADERA	0.063	96.558	6.051
PEGAMENTO	0.240	0.076	0.018
PORCELANA-LOSA	0.309	0.034	0.011
TUBO PVC -ACCESORIOS	10.334	5.004	51.708
TRIPLAY 6 mm	0.567	0.558	0.316
URINARIO	18.680	0.021	0.398
VIDRIO TEMPLADO 6mm	0.937	3.788	3.551
YESO	0.323	1.438	0.464
<b>TOTAL (kgCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>)</b>			<b>662.691</b>
<b>ÁREA CONSTRUIDA(m<sup>2</sup>)</b>			<b>483.870</b>

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los valores de cuantificación de la huella de carbono de la tabla 60, se ha obtenido multiplicando las cantidades (kg/m<sup>2</sup>) de los materiales básicos de construcción(agrupados)

por su respectivo factor de emisiones en kgCO<sub>2</sub>eq/kg (datos tomados del análisis estadístico y recopilación de datos), obteniéndose como resultado valores en kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>.



Fuente: elaboración propia

Figura 8. Emisiones de Co<sub>2</sub>eq por m<sup>2</sup> construido por material básico de construcción (MBC), I.E El Mote

De la figura 8 se puede evidenciar que los materiales que más emisiones en su proceso de fabricación producen al medio ambiente en la construcción es el cemento con 57%, acero con 20% y PVC con 8%.

Tabla 61.

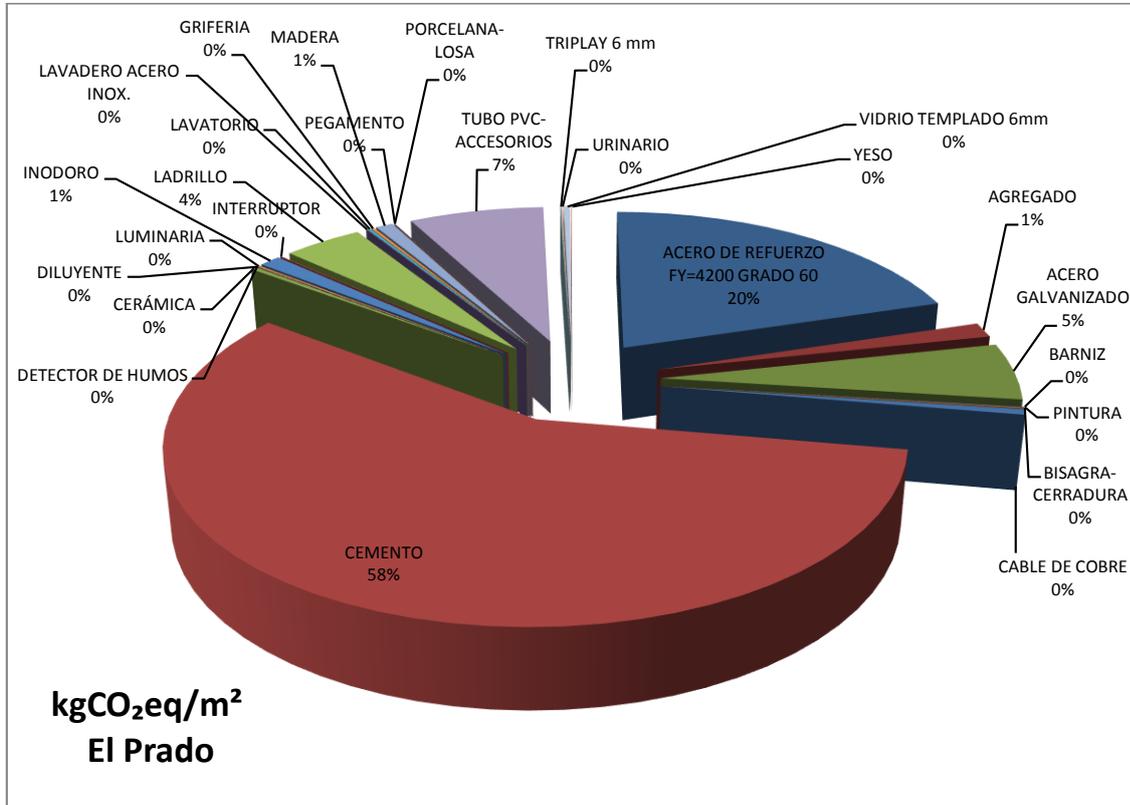
Cuantificación de la huella de carbono, emisiones de CO<sub>2</sub>eq por m<sup>2</sup> construido I.E El Prado

EMISIONES DE CO <sub>2</sub> POR m <sup>2</sup> CONSTRUIDO I.E EL PRADO			
MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	F.E kgCO <sub>2</sub> eq/kg	P3 kg/m <sup>2</sup>	SUB TOTAL kgCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>
ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	1.900	69.380	131.823
AGREGADO	0.003	3,092.516	9.278
ACERO GALVANIZADO	3.630	9.745	35.375
BARNIZ	14.760	0.024	0.358
PINTURA	3.643	0.041	0.148
BISAGRA-CERRADURA	15.680	0.030	0.471
CABLE DE COBRE	14.700	0.221	3.247
CEMENTO	0.639	587.594	375.473
CERÁMICA	0.168	11.468	1.926
DETECTOR DE HUMOS	14.760	0.015	0.222
DILUYENTE	14.760	0.004	0.063
LUMINARIA	3.965	0.240	0.952
INODORO	33.090	0.221	7.303
INTERRUPTOR	10.334	0.028	0.290
LADRILLO	0.154	177.144	27.280
LAVADERO	16.063	0.014	0.218
LAVATORIO	20.300	0.059	1.189
GRIFERIA	3.987	0.254	1.012
MADERA	0.063	96.019	6.017
PEGAMENTO	0.240	0.076	0.018
PORCELANA-LOSA	0.309	0.035	0.011
TUBO PVC -ACCESORIOS	10.334	4.539	46.909
TRIPLAY 6 mm	0.567	0.565	0.320
URINARIO	18.680	0.022	0.402
VIDRIO TEMPLADO 6mm	0.937	2.345	2.198
YESO	0.323	1.418	0.458
<b>TOTAL (kgCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>)</b>			<b>652.961</b>
<b>ÁREA CONSTRUIDA(m<sup>2</sup>)</b>			<b>478.210</b>

Fuente: elaboración propia

Nota: Los valores de cuantificación de la huella de carbono de la tabla 61, se ha obtenido multiplicando las cantidades (kg/m<sup>2</sup>) de los materiales básicos de construcción(agrupados)

por su respectivo factor de emisiones en kgCO<sub>2</sub>eq/kg (datos tomados del análisis estadístico y recopilación de datos), obteniéndose como resultado valores en kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>.



Fuente: elaboración propia

Figura 9. Emisiones de Co<sub>2</sub>eq por m<sup>2</sup> construido por material básico de construcción (MBC), I.E El Prado

De la figura 9 se puede evidenciar que los materiales que más emisiones en su proceso o fabricación producen al medio ambiente en la construcción es el cemento con 58%, acero con 20% y PVC con 7%.

Tabla 62.

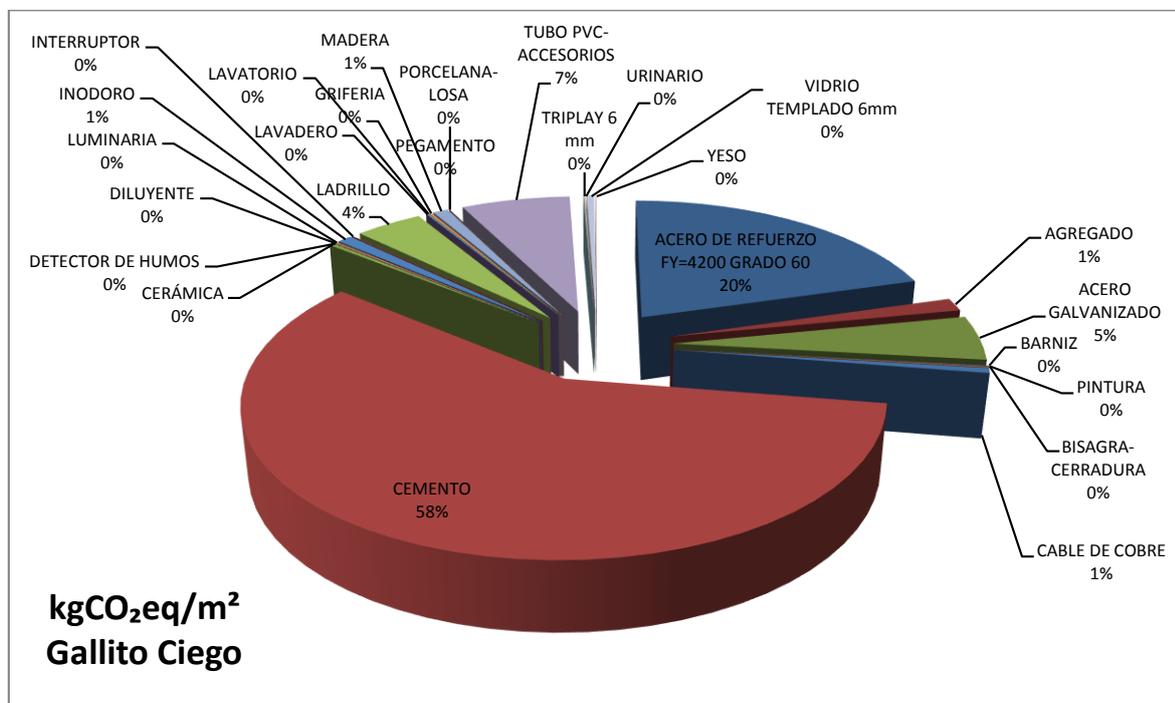
Cuantificación de la huella de carbono, emisiones de CO<sub>2</sub>eq por m<sup>2</sup> construido I.E Gallito Ciego

EMISIONES DE CO <sub>2</sub> POR m <sup>2</sup> CONSTRUIDO I.E GALLITO CIEGO			
MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	F.E kgCO <sub>2</sub> eq/kg	P4 kg/m <sup>2</sup>	SUB TOTAL kgCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>
ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	1.900	69.357	131.778
AGREGADO	0.003	3,079.734	9.239
ACERO GALVANIZADO	3.630	8.685	31.527
BARNIZ	14.760	0.031	0.458
PINTURA	3.643	0.041	0.148
BISAGRA-CERRADURA	15.680	0.029	0.458
CABLE DE COBRE	14.700	0.238	3.502
CEMENTO	0.639	587.504	375.415
CERÁMICA	0.168	11.289	1.896
DETECTOR DE HUMOS	14.760	0.015	0.216
DILUYENTE	14.760	0.005	0.069
LUMINARIA	3.965	0.238	0.945
INODORO	33.090	0.175	5.801
INTERRUPTOR	10.334	0.024	0.253
LADRILLO	0.154	172.997	26.642
LAVADERO	16.063	0.015	0.238
LAVATORIO	20.300	0.032	0.651
GRIFERIA	3.987	0.250	0.997
MADERA	0.063	95.745	6.000
PEGAMENTO	0.240	0.073	0.017
PORCELANA-LOSA	0.309	0.030	0.009
TUBO PVC -ACCESORIOS	10.334	4.199	43.394
TRIPLAY 6 mm	0.567	0.619	0.351
URINARIO	18.680	0.024	0.441
VIDRIO TEMPLADO 6mm	0.937	3.248	3.044
YESO	0.323	1.600	0.517
<b>TOTAL (kgCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>)</b>			<b>644.008</b>
<b>ÁREA CONSTRUIDA(m<sup>2</sup>)</b>			<b>436.450</b>

Fuente: elaboración propia

Nota: Los valores de cuantificación de la huella de carbono de la tabla 62, se ha obtenido multiplicando las cantidades (kg/m<sup>2</sup>) de los materiales básicos de construcción(agrupados)

por su respectivo factor de emisiones en kgCO<sub>2</sub>eq/kg (datos tomados del análisis estadístico y recopilación de datos), obteniéndose como resultado valores en kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>.



Fuente: elaboración propia

Figura 10. Emisiones de Co<sub>2</sub>eq por m<sup>2</sup> construido por material básico de construcción (MBC), I.E Gallito Ciego

De la figura 10 se puede evidenciar que los materiales que más emisiones en su proceso o fabricación producen al medio ambiente en la construcción es el cemento con 58%, acero con 20% y PVC con 7%.

Tabla 63.

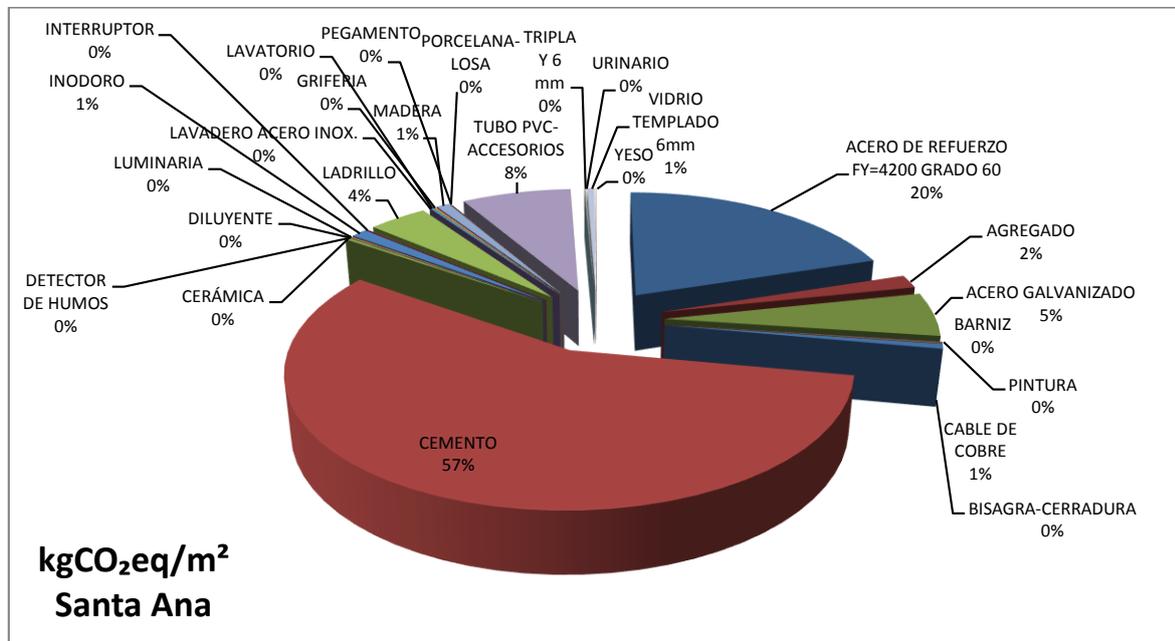
Cuantificación de la huella de carbono, emisiones de CO<sub>2</sub>eq por m<sup>2</sup> de superficie construido I.E Santa Ana

EMISIONES DE CO <sub>2</sub> POR m <sup>2</sup> CONSTRUIDO I.E SANTA ANA			
MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	F.E kgCO <sub>2</sub> eq/kg	P5 kg/m <sup>2</sup>	SUB TOTAL kgCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>
ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	1.900	69.745	132.515
AGREGADO	0.003	3,652.852	10.959
ACERO GALVANIZADO	3.630	9.950	36.117
BARNIZ	14.760	0.030	0.437
PINTURA	3.643	0.041	0.148
BISAGRA-CERRADURA	15.680	0.031	0.479
CABLE DE COBRE	14.700	0.267	3.927
CEMENTO	0.639	587.585	375.467
CERÁMICA	0.168	11.429	1.920
DETECTOR DE HUMOS	14.760	0.016	0.240
DILUYENTE	14.760	0.004	0.061
LUMINARIA	3.965	0.223	0.886
INODORO	33.090	0.218	7.208
INTERRUPTOR	10.334	0.025	0.254
LADRILLO	0.154	176.897	27.242
LAVADERO	16.063	0.013	0.211
LAVATORIO	20.300	0.057	1.155
GRIFERIA	3.987	0.237	0.944
MADERA	0.063	96.492	6.047
PEGAMENTO	0.240	0.075	0.018
PORCELANA-LOSA	0.309	0.034	0.010
TUBO PVC -ACCESORIOS	10.334	4.922	50.865
TRIPLAY 6 mm	0.567	0.549	0.311
URINARIO	18.680	0.021	0.391
VIDRIO TEMPLADO 6mm	0.937	3.724	3.490
YESO	0.323	1.548	0.500
<b>TOTAL (kgCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>)</b>			<b>661.802</b>
<b>ÁREA CONSTRUIDA(m<sup>2</sup>)</b>			<b>492.240</b>

Fuente: elaboración propia

Nota: Los valores de cuantificación de la huella de carbono de la tabla 63, se ha obtenido multiplicando las cantidades (kg/m<sup>2</sup>) de los materiales básicos de construcción(agrupados)

por su respectivo factor de emisiones en kgCO<sub>2</sub>eq/kg (datos tomados del análisis estadístico y recopilación de datos), obteniéndose como resultado valores en kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>.



Fuente: elaboración propia

Figura 11. Emisiones de Co<sub>2</sub>eq por m<sup>2</sup> de superficie construida por material básico de construcción (MBC), I.E Santa Ana

De la figura 11 se puede evidenciar que los materiales que más emisiones en su proceso o fabricación producen al medio ambiente en la construcción es el cemento con 57%, acero con 20% y PVC con 8%.

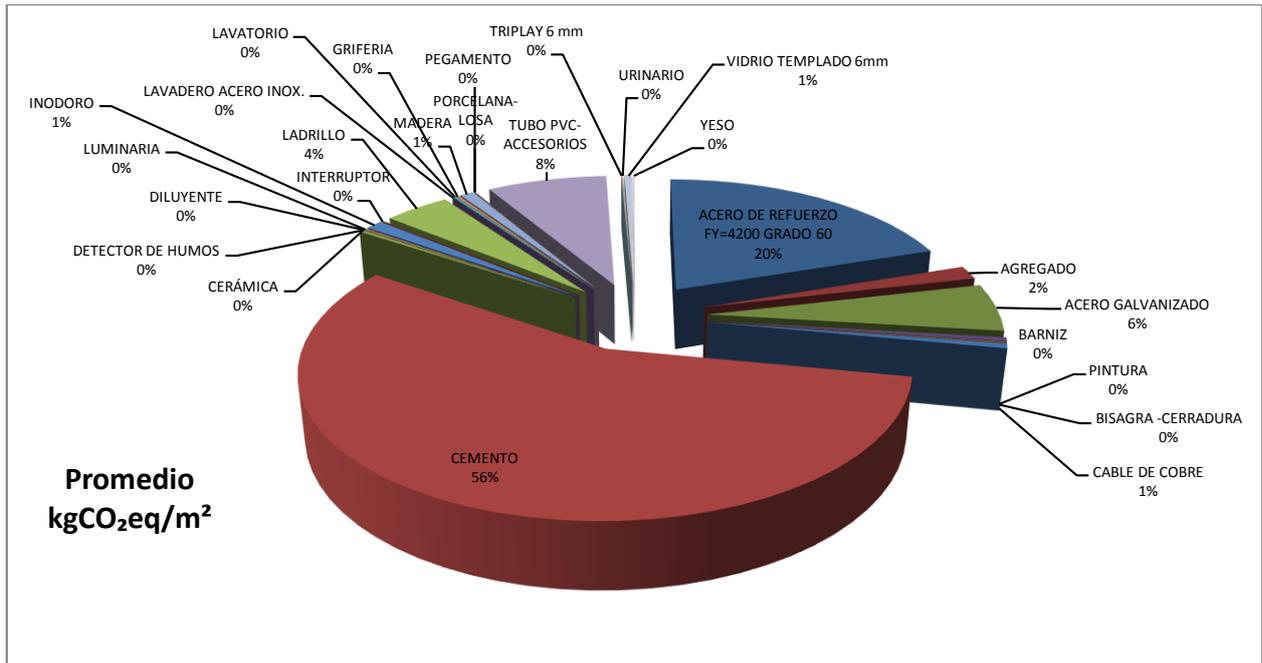
Tabla 64.

Matriz comparativa de cuantificación de la huella de carbono de la muestra

CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA MUESTRA						
MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	IE AMANCHALOC (P1)	IE EL MOTE (P2)	IE EL PRADO (P3)	IE GALLITO CIEGO (P4)	IE SANTA ANA (P5)	PROMEDIO
	kgCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>					
ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	132.095	131.542	131.823	131.778	132.515	131.9506
AGREGADO	11.653	10.994	9.278	9.239	10.959	10.4246
ACERO GALVANIZADO	44.73	36.714	35.375	31.527	36.117	36.8926
BARNIZ	13.016	0.445	0.358	0.458	0.437	2.9428
PINTURA	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148
BISAGRA-CERRADURA	0.474	0.48	0.471	0.458	0.479	0.4724
CABLE DE COBRE	4.008	3.961	3.247	3.502	3.927	3.729
CEMENTO	375.5	375.494	375.473	375.415	375.467	375.4698
CERÁMICA	1.972	1.923	1.926	1.896	1.92	1.9274
DETECTOR DE HUMOS	0.298	0.244	0.222	0.216	0.24	0.244
DILUYENTE	0.094	0.062	0.063	0.069	0.061	0.0698
LUMINARIA	1.001	0.91	0.952	0.945	0.886	0.9388
INODORO	8.985	7.264	7.303	5.801	7.208	7.3122
INTERRUPTOR	0.281	0.258	0.29	0.253	0.254	0.2672
LADRILLO	33.609	27.376	27.28	26.642	27.242	28.4298
LAVADERO	0.164	0.215	0.218	0.238	0.211	0.2092
LAVATORIO	1.79	1.175	1.189	0.651	1.155	1.192
GRIFERIA	1.068	0.97	1.012	0.997	0.944	0.9982
MADERA	6.15	6.051	6.017	6	6.047	6.053
PEGAMENTO	0.018	0.018	0.018	0.017	0.018	0.0178
PORCELANA-LOSA	0.013	0.011	0.011	0.009	0.01	0.0108
TUBO PVC -ACCESORIOS	67.012	51.708	46.909	43.394	50.865	51.9776
TRIPLAY 6 mm	0.482	0.316	0.32	0.351	0.311	0.356
URINARIO	0.606	0.398	0.402	0.441	0.391	0.4476
VIDRIO TEMPLADO 6mm	4.387	3.551	2.198	3.044	3.49	3.334
YESO	0.542	0.464	0.458	0.517	0.5	0.4962
<b>Total (kgCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>)</b>	<b>710.095</b>	<b>662.691</b>	<b>652.961</b>	<b>644.008</b>	<b>661.802</b>	
<b>Área construida(m<sup>2</sup>)</b>	<b>317.46</b>	<b>483.87</b>	<b>478.21</b>	<b>436.45</b>	<b>492.24</b>	
<b>Promedio (kgCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>)</b>						<b>666.311</b>

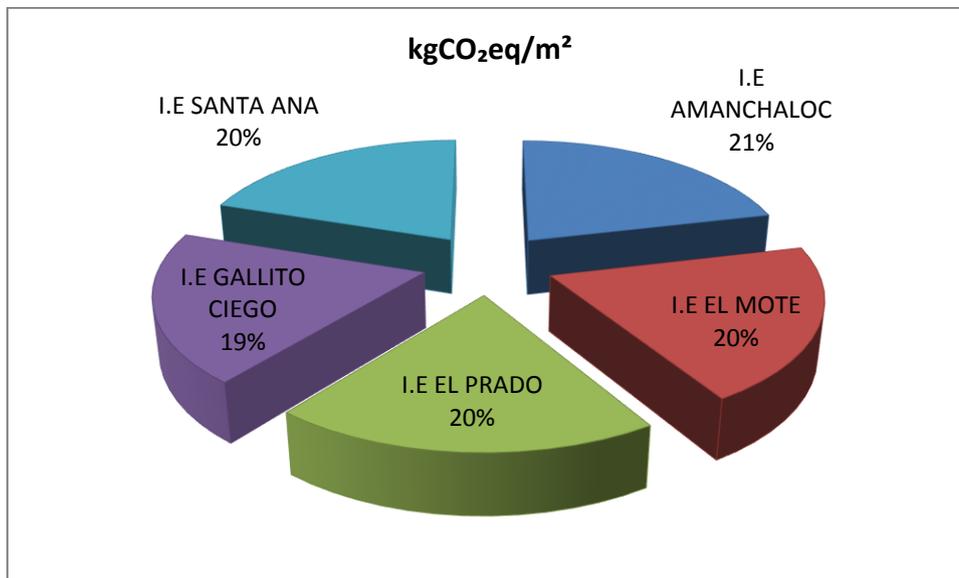
Fuente: elaboración propia

Nota: En la tabla 64 se ha cuantificado la huella de carbono de la muestra en estudio.



Fuente: elaboración propia

Figura 12. Promedio de emisiones de Co<sub>2</sub> eq por m<sup>2</sup> de superficie construida por material básico de construcción (MBC) de la muestra



Fuente: elaboración propia

Figura 13. Porcentaje de emisión de Co<sub>2</sub> eq por m<sup>2</sup> de superficie construida por I.E.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

De los resultados de cuantificación de la huella de carbono, se puede evidenciar que en la I.E Amanchaloc se cuantificó una huella de carbono de 710.095 kgCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>, con una representación de emisiones del 21%; en la I.E El Mote se cuantificó una huella de carbono de 662.691 kgCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>, con una representación de emisiones del 20%; en la I.E El Prado se cuantificó una huella de carbono de 652.961 kgCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>, con una representación de emisiones del 20%; en la I.E Gallito Ciego se cuantificó una huella de carbono de 644.008 kgCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>, con una representación de emisiones del 19% y de la I.E Santa Ana se cuantificó una huella de carbono de 661.802 kgCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>, con una representación de emisiones del 20%, la huella de carbono promedio de toda la muestra de estudio arrojó un valor de 666.311 kgCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup> de superficie construida, lo que es similar con los resultados de otras investigaciones como, Mercader P. (2012) con un indicador de emisiones de 739.67654 kgCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>; Wadel G. (2010), reporta un indicador de emisiones de 600.49 kgCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>; Ayllon J. (2009), expresa que el valor de CO<sub>2</sub>eq incorporado en las viviendas unifamiliares, tienen un rango de 500 a 1000 kgCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>; Casanova W. (2009) reporta 732 kgCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup> en una vivienda unifamiliar, la similitud en los valores es debido al tipo de construcción de material noble y área construida. En nacionales, Casaverde, R. (2016) reporta un indicador de emisión de 0.26 tCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>, equivalente a 260 kgCO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>, el cual discrepa con nuestros resultados obtenidos, debido a la cantidad de área construida que es de solo 180m<sup>2</sup>; García S. (2014), reporta en sus resultados 260,743 kgCO<sub>2</sub> eq para una

vivienda unifamiliar de 478 m<sup>2</sup> es decir se obtendría 545 kgCO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup> por lo que es concordante con nuestros resultados de la investigación.

Tabla 65.

Resultados de cuantificación de la huella de carbono por I.E

CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA MUESTRA						
MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	I.E AMANCHALOC (P1)	I.E EL MOTE (P2)	I.E EL PRADO (P3)	I.E GALLITO CIEGO (P4)	I.E SANTA ANA (P5)	PROMEDIO
	kgCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>					
Total (kgCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> )	710.095	662.691	652.961	644.008	661.802	
Área construida(m <sup>2</sup> )	317.46	483.87	478.21	436.45	492.24	
Promedio (kgCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> )						666.311

Fuente: elaboración propia

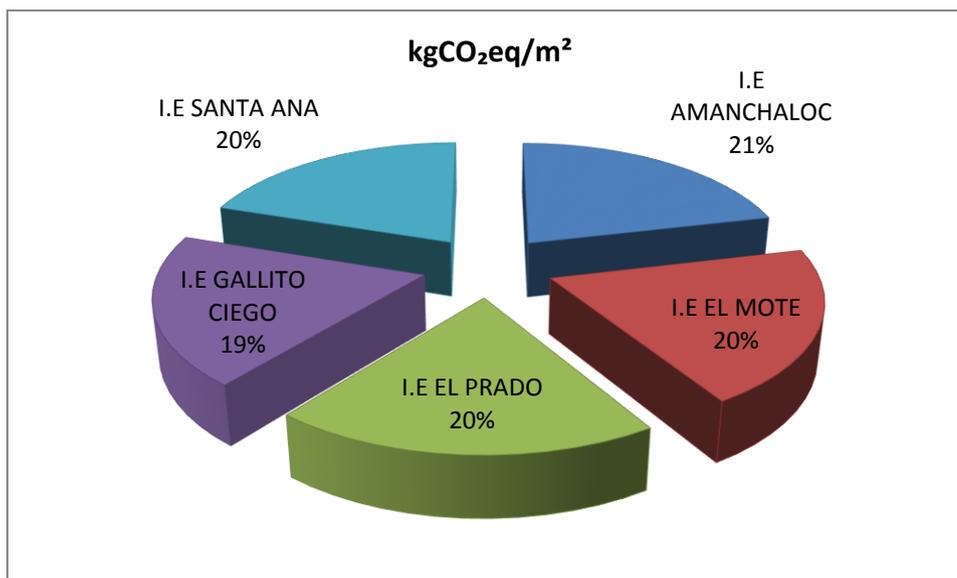


Figura 14. Resultados de emisión de Co<sub>2</sub> eq por m<sup>2</sup> de superficie construida por I.E

Fuente: elaboración propia

La metodología utilizada no presenta limitaciones para llevar a cabo otros estudios con otro tipo de construcciones, se puede aplicar a viviendas unifamiliares, multifamiliares de material noble u otro tipo de construcción.



El resultado del metrado en kg por superficie construida de los materiales básicos de construcción consumidos en la ejecución ha sido llevado a cabo de acuerdo a la metodología planteada en la presente investigación, a continuación, se presenta resumen de los resultados obtenidos.

*Tabla 66.*

*Resultados de metrados por kg/m<sup>2</sup> construido*

MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	I.E AMANCHALO C	I.E EL MOTE	I.E EL PRADO	I.E GALLIT O CIEGO	I.E SANTA ANA
	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	69.524	69.233	69.380	69.357	69.745
AGREGADO	3,884.495	3,664.57 1	3,092.51 6	3,079.734	3,652.85 2
ACERO GALVANIZADO	12.322	10.114	9.745	8.685	9.950
BARNIZ	0.882	0.030	0.024	0.031	0.030
PINTURA	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041
BISAGRA-CERRADURA	0.030	0.031	0.030	0.029	0.031
CABLE DE COBRE	0.273	0.269	0.221	0.238	0.267
CEMENTO	587.637	587.627	587.594	587.504	587.585
CERÁMICA	11.738	11.452	11.468	11.289	11.429
DETECTOR DE HUMOS	0.020	0.017	0.015	0.015	0.016
DILUYENTE	0.006	0.004	0.004	0.005	0.004
LUMINARIA	0.252	0.230	0.240	0.238	0.223
INODORO	0.272	0.220	0.221	0.175	0.218
INTERRUPTOR	0.027	0.025	0.028	0.024	0.025
LADRILLO	218.240	177.765	177.144	172.997	176.897
LAVADERO ACERO INOX.	0.010	0.013	0.014	0.015	0.013
LAVATORIO	0.088	0.058	0.059	0.032	0.057
GRIFERIA	0.268	0.243	0.254	0.250	0.237
MADERA	98.133	96.558	96.019	95.745	96.492
PEGAMENTO	0.076	0.076	0.076	0.073	0.075
PORCELANA-LOSA	0.041	0.034	0.035	0.030	0.034
TUBO PVC-ACCESORIOS	6.485	5.004	4.539	4.199	4.922
TRIPLAY 6 mm	0.851	0.558	0.565	0.619	0.549
URINARIO	0.032	0.021	0.022	0.024	0.021
VIDRIO TEMPLADO 6mm	4.680	3.788	2.345	3.248	3.724
YESO	1.677	1.438	1.418	1.600	1.548

*Fuente. Elaboración propia*

Se presentan los resultados de los factores de emisión producto de la fabricación de los materiales básicos de construcción (MBC), recopilados de diferentes fuentes secundarias.

*Tabla 67.*

*Resultados de los factores de emisión*

MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN, MÁS REPRESENTATIVOS	F.E kgCO <sub>2</sub> eq/kg
ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	1.900
AGREGADO	0.003
ACERO GALVANIZADO	3.630
BARNIZ	14.760
PINTURA	3.643
BISAGRA-CERRADURA	15.680
CABLE DE COBRE	14.700
CEMENTO	0.639
CERÁMICA	0.168
DETECTOR DE HUMOS	14.760
DILUYENTE	14.760
LUMINARIA	3.965
INODORO	33.090
INTERRUPTOR	10.334
LADRILLO	0.154
LAVADERO	16.063
LAVATORIO	20.300
GRIFERIA	3.987
MADERA	0.063
PEGAMENTO	0.240
PORCELANA-LOSA	0.309
TUBO PVC -ACCESORIOS	10.334
TRIPLAY 6 mm	0.567
URINARIO	18.680
VIDRIO TEMPLADO 6mm	0.937
YESO	0.323

Fuente. Elaboración propia

## 4.2 Conclusiones

- El modelo constructivo seleccionado para la investigación ha dado cumplimiento al objetivo principal que es la “cuantificación de los recursos materiales consumidos en la construcción de edificaciones educativas en la región Cajamarca”; instituciones educativas iniciales que corresponde a un solo proyecto con código único de inversiones 2300106.
- El modelo constructivo seleccionado ha permitido dar cumplimiento a todos los objetivos específicos planteados en la presente investigación, con el auxilio de niveles y etapas de la metodología, el cual ha permitido llevar a cabo el proceso de cuantificación de la huella de carbono en  $\text{kgCO}_2 \text{ eq/m}^2$ , de la muestra de estudio de acuerdo a la metodología planteada.
- En esta investigación ha permitido desarrollar una base de datos ambientales específica de los materiales básicos de construcción, relacionados con las emisiones de  $\text{CO}_2$  por material para instituciones educativas.
- Para mitigar la emisión de  $\text{CO}_2 \text{ eq}$  se debe usar otras alternativas tecnologías en materiales de construcción a fin de contribuir a mitigar el calentamiento global y deterior de la capa de ozono que actualmente afecta a severamente al planeta.
- En nuestro país existe escasa información sobre estudios de huella de carbono, por lo que en su gran mayoría se ha recurrido a datos extranjeros con mayor cantidad en Europa ha sido España y en Latinoamérica Chile.

## REFERENCIAS

- Asociación Española de la Calidad (2021). AEC homepage (en línea). ES  
Disponibile en <http://www.aec.es>  
(accesado 24 octubre 2021)
- Ayllon, J. (2009). Frente al cambio climático: Utiliza madera. Madrid. Centro  
Económico Internacional.
- Casaverde, R. (2016). En su tesis "Cuantificación de CO<sub>2</sub> generado por el  
consumo energético en la construcción de viviendas unifamiliares-Satipo",  
Universidad del Centro del Perú.  
Recuperado de:  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3463/Casaverde%20Chancapoma.pdf?sequence=1>  
(accesado 26 octubre de 2021)
- Casanova, X. (2009). La construcción sostenible, una mirada estratégica.  
Barcelona. CONTART.
- Capeco (2014). Costos y presupuestos en edificación. Lima  
Disponibile en:  
[https://civilyedaro.files.wordpress.com/2014/08/costos\\_y\\_presupuestos\\_en\\_edificacion\\_-\\_capeco\\_r.pdf](https://civilyedaro.files.wordpress.com/2014/08/costos_y_presupuestos_en_edificacion_-_capeco_r.pdf)  
(accesado 25 octubre de 2021)
- Carmona, F. (2010). Estimación de la energía consumida en la construcción de obra  
gruesa de 3 edificios de altura media en la ciudad de Santiago de Chile.  
Santiago de Chile. Universidad de Chile.
- CEMEX (2015). "Informe de Desarrollo Sostenible". Obtenido de  
<http://www2.cemex.com>
- Castillo M. (2004). Guía para la formulación de proyectos de investigación
- García, S. (2014). "Evaluación ambiental durante el ciclo de vida de una vivienda  
unifamiliar". (tesis pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú.

Hernández, P. (2010). Alternativas para la compensación de emisiones de gases de efecto invernadero a través de plantaciones forestales. Tesis para adquirir el grado de Magister en Socio economía Ambiental. Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Holcim (2014). "Building on ambition"

recuperado de [www.holcim.com/](http://www.holcim.com/)

(accesado 25 de octubre de 2021)

Ihobe S.A. (2013). "METODOLOGÍAS PARA EL CALCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO". Gobierno Vasco.

Recuperado de: <https://vdocuments.es/500-04-13-6-0-404-44-.html>

(accesado 26 de octubre de 2021)

ITEC. (2017). "metaBase - BancoBEDEC 2017"

Obtenido de: <http://metabase.itec.cat/vid/e/es/bedec>

(accesado 26 de octubre de 2021)

Mamani, F. (2018). Tesis "Huella de Carbono (CO<sub>2</sub>) en la construcción de edificios de la ciudad de Lima", Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Mercader, M. P., de Arellano, A. R., & Olivares, M. (2012). Modelo de cuantificación de las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas en edificación derivadas de los recursos materiales consumidos en su ejecución. Informes de la Construcción, 64(527), 401-414.

MINAM (2009). "CAMBIO CLIMÁTICO Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL PERÚ". Lima

Recuperado de

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/374283/CDAM0000323.pdf>

(accesado 25 de octubre de 2021)

MINAM (2010). "PLAN DE ACCIÓN DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO"

Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-accion-adaptacion-mitigacion-frente-cambio-climatico>

(accesado 25 de octubre de 2021)

MINAM (2012). Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana.

Recuperado de  
<http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/504.pdf>  
(Accesado 26 de octubre del 2021)

Osorio, J. (2011). El consumo sostenible de los materiales usados en la construcción de vivienda. Manizales. Universidad Nacional de Colombia

Olivares, M. Mercader, M.; y Ramírez, A. (2010). Modelo de cuantificación del consumo energético en edificación. Sevilla. Universidad de Sevilla.

PACASMAYO (2015). "Promoviendo el Desarrollo (reporte de sostenibilidad)"

Obtenido de: [www.cementospacasmayo.com.pe](http://www.cementospacasmayo.com.pe)

Rondon, M. (2015) "HUELLA DE CARBONO". COMPROMISO PERU CLIMATICO-MINAM. Lima.

Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/semanaclimatica/wp-content/uploads/sites/104/2015/06/1La-Huella-de-Carbono-y-Neutralizaci%3%b3n-como-instrumentos-de-sostenibilidad.pdf>  
(accesado 25 de octubre de 2021)

TECNIBERIA (2014). "base de datos hueco2"

Obtenido de <http://hueco2.tecniberia.es/>

UNACEM (2016). "Reporte de sostenibilidad 2016". Lima.

UNICON (2014). "Reporte de sostenibilidad". Lima.

University-of-Bath (2011). "Base de datos ICE". Obtenido de:  
[www.circularecology.com](http://www.circularecology.com)

Wadel, G. (2010). tesis "Análisis ambiental comparado de diferentes tipos de construcción modular y convencional. Cap7.

Recuperado de  
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6136/TGW09de13.pdf?sequence=9>

(accesado 26 de octubre de 2021)

WorldsteelASSOCIATION (2017). "Steel's contribution to a low carbon future".

Obtenido de: [worldsteel.org](http://worldsteel.org).

## *Fotografías en 3D de las Instituciones Educativas*

### **PROYECTO 1: I.E. LOCALIDAD AMANCHALOC**



*Foto 1. Arquitectura 3D I.E Amanchaloc-1*



*Foto 2. Arquitectura 3D I.E Amanchaloc-2*

## **PROYECTO 2: I.E. LOCALIDAD EL MOTE**



*Foto 3. Arquitectura en 3D I.E El Mote-1*

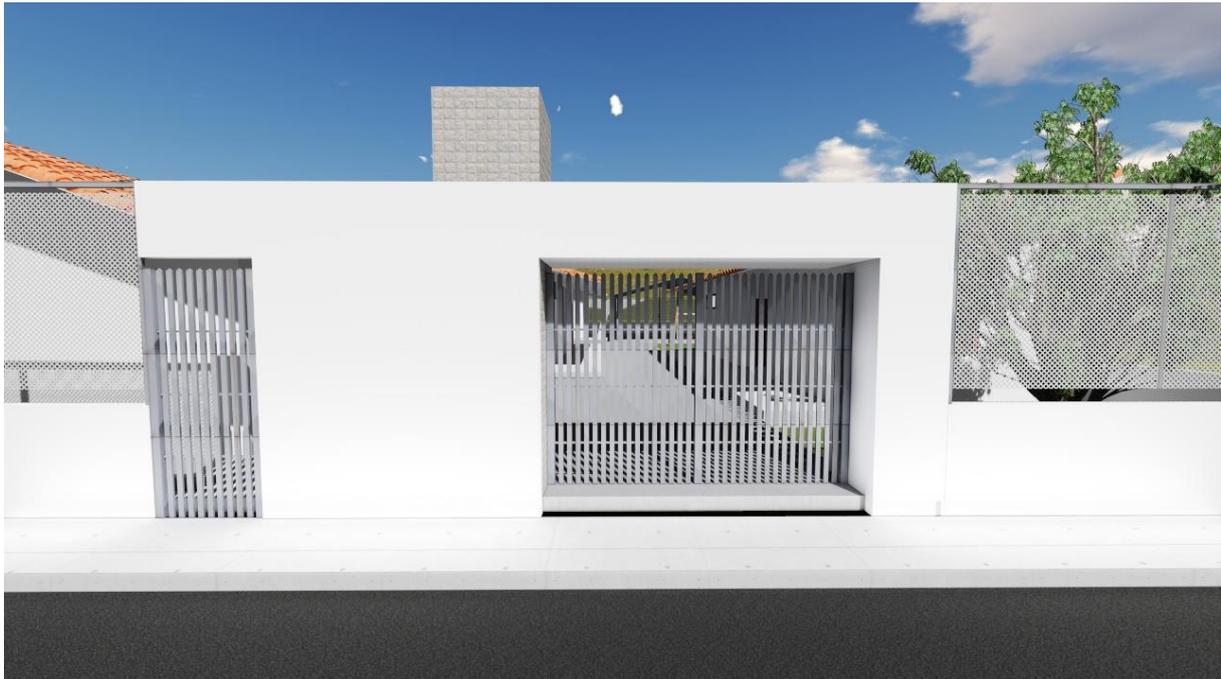


*Foto 4. Arquitectura en 3D I.E El Mote-2*

### **PROYECTO 3: I.E. LOCALIDAD EL PRADO**



*Foto 5. Arquitectura 3D I.E El Prado-1*



*Foto 6. Arquitectura 3D I.E El Prado-2*

#### **PROYECTO 4: I.E. LOCALIDAD GALLITO CIEGO**

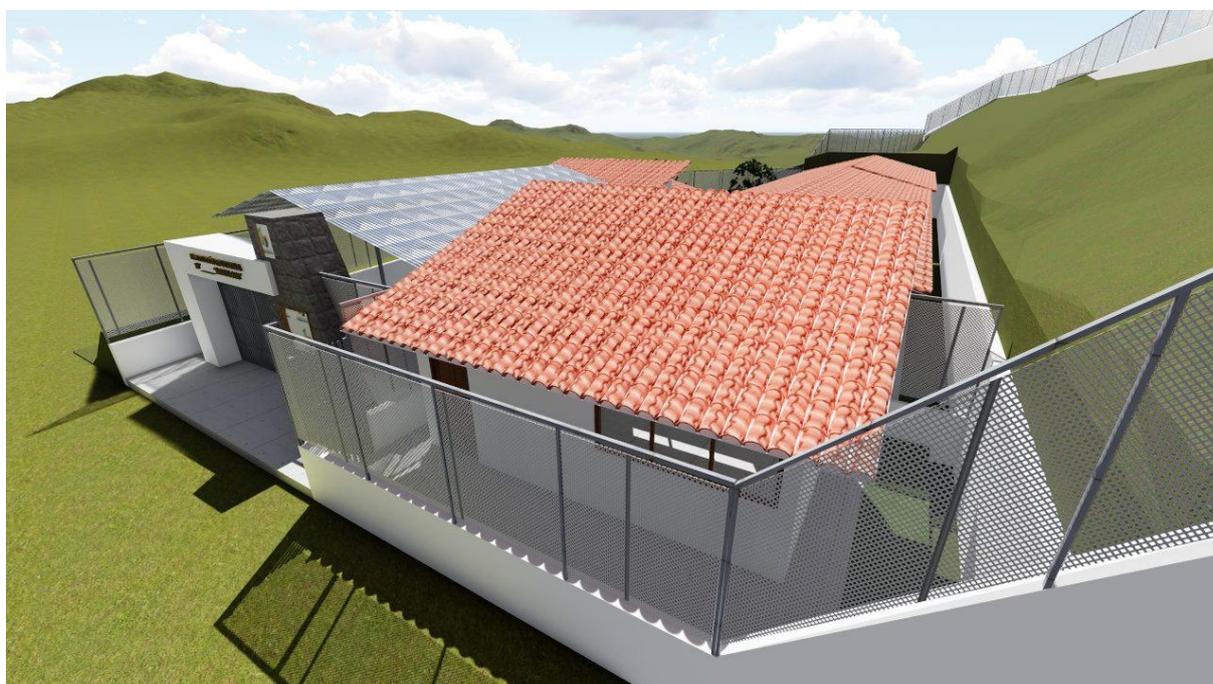


*Foto 7. Arquitectura 3D I.E Gallito Ciego-1*



*Foto 8. Arquitectura 3D I.E Gallito Ciego-2*

## **PROYECTO 5: I.E. LOCALIDAD SANTA ANA**



*Foto 9. Arquitectura 3D I.E Santa Ana-1*



*Foto 10.Arquitectura 3D I.E Santa Ana-2*

## *Anexo A. Expediente técnico de obra y documentos (digital)*

*Link de descarga:*

<https://drive.google.com/file/d/1-0AIG--tay3RDI8gVSSYb-SOa7V0KFei/view?usp=sharing>

## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Luis Ramírez Vásquez, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Vásquez Mejía, Wilter Javier

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DERIVADO DE LOS RECURSOS MATERIALES CONSUMIDOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EDUCATIVAS EN LA REGIÓN CAJAMARCA” para aspirar al título profesional de: Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

---

MSc. Ing. Luis Ramírez Vásquez  
Asesor

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Vásquez Mejía, Wilter Javier para aspirar al título profesional con la tesis denominada: “CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DERIVADO DE LOS RECURSOS MATERIALES CONSUMIDOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EDUCATIVAS EN LA REGIÓN CAJAMARCA”

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos  
Jurado  
Presidente

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos  
Jurado

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos  
Jurado