



**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO**

**ESCUELA DE ARQUITECTURA**

**LICENCIATURA EN ARQUITECTURA**

**ESTUDIO DE LAS NUEVAS METODOLOGÍAS DE CONSTRUCCIÓN EN LA  
CIUDAD DE SANTIAGO.**

**ELABORADO POR:**

**DEYLIN DEL CARMEN ANDRADE**

**9-745-923**

**ASESORADA POR:**

**ARQ. SEBASTIAN AGUILAR**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE**

**LICENCIATURA EN ARQUITECTURA**

**SANTIAGO, PROVINCIA DE VERAGUAS**

**REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2021**

-----

**Arq. SEBASTIAN AGUILAR (presidente)**

**Firma**

-----

**Arq. MIGUEL VEGA (miembro)**

**Firma**

-----

**Arq. RICAURTE RODRÍGUEZ (miembro)**

**Firma**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres, Idania y Eric, quienes con su esfuerzo me han apoyado con mis estudios. A mi hijo, Eythan, y Miguel que son mi motor para seguir superándome en la vida. También a todos los miembros de mi familia, que en todo momento me han animado en seguir mis sueños y por haberme llevado en sus mentes y en sus corazones.

**Deylin del C. Andrade**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero que todo quiero darle las gracias a Dios por darme salud y ser el guía de todos los pasos que he dado durante toda mi vida y concluir con éxito esta meta que me propuse.

A mis padres y mi hijo que han sido mis guías y mi inspiración durante toda mi carrera, ya que su apoyo siempre ha sido incondicional toda mi vida estaré muy agradecida con ellos por todo lo que me han dado.

A mi asesor de tesis el Arq. Sebastián Aguilar, que con su experiencia y todos los conocimientos que tiene me supo aconsejar y orientar durante la realización de todo este trabajo, y sobre todo por su paciencia, mil gracias.

A los profesores, quienes brindaron su conocimiento durante toda la carrera universitaria, a la Universidad de Panamá y a la escuela de Arquitectura y Diseño por la oportunidad de haber estudiado todos estos años en ella.

**Deylin del C. Andrade**

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1. OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1.1. OBJETIVOS GENERALES .....</b>	<b>18</b>
<b>1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>18</b>
<b>1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>18</b>
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>20</b>
<b>1.5. ANTECEDENTES.....</b>	<b>22</b>
<b>1.6. INVESTIGACIÓN DE MERCADO .....</b>	<b>25</b>
<b>1.6.1. PERSPECTIVA DE LA INVESTIGACION.....</b>	<b>25</b>
<b>1.6.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>26</b>
<b>1.6.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION DE MERCADO .....</b>	<b>26</b>
<b>1.6.3.1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>26</b>
<b>1.6.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>26</b>
<b>1.6.4.1. DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO .....</b>	<b>27</b>
<b>1.6.4.2. DEFINICIÓN DE LA MUESTRA .....</b>	<b>28</b>
<b>2. ANÁLISIS DE DATOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
<b>3.1. HORMIGÓN EN LA CONSTRUCCION .....</b>	<b>45</b>
<b>3.2. OTROS MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>51</b>
<b>3.2.1 TIPOS .....</b>	<b>53</b>

3.2.1.1. MATERIALES PÉTREOS .....	53
3.3. SISTEMAS ESTRUCTURALES .....	60
3.3.1. CONCEPTO DE SISTEMAS ESTRUCTURALES .....	60
3.3.2. ELEMENTOS ESTRUCTURALES .....	61
3.3.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES .....	61
3.4. SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL .....	73
4.  NORMATIVAS VIGENTES DE LOS NUEVOS SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN.....	76
4.1. EJEMPLO SOLICITUD DE CERTIFICADO DE APROBACIÓN PARA SISTEMAS ALTERNATIVOS .....	78
4.2. NORMA PARA EL SISTEMA ROYAL BUILDING SYSTEM .....	80
4.3. NORMA PARA EL SISTEMA FORZA S.A. ....	83
4.4. NORMA DE GUÍA PARA LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES.....	85
5.    SISTEMAS ALTERNATIVOS PRESENTES EN SANTIAGO DE VERAGUAS .....	95
5.1. SISTEMA ROYAL BUILDING SYSTEM .....	95
5.1.1.  PROYECTOS REALIZADOS EN SANTIAGO CON ESTE SISTEMA 119	
COMPARACIÓN ECONÓMICAS DE LOS SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN	138
5.1.2.  DETALLES TÉCNICOS.....	139
5.2. SISTEMA FORMALETAS (FORSA) .....	154
5.2.1. PROYECTOS REALIZADOS EN SANTIAGO CON ESTE SISTEMA	168
5.2.2.  DETALLES TÉCNICOS.....	196
CONCLUSIONES .....	230

<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>232</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>233</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>237</b>

## ÍNDICE DE TABLA

<b>Tabla 1. Cuántos habitan en esta vivienda?.....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 2. Situación laboral de la persona principal de la familia?.....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 3. Cuántos estudian de los que residen en esta vivienda? .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 4. Siente usted que ha cambiado la calidad de vida de usted y su familia?.....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 5. Tiene usted conocimiento de que material está construida su vivienda? .....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 6.En términos generales, ¿Cuál es su grado de satisfacción con la vivienda? ...</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 7. Qué tiempo tiene de residir en dicha vivienda? .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 8. Podría decirme si su vivienda es de ayuda del gobierno o pago de letra mensual? .....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 9. A tenido algún inconveniente con la vivienda en el aspecto de la estructura? .....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 10. Recomendaría usted a otras personas a utilizar estos materiales de construcción? .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 11. Comparaciones de procesos constructivos .....</b>	<b>131</b>
<b>Tabla 12. Costo de materiales Sistema RBS .....</b>	<b>136</b>
<b>Tabla 13. Mano de obra Sistema RBS .....</b>	<b>137</b>
<b>Tabla 14. Comparación económica de los sistemas de construcción Royal Building System .....</b>	<b>138</b>
<b>Tabla 15.Comparaciones de proceso constructivo .....</b>	<b>188</b>
<b>Tabla 16. Costo de materiales Sistema de Formaletas .....</b>	<b>192</b>
<b>Tabla 17. Mano de obra Sistema de Formaletas .....</b>	<b>193</b>
<b>Tabla 18. Comparación Económica de los sistemas de construcción Formaletas ....</b>	<b>194</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1. Cuántos habitan en esta vivienda?.....</b>	<b>31</b>
<b>Gráfica 2. . Situación laboral de la persona principal de la familia? .....</b>	<b>32</b>
<b>Gráfica 3. Cuántos estudian de los que residen en esta vivienda? .....</b>	<b>33</b>
<b>Gráfica 4. Siente usted que ha cambiado la calidad de vida de usted y su familia?.....</b>	<b>34</b>
<b>Gráfica 5. Tiene usted conocimiento de que material está construida su vivienda?..</b>	<b>35</b>
<b>Gráfica 6. En términos generales, ¿Cuál es su grado de satisfacción con la vivienda? 36</b>	
<b>Gráfica 7. Qué tiempo tiene de residir en dicha vivienda? .....</b>	<b>37</b>
<b>Gráfica 8. . Podría decirme si su vivienda es de ayuda del gobierno o pago de letra mensual? .....</b>	<b>38</b>
<b>Gráfica 9. A tenido algún inconveniente con la vivienda en el aspecto de la estructura? .....</b>	<b>39</b>
<b>Gráfica 10. Recomendaría usted a otras personas a utilizar estos materiales de construcción? .....</b>	<b>40</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1. Características del hormigón .....</b>	<b>47</b>
<b>Ilustración 2. Tipos de hormigón .....</b>	<b>49</b>
<b>Ilustración 3. Materiales de construcción.....</b>	<b>52</b>
<b>Ilustración 4. Ensamble de estructura .....</b>	<b>60</b>
<b>Ilustración 5. Tipos de Cimentación y su descripción.....</b>	<b>63</b>
<b>Ilustración 6. Descripción de columnas .....</b>	<b>66</b>
<b>Ilustración 7. Descripción de vigas.....</b>	<b>68</b>
<b>Ilustración 8. Tipos de Vigas .....</b>	<b>69</b>
<b>Ilustración 9. Losa descripción.....</b>	<b>71</b>
<b>Ilustración 10. Instalación de muros.....</b>	<b>96</b>
<b>Ilustración 11. Procedimiento de instalación de vigas para cumbrera.....</b>	<b>99</b>
<b>Ilustración 12. Instalación de caballete.....</b>	<b>100</b>
<b>Ilustración 13. Diseños y planeamientos arquitectónicos .....</b>	<b>101</b>
<b>Ilustración 14. Cimentación.....</b>	<b>102</b>
<b>Ilustración 15. Replanteo de muros e instalación de refuerzo.....</b>	<b>103</b>
<b>Ilustración 16. Instalación de muros.....</b>	<b>104</b>
<b>Ilustración 17. Relleno de muros.....</b>	<b>105</b>
<b>Ilustración 18. Instalaciones eléctricas .....</b>	<b>106</b>
<b>Ilustración 19. Procedimiento de instalación de ventanas .....</b>	<b>107</b>
<b>Ilustración 20. Instalación de losa entrepiso placa .....</b>	<b>109</b>
<b>Ilustración 21. Detalle de muro con cielo raso .....</b>	<b>110</b>
<b>Ilustración 22. Acabados de cocina .....</b>	<b>111</b>

<b>Ilustración 23. Instalación de ventanas.....</b>	<b>112</b>
<b>Ilustración 24. Casa terminada .....</b>	<b>114</b>
<b>Ilustración 25. Troquelado en muro .....</b>	<b>116</b>
<b>Ilustración 26. Área de producción.....</b>	<b>117</b>
<b>Ilustración 27. Modelo Techos de Esperanza.....</b>	<b>119</b>
<b>Ilustración 28. Etapas de construcción.....</b>	<b>120</b>
<b>Ilustración 29. Etapa de construcción.....</b>	<b>121</b>
<b>Ilustración 30. Detalles de las casas interior .....</b>	<b>122</b>
<b>Ilustración 31. Última etapa de construcción.....</b>	<b>122</b>
<b>Ilustración 32. Modelo distribución del interior de las casas .....</b>	<b>123</b>
<b>Ilustración 33. Empresa panameña con este sistema. ....</b>	<b>124</b>
<b>Ilustración 34. Detalles típicos de este sistema.....</b>	<b>126</b>
<b>Ilustración 35. Detalles técnicos de este sistema. ....</b>	<b>128</b>
<b>Ilustración 36. Tipos de conectores .....</b>	<b>139</b>
<b>Ilustración 37. Modulación de vanos para puertas y ventanas .....</b>	<b>140</b>
<b>Ilustración 38. Contramarcos para puertas .....</b>	<b>141</b>
<b>Ilustración 39. Conductores eléctricos.....</b>	<b>141</b>
<b>Ilustración 40. Muros detalles .....</b>	<b>142</b>
<b>Ilustración 41. Detalles de muros .....</b>	<b>143</b>
<b>Ilustración 42. Muros accesorios.....</b>	<b>143</b>
<b>Ilustración 43. Aberturas.....</b>	<b>144</b>
<b>Ilustración 44. Piezas de ajustes .....</b>	<b>145</b>
<b>Ilustración 45. Modelos de muros .....</b>	<b>146</b>
<b>Ilustración 46. Combinación de muros.....</b>	<b>147</b>

<b>Ilustración 47. Combinación conectores de 2 y 3 vías .....</b>	<b>148</b>
<b>Ilustración 48. Unión conector .....</b>	<b>149</b>
<b>Ilustración 49. Combinación muro de 45° .....</b>	<b>150</b>
<b>Ilustración 50. Colocación de ventanas.....</b>	<b>151</b>
<b>Ilustración 51. Detalle típico de muro.....</b>	<b>152</b>
<b>Ilustración 52. Módulo de formaletas .....</b>	<b>154</b>
<b>Ilustración 53. Sistema Forza .....</b>	<b>155</b>
<b>Ilustración 54.Sistema manoportable para la construcción de viviendas unifamiliares de concreto.....</b>	<b>157</b>
<b>Ilustración 55.Sistema manoportable para la construcción de viviendas multifamiliares de concreto .....</b>	<b>158</b>
<b>Ilustración 56.Sistema túnel para la construcción de estructuras de concreto.....</b>	<b>160</b>
<b>Ilustración 57.Colocación de acero de refuerzo e instalaciones domiciliarias en sistemas industrializados de construcción .....</b>	<b>162</b>
<b>Ilustración 58.Limpieza de muros de concreto una vez retirada la formaleta .....</b>	<b>164</b>
<b>Ilustración 59.Logo del residencial .....</b>	<b>168</b>
<b>Ilustración 60. Modelo de la residencia .....</b>	<b>169</b>
<b>Ilustración 61. Ubicación geográfica del proyecto.....</b>	<b>170</b>
<b>Ilustración 62. Diseño utilizado en residencial Los Sueños de Santiago.....</b>	<b>172</b>
<b>Ilustración 63. Detalles de vaciado de las residencias .....</b>	<b>174</b>
<b>Ilustración 64. Imágenes finales del proyecto .....</b>	<b>176</b>
<b>Ilustración 65. Ubicación del residencial.....</b>	<b>177</b>
<b>Ilustración 66. Imágenes del proceso de construcción .....</b>	<b>178</b>
<b>Ilustración 67. Etapa de construcción del proyecto .....</b>	<b>179</b>

<b>Ilustración 68. Detalles de finalización de obra .....</b>	<b>180</b>
<b>Ilustración 69.Imágenes del proyecto .....</b>	<b>181</b>
<b>Ilustración 70. Logo del residencial .....</b>	<b>183</b>
<b>Ilustración 71. Ubicación del proyecto .....</b>	<b>184</b>
<b>Ilustración 72. Modelo del residencial .....</b>	<b>185</b>
<b>Ilustración 73. Modelo de área recreativa del residencial .....</b>	<b>186</b>
<b>Ilustración 74. Accesorios formaletas .....</b>	<b>196</b>
<b>Ilustración 75. Ángulo exterior .....</b>	<b>197</b>
<b>Ilustración 76.Esquinero de muro interno .....</b>	<b>199</b>
<b>Ilustración 77. Esquina en cruz.....</b>	<b>200</b>
<b>Ilustración 78.Esquina en L.....</b>	<b>201</b>
<b>Ilustración 79. Esquina en T.....</b>	<b>202</b>
<b>Ilustración 80. Formaleta CAP .....</b>	<b>203</b>
<b>Ilustración 81. Formaleta Alta .....</b>	<b>204</b>
<b>Ilustración 82. Formaletas para Culatas .....</b>	<b>205</b>
<b>Ilustración 83. Tapa muro .....</b>	<b>207</b>
<b>Ilustración 84. Tapa muros con negativo .....</b>	<b>208</b>
<b>Ilustración 85. Muro doble .....</b>	<b>209</b>
<b>Ilustración 86. Cuña en ángulo.....</b>	<b>210</b>
<b>Ilustración 87. Muro Doble con Junta de Dilatación y Desnivel.....</b>	<b>211</b>
<b>Ilustración 88. Cuña Retenedora .....</b>	<b>212</b>
<b>Ilustración 89. Unión Muro Losa Lisa – Cenefa.....</b>	<b>213</b>
<b>Ilustración 90. Soporte para cuchilla.....</b>	<b>214</b>
<b>Ilustración 91. Puntal Nivelador 2004 .....</b>	<b>215</b>

<b>Ilustración 92. Puntal Nivelador 2005 .....</b>	<b>216</b>
<b>Ilustración 93. Base para gato .....</b>	<b>217</b>
<b>Ilustración 94. Formaletas para Losa de Cimentación .....</b>	<b>218</b>
<b>Ilustración 95. Formaletas para Domos .....</b>	<b>219</b>
<b>Ilustración 96. Pin Flecha .....</b>	<b>220</b>
<b>Ilustración 97. Grapa Candado.....</b>	<b>221</b>
<b>Ilustración 98. Pasadores .....</b>	<b>222</b>
<b>Ilustración 99. Pin Grapa.....</b>	<b>223</b>
<b>Ilustración 100. Cuña .....</b>	<b>224</b>
<b>Ilustración 101. Corbatas.....</b>	<b>225</b>
<b>Ilustración 102. Portalineador Horizontal .....</b>	<b>226</b>
<b>Ilustración 103. Portalineador Grapacandado .....</b>	<b>226</b>
<b>Ilustración 104. Portalineador Vertical .....</b>	<b>227</b>
<b>Ilustración 105. Separadores Muros y Losas .....</b>	<b>228</b>

## INTRODUCCIÓN

Los métodos tradicionales son la forma común de construcción de proyectos habitacionales en el país.

En nuestro país la prefabricación de elementos metálicos para el armado de viviendas, aunque solo una compañía lo ha desarrollado o mejor dicho puesto en práctica e incursionado en este campo, pero lo han hecho desarrollando viviendas sencillas y en cierto modo limitando a los dueños de realizar posibles remodelaciones.

Ante el desarrollo de nuevos métodos constructivos y la importancia de mejoras habitacionales, es necesario crear nuevos métodos de construcción que a las veces cumplan con las exigencias constructivas que las personas requieran y que con esto permitan disminuir el déficit habitacional que existe en el país y el mundo.

Con respecto a lo planteado anteriormente, llevaremos a cabo este proyecto de investigación sobre los distintos tipos de nuevos métodos constructivos con la intención de ampliar los conocimientos que se tienen sobre este tema planteando diversas opciones con las que se pueden contar de esta manera se busca obtener nuevas soluciones arquitectónicas. La investigación tiene como función de desarrollar la información y el proceso de sobre los métodos de construcción prefabricados que se están utilizando actualmente, sistemas no convencionales y nuevas alternativas habitacionales incluso las técnicas que se están llevando a cabo en el ámbito y desarrolló del país.

El desarrollo de esta investigación, busca conocer si se han llevado a cabo este tipo de construcción y que efectos ha causado en los habitantes, con este se justifica su uso en la construcción de viviendas.

Finalmente, con nuevos métodos constructivos no convencionales para la construcción de viviendas con el principal objetivo de llegar a tener una solución al déficit

habitacional reduciendo así el costo de las mismas y mejorando de esta forma la calidad de vida de las personas.

# **CAPÍTULO 1: GENERALIDADES**

## **1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1. OBJETIVOS**

#### **1.1.1. OBJETIVOS GENERALES**

- Desarrollar una investigación, que relacione las distintas alternativas de métodos constructivos no convencionales que se han venido desarrollando, basados en los nuevos avances tecnológicos que ofrecen mejores alternativas para proyectos habitacionales.

#### **1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar una indagación sobre los diversos avances de métodos constructivos en las edificaciones.
- Establecer los beneficios que se generan al construir nuevas edificaciones con métodos de construcción no convencionales.
- Identificar los diferentes métodos constructivos que potencien como alternativa habitacional la construcción de dichas edificaciones.

### **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las Nuevas Metodologías de Construcción representan una alternativa para abordar soluciones a la problemática de la vivienda, de forma rápida y eficiente, como también ofrecen una posibilidad de crecimiento de las edificaciones hasta satisfacer los requerimientos de sus usuarios.

Una de las alternativas a tomar en cuenta para contrarrestar el creciente déficit habitacional en los países en vías de desarrollo, intentando mejorar los sistemas tradicionales para llegar, de forma contemporánea, a soluciones técnicas que se integren en proyectos de desarrollo sostenido. La vivienda necesita ser abordada de forma tal que se

constituya en un elemento integrador y potenciador de las capacidades dentro de una comunidad.

El caso de la construcción de viviendas que suplen el déficit habitacional, como lo son las de interés social para los entes privados y públicos radica en, la importancia que puedan construirse en masa, con espacios modulares, servicios y acabados arquitectónicos mínimos; estos aspectos conjugados deben dar como resultado viviendas de bajo costo. En donde ese costo tiene su mayor incremento en el sistema estructural a elegir. A partir de esta información, se requirió investigar sobre los sistemas constructivos más utilizados en Venezuela de interés social y que han sido exitosos en su entorno.

He hablado en el principio de este estudio de la necesidad de una arquitectura de urgencia, pero con calidad, por tanto, si se requiere una arquitectura digna para una inmensa capa de población que la reclama es bueno proponer soluciones apropiadas a la necesidad de los usuarios, creando elementos de fácil construcción y que se puedan “repetir” para crear más viviendas para pobladores pobres con cierta calidad estética y técnica.

El Déficit Habitacional, se comprende como el conjunto integrado de carencias urbanas y habitacionales que afectan significativamente el hábitat residencial y la calidad de vida de la población.

En este punto debemos tomar en cuenta la cantidad de hacinamientos que existen en esta población, la falta de calidad de vida de los mismos por la falta de ingresos económicos que se está dando.

Debemos tomar en cuenta las alternativas que se están ofreciendo en estos tiempos con los nuevos materiales de construcción que llegan a ser más económicos y rápido al momento de llevar a cabo la construcción.

Es así como las viviendas se consideran o refiere a los requerimientos de alojamiento o habitación que habilitan el acceso de individuos y colectividades a una solución habitacional adecuada, independiente y bien localizada, de carácter transitorio o permanente.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La realización de esta investigación tiene como objetivo estudiar el déficit habitacional que podemos observar en el país con el enfoque en las familias que no cuentan con sus viviendas.

En la actualidad se están llevando a cabo varios proyectos con diversos o nuevos métodos de construcción en materia habitacional para cubrir la deficiencia con la que se cuenta.

Por otra parte, podemos observar la falta de información que por su contenido puede llegar a ser fácil la distribución para que sea alcanzable el conocimiento de las técnicas de construcción con métodos no tradicionales, con esto se pueden realizar folletos que expliquen los métodos constructivos que se utilizan en la actualidad en el país incluso a nivel internacional.

De tal manera que al realizar este trabajo de investigación, se intenta dar a conocer las diferentes alternativas habitacionales con sus respectivas características y se propone diseñar un manual gráfico para que sirvan de apoyo y posibilite una mejor difusión de los

conocimientos de estos métodos constructivos, tomando las fuentes de información ya disponibles y ampliando los contenidos existentes, dando a conocer de esta forma en general los aspectos constructivos enfocándonos en la necesidad actual de llevar a cabo nuevos proyectos de construcción que se realicen en poco tiempo así se reducen los gastos de ejecución y de esta forma minimizar los costos de las mismas en comparación con lo que se da en la actualidad.

Los puntos mencionados anteriormente se pueden realizar en un orden adecuado si se lleva un control del uso de los materiales de esta forma se ahorraría el consumo de horas extras al momento de la ejecución de los proyectos.

Con esto debemos tomar en cuenta que los nuevos métodos constructivos son sistemas prefabricados, con esto permiten controlar más fácilmente los procesos de la construcción y aumentar en cierta forma la calidad de vida.

#### **1.4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Esta investigación, se llevará a cabo en la Ciudad de Santiago; Se tomará distintas áreas y a las personas que acepten participar de esta investigación se le realizarán preguntas sobre el tema, acerca de los nuevos métodos de construcción, la calidad que tienen estas construcciones, con el fin de obtener información que nos oriente a conocer que beneficios se pueden llegar a tener con estos nuevos métodos.

La investigación es viable ya que sabemos que algunas entidades gubernamentales y empresas privadas que están llevando a cabo proyectos de esta índole.

Una de las limitaciones mejor dicho la principal es que las personas están tan acostumbradas a los métodos tradicionales incluso obtienen en ocasiones informaciones

erróneas que han sido las causantes de que no quieran arriesgarse a construir o comprar una vivienda donde se ha utilizado alguno de estos métodos.

La falta de orientación en este tema y su aplicación a causado un poco más de dudas y se necesita realizar más estudios sobre los distintos métodos constructivos que se pueden utilizar en Panamá.

## **1.5. ANTECEDENTES**

En el transcurso del tiempo las edificaciones hechas por el hombre han sufrido grandes afectaciones y colapsos parciales o totales, materiales inapropiados o simplemente han sido por la capacidad destructiva de los fenómenos naturales que se dan en el país.

Los materiales de construcción se definen como los cuerpos que integran las obras de construcción, cualquiera que sea su naturaleza, composición y forma.

Dentro de los materiales son aquellos que sirven para la realización de una edificación u obra de ingeniería civil. Según la función que desempeñan en la obra se pueden clasificar en materiales fundamentales, materiales conglomerantes y materiales complementarios o auxiliares.

Los materiales fundamentales (Acero, hormigón, rocas, etc.) sirven para construir las unidades de obra capaces de soportar los esfuerzos mecánicos y las acciones atmosféricas a que va a estar sometida la construcción que se proyecta.

Los materiales conglomerantes son aquellos que constituyen la base de los morteros y hormigones, empleándose en construcción para unir o enlazar materiales del grupo anterior, además de constituir los últimos, por sí solos y en combinación con el acero, un material de construcción fundamental por excelencia. Las pastas que con ellos se consiguen permiten ser extendidas y moldeadas convenientemente para adquirir,

después de endurecidas, unas características mecánicas similares a las de los materiales pétreos naturales y artificiales. Los principales conglomerantes empleados en la construcción son el cemento Pórtland, el yeso y la cal.

Los materiales complementarios o auxiliares son aquellos que se utilizan dentro de las edificaciones como complementos utilitarios de las mismas. El vidrio, pinturas, aislantes, materiales eléctricos, de fontanería, carpintería de madera, de aluminio, de PVC, etc. Constituyen algunos ejemplos.

Clasificación de los materiales.

Los materiales utilizados en construcción en una primera clasificación se pueden dividir en dos tipos generales atendiendo a su origen (Clasificación genética): naturales y artificiales.

Los materiales naturales, son aquellos que pueden ser empleados tal como se hallan en la naturaleza, labrándolos para darles la forma y dimensiones adecuadas, pero sin realizar en ellos transformación físico-química alguna.

Los materiales artificiales, son aquellos que, tras un proceso de elaboración y transformación de su composición, adquieren las características apropiadas a su uso. Se utilizan como materias primas para su obtención los materiales naturales, que, modificados a base de los distintos procesos de fabricación, dan como resultado el material artificial.

Esta primera gran clasificación, se divide a su vez en dos grupos de acuerdo con la naturaleza del material, pudiendo ser de carácter orgánico o inorgánico.

Los materiales orgánicos, proceden de animales o vegetales, crecen y mueren de acuerdo a las leyes biológicas, con una forma propia definida, reproduciéndose y siendo perecederos, por lo que son necesarios tratamientos que impidan su alteración. Como

ejemplo de material natural orgánico, tenemos las maderas y como artificial orgánico los plásticos.

Los materiales inorgánicos, están formados por yuxtaposición de sus moléculas, y pueden adoptar estructura vítrea o cristalina. Forman parte de este grupo las rocas y minerales utilizados para la obtención de la mayoría de materiales artificiales. Pertenecientes a este grupo, son los materiales más importantes utilizados en construcción.

Como ejemplo de material natural inorgánico, todos los pétreos naturales y como artificial inorgánico: los cerámicos, los aglomerantes, los metales, etc.

Las Nuevas Metodologías de Construcción son un conjunto de elementos, materiales, técnicas, herramientas, procedimientos y equipos, que son característicos para un tipo de edificación en particular. Los sistemas constructivos son organizados y clasificados de acuerdo a 3 variables que determinan su desarrollo: Mano de obra, herramientas y materiales.

Debido al aumento de la población y los bajos recursos con los que las mismas cuentan se está dando el déficit habitacional, a raíz de esto quiero plantear la construcción de viviendas no tradicionales las cuales serían nuevas metodologías constructivas con el fin de reducir el costo de las mismas y que sean accesibles a este tipo de personas. **(F. Handle, 2008)**

El crecimiento anual de la población, que es de 3% estudio realizado en el 2013, el alto costo de la industria de la construcción y la falta de políticas públicas han generado la persistencia del déficit habitacional en el país, que alcanza a más de 150 mil familias sin vivienda. **(Rojas, 2013)**

Esto quiere decir que cada vez las viviendas se hacen más caras y la gente que más necesita puede pagar solamente cierta cantidad de dinero y no puede acceder a los que el mercado les está ofreciendo.

Por los motivos mencionados anteriormente se presenta en esta investigación de nuevos métodos de construcción basándonos en la construcción de viviendas en el país de esta manera estamos mostrando en general las características del sistema constructivo y las necesidades del mismo en los que se utilicen materiales de bajo peso, fácil manejo y bajo precio que cumplan con los estándares nacionales e internacionales, y con costos que no son elevados.

Con esta investigación se busca presentar desde el punto de vista técnico, las fortalezas y debilidades que nos pueden otorgar estos nuevos métodos constructivos dependiendo del lugar y las personas que lo quieran utilizar.

## **1.6. INVESTIGACIÓN DE MERCADO**

### **1.6.1. PERSPECTIVA DE LA INVESTIGACION**

La investigación de mercado es una técnica que sirve para recopilar datos de cualquier aspecto que se deseen conocer para después poder interponerlos y al final hacer uso de ellos para una correcta toma de decisiones.

Esta información se utiliza para identificar y definir las distintas oportunidades y los problemas de la población.

En la presente investigación se pretende llevar a cabo, una investigación de mercado que facilite la identificación de las preferencias del consumidor, lo cual permitirá formarnos una idea clara del nivel de venta que tendrá la construcción ante la población.

Con esto se ayuda a conocer el tamaño del mercado que se desea cubrir, en el caso de vender o introducir un nuevo tipo de construcción.

Define las características del cliente al que satisface o se pretende satisfacer la empresa constructora.

Ayuda a saber cómo cambian los gustos y preferencias de los clientes, para que así la empresa pueda responder y adaptarse a ellos y no quede fuera del mercado.

## **1.6.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Nosotros como estudiantes de arquitectura podemos estar conscientes de la preocupación de las personas por obtener nuevas oportunidades de viviendas.

Esto es debido al aumento significativo que se está dando en la población.

Con este método que estamos implementando para tratar de determinar la existencia de alguna parte de la población objetivo que está dispuesta a comprar y obtener este tipo de vivienda.

## **1.6.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION DE MERCADO**

### **1.6.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Identificar la población interesada en adquirir este tipo de opción habitacional.

### **1.6.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el perfil, gustos y preferencias del comprador potencial de la vivienda.
- Establecer el nivel de conocimiento del material por parte del comprador objetivo.
- Determinar los lugares en los cuales el comprador estaría dispuesto a comprar la vivienda.

## **1.6.4. PLAN DE MUESTREO**

### **1.6.4.1. DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO**

La población es el conjunto total de individuos que tienen las mismas características y sobre el que estamos interesados en obtener conclusiones. Las mismas son el punto de interés principal para este estudio que se debe realizar.

La muestra es una parte de la población, la misma se selecciona con el propósito de obtener información.

La población que se ha considerado para la realización del presente estudio de mercado se concentra en la ciudad de Santiago de Veraguas, ya que la misma es la que cuenta con la mayor población y con el aumento de las viviendas con nuevas alternativas de materiales.

Como podemos deducir la población sobre la cual se va a trabajar sería de 50,877 habitantes con una densidad de 52,14 hab/km<sup>2</sup>. El mismo es de acuerdo a los datos del último censo realizado en la República de Panamá en el 2010 (1990 a 2010), el cual se llevó a cabo por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC).

De la misma se estará deduciendo ya que la población es muy grande por mi parte he tomado en cuenta realizar dicha operación de los 50,877 – 95% de la población sería un total de personas a encuestar de 150.

Es así que un segmento representativo de la población de interés que será encuestado en zonas y lugares estratégicos de Santiago donde se supone se está utilizando estos materiales.

#### 1.6.4.2. DEFINICIÓN DE LA MUESTRA

Debido a que se van a realizar encuestas en la ciudad de Santiago de Veraguas he decidido dividir esta área en subconjuntos menores, de esta forma el tamaño más reducido, y sobre el cual se seleccionen muestras. Es decir, se utilizará un muestreo aleatorio estratificado.

Con el fin de establecer el número de encuestas a realizar, he decidido trabajar con un nivel de confianza del 95%, y un grado de significancia del 5%.

Esta encuesta se realizará a un número de personas limitados el cual será **150 encuestados** en la Ciudad de Santiago específicamente en las áreas donde se encuentran este tipo de vivienda.

Dado que no se cuenta con información estadísticas relevantes de estudios previos realizados, se utilizará la siguiente fórmula para calcular el tamaño de la muestra, para el caso de una población finita.

Altos niveles de confianza y bajo margen de error no significan que la encuesta sea de mayor confianza o esté más libre de error necesariamente; antes es preciso minimizar la principal fuente de error que tiene lugar en la recogida de datos.

La fórmula a utilizar para calcular el tamaño de la muestra es:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z_{\alpha}^2}{e^2(N - 1) + \sigma^2 Z_{\alpha}^2}$$

Dónde: n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

$\sigma$  Desviación estándar de la población, que generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

$Z_a$ : Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,58, valor que queda a criterio del encuestador.

$e$  = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

Los valores de  $Z_a$  más utilizados y sus niveles de confianza son:

Valor de $Z_a$	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2,24	2,58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	97,5%	99%

(Por tanto si pretendemos obtener un nivel de confianza del 95% necesitamos poner en la fórmula  $Z_a=1.96$ )

$$n = \frac{2543 * 0.5^2 * 1.96^2}{0.05^2 * (2543 - 1) + 0.5^2 * 1.96^2} = 333.8 \rightarrow \mathbf{334}$$

El total de personas a encuestar son: **334**

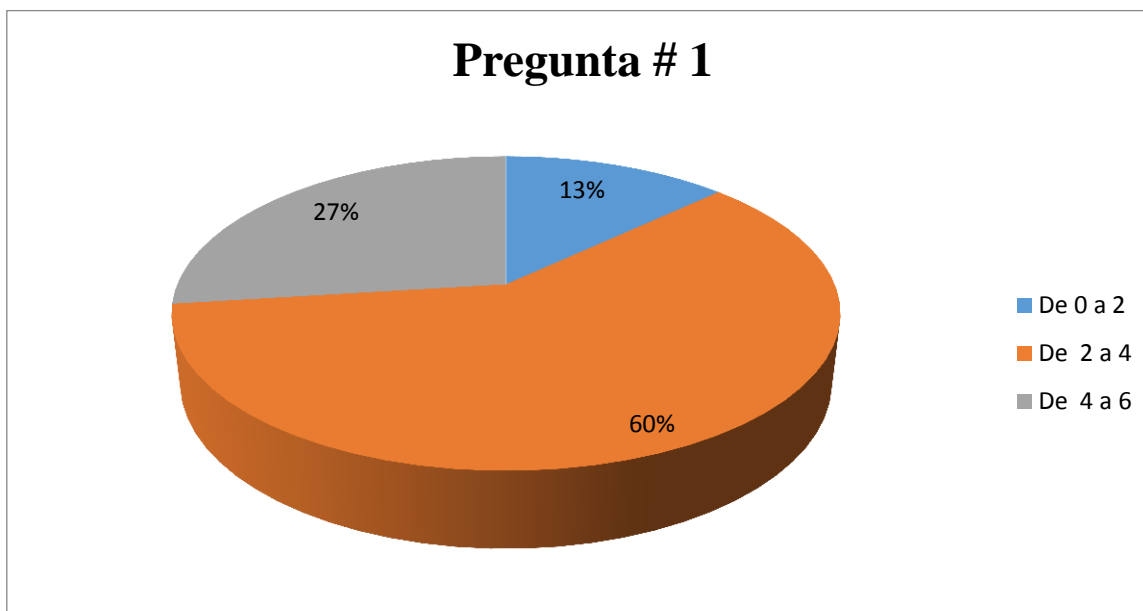
## **CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE DATOS**

## 2. ANÁLISIS DE DATOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

**Tabla 1. ¿Cuántos habitan en esta vivienda?**

Respuestas	Cantidad de muestra	Porcentaje %
De 0 a 2	80	13%
De 2 a 4	154	60%
De 4 a 6	100	27%
Total	334	100%

**Gráfica 1. ¿Cuántos habitan en esta vivienda?**

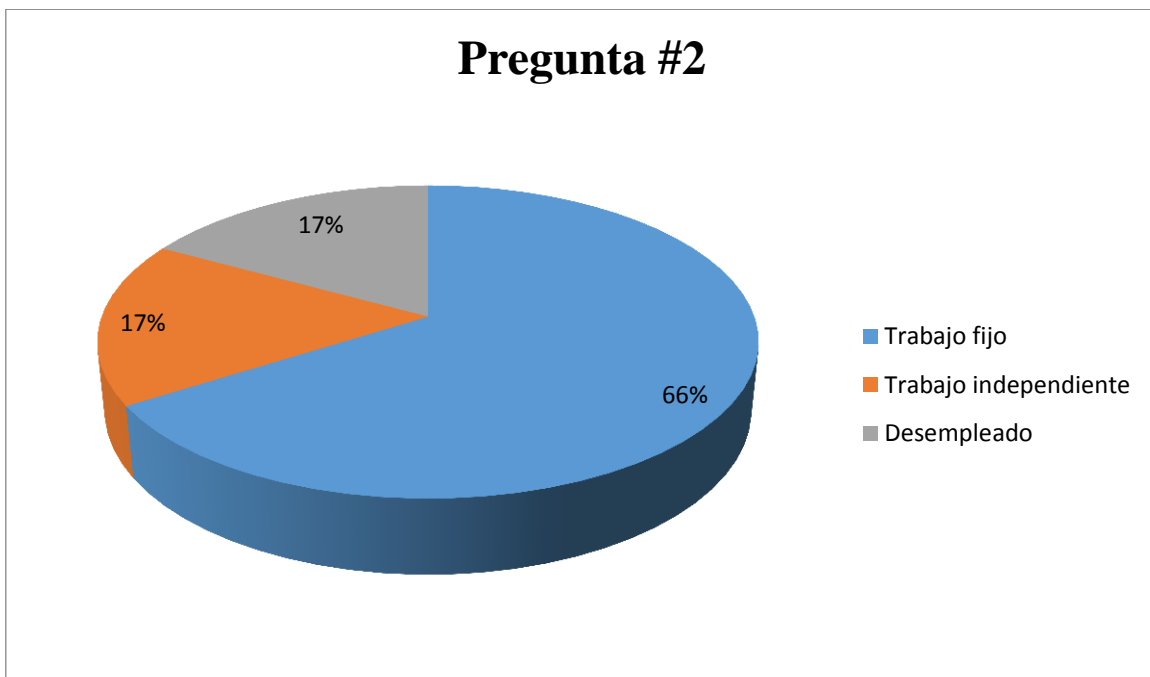


En la primera pregunta encuestada podemos observar que la mayoría de los habitantes por vivienda es la segunda opción la que domina, es decir de 2 a 4 personas por casa que en la gráfica refleja un 60 %.

**Tabla 2. ¿Situación laboral de la persona principal de la familia?**

Respuestas	Cantidad de muestra	Porcentaje %
Trabajo fijo	164	66%
Trabajo independiente	85	17%
Desempleado	85	17%
Total	334	100%

**Gráfica 2. ¿Situación laboral de la persona principal de la familia?**

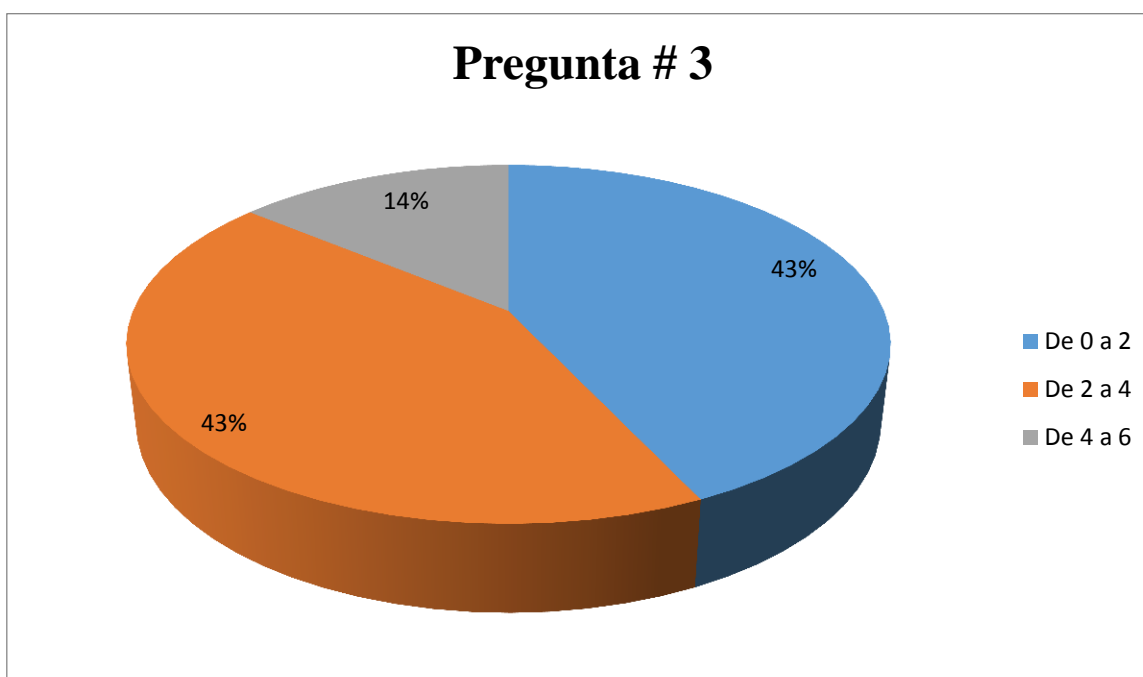


En la segunda pregunta encuestada en la que podemos observar que un número mayor de la población que obtienen estas viviendas tienen o cuentan con un trabajo fijo que se refleja en un 66% de la población global, todo esto se da por las facilidades que tienen y lo económico que pueden llegar a ser.

**Tabla 3. Cuántos estudian de los que residen en esta vivienda?**

Respuestas	Cantidad de muestra	Porcentaje %
De 0 a 2	127	43%
De 2 a 4	127	43%
De 4 a 6	80	14%
Total	334	100%

**Gráfica 3. Cuántos estudian de los que residen en esta vivienda?**

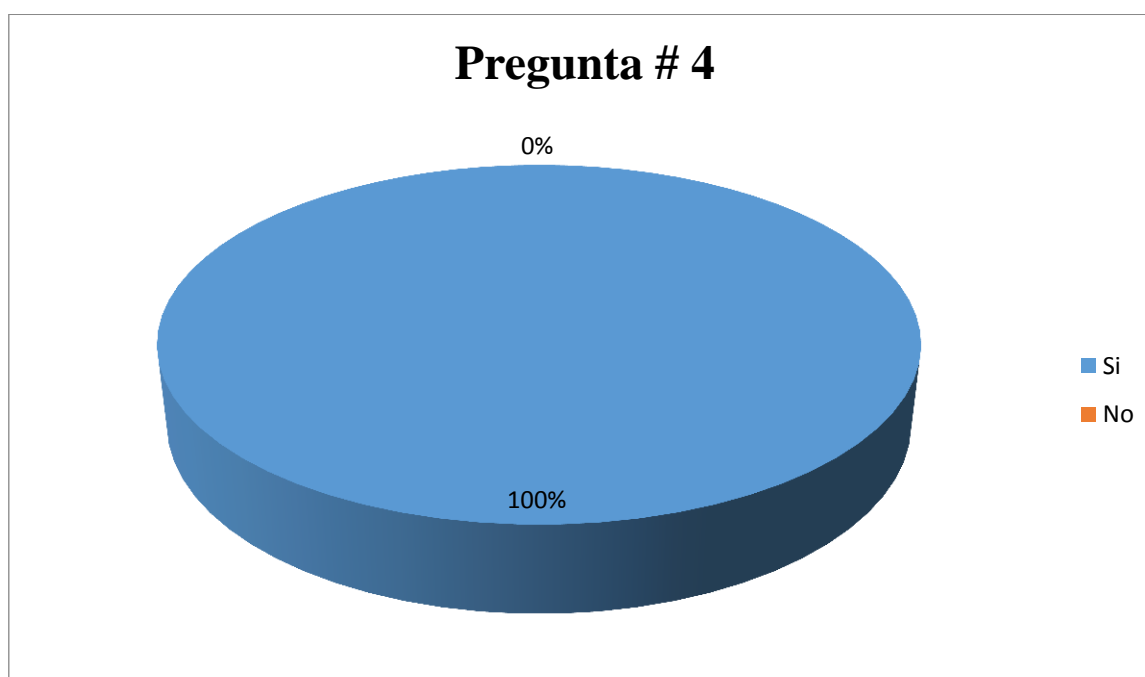


En la tercera pregunta encuestada en la que podemos observar que hay una igualdad de cantidad de personas en la respuesta 1 y 2 las cual nos refleja un 65% cada una donde nos demuestra que hay un gran número de jóvenes residentes en estas viviendas que aún estudian.

**Tabla 4. ¿Siente usted que ha cambiado la calidad de vida de usted y su familia?**

Respuestas	Cantidad de muestra	Porcentaje %
Si	334	100%
No	0	0%
Total	334	100%

**Gráfica 4. ¿Siente usted que ha cambiado la calidad de vida de usted y su familia?**

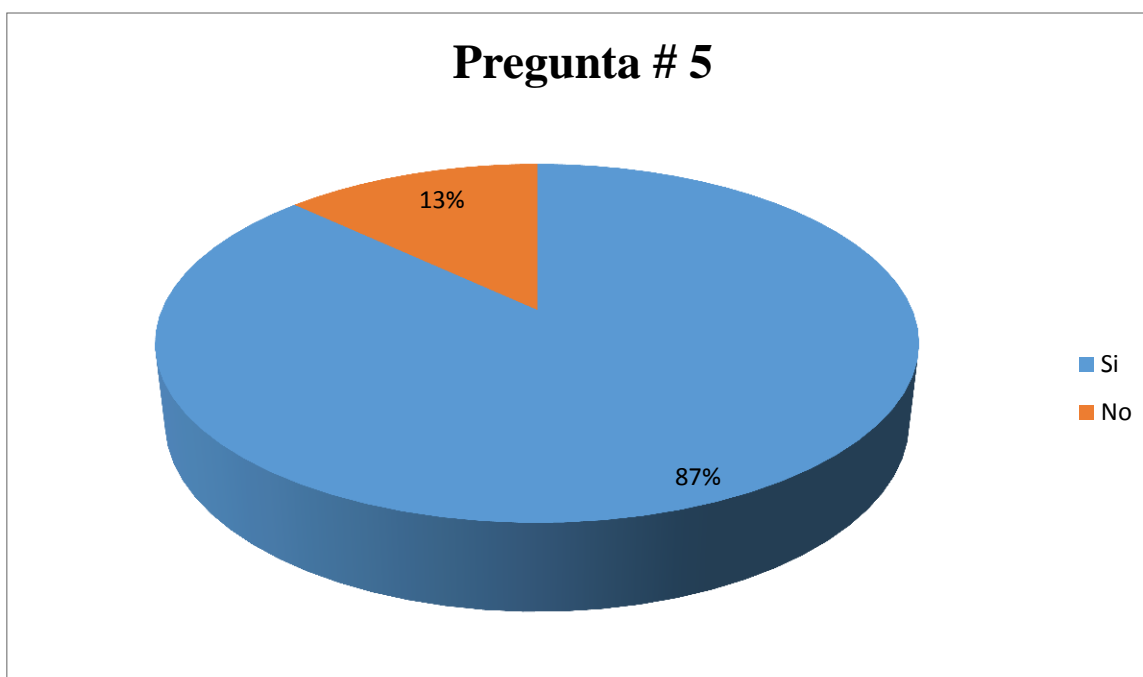


En la cuarta pregunta encuestada en la que podemos observar que todos tienen conocimiento de que sistema se ha utilizado para la construcción de sus viviendas, es decir que se refleja en un 100% aunque no queda de más seguir orientada a los demás de que conozcan todo sobre las viviendas que vayan a obtener.

**Tabla 5. ¿Tiene usted conocimiento de que material está construida su vivienda?**

Respuestas	Cantidad de muestra	Porcentaje %
Si	254	87%
No	80	13%
Total	334	100%

**Gráfica 5. ¿Tiene usted conocimiento de que material está construida su vivienda?**

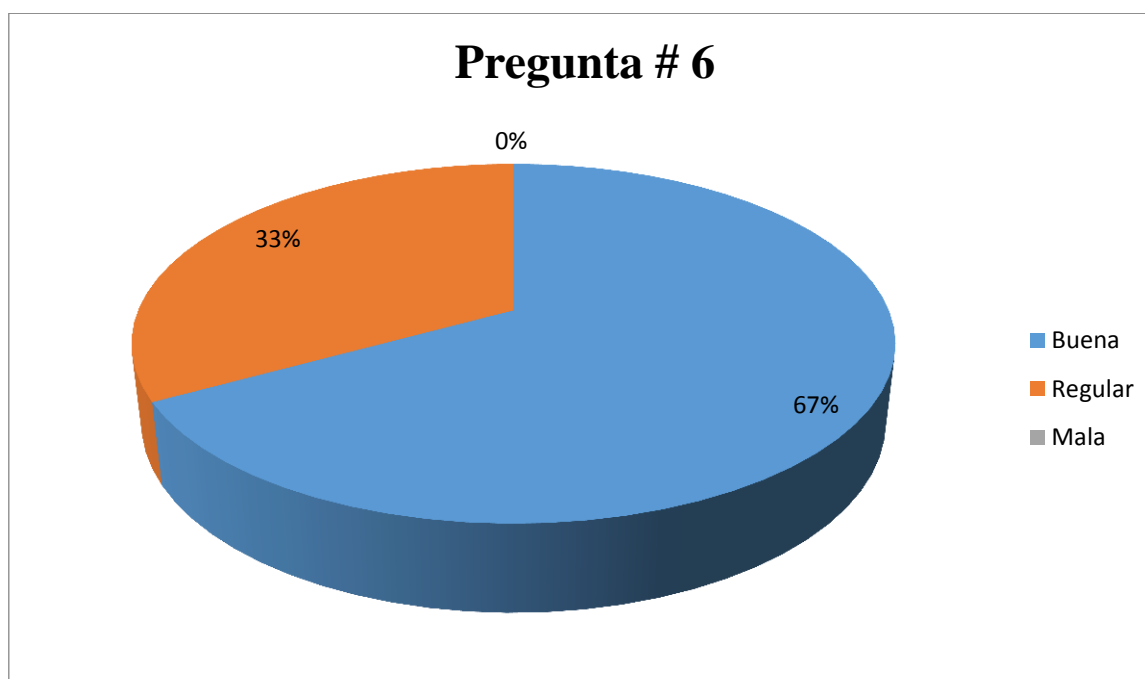


En la quinta pregunta encuestada en la que podemos observar que la mayoría de las personas dicen que si les ha cambiado su calidad de vida con las viviendas que han obtenido, esto nos da a conocer que un 87% de aprobación de las mismas a un cierto número que no piensan o tienen la misma opinión.

**Tabla 6. En términos generales, ¿Cuál es su grado de satisfacción con la vivienda?**

Respuestas	Cantidad de muestra	Porcentaje %
Buena	234	67%
Regular	100	33%
Mala	0	0%
Total	334	100%

**Gráfica 6. En términos generales, ¿Cuál es su grado de satisfacción con la vivienda?**

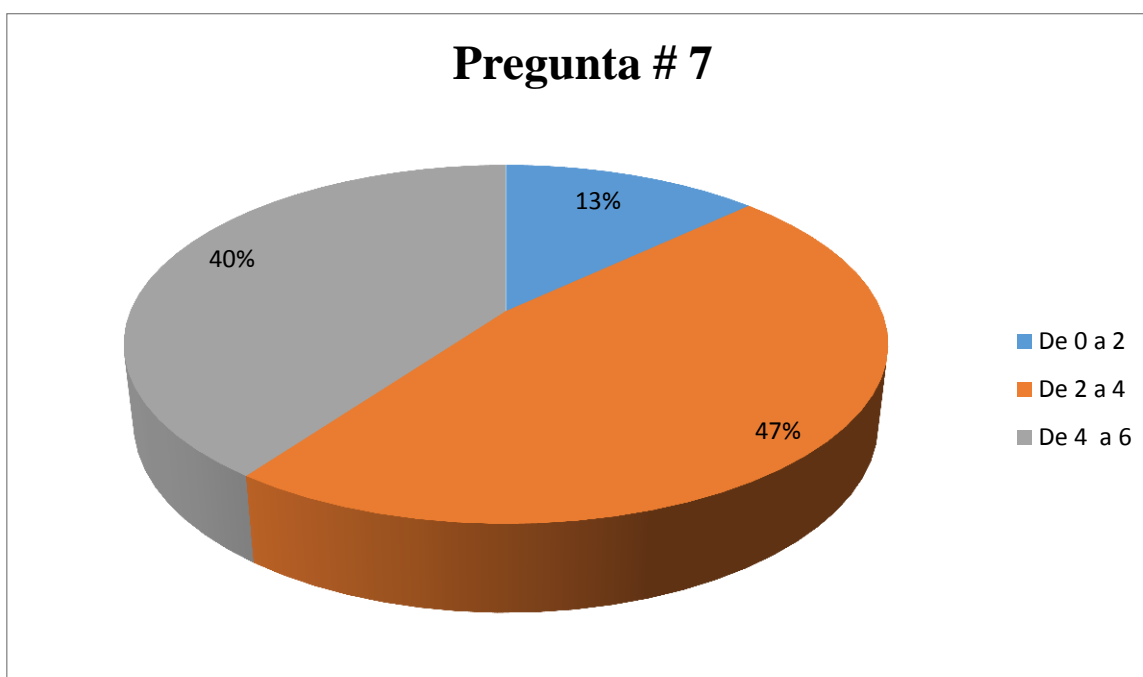


En la sexta pregunta encuestada en la misma podemos observar que la mayoría de las personas dicen que el grado de satisfacción con sus viviendas es buena la cual representa un 67% de la población encuestada más porque no cuentan con una casa y un 33% nos comentó dicha satisfacción es regular por ciertos inconvenientes.

**Tabla 7. ¿Qué tiempo tiene de residir en dicha vivienda?**

Respuestas	Cantidad de muestra	Porcentaje %
De 0 a 2	<b>80</b>	<b>13%</b>
De 2 a 4	<b>137</b>	<b>47%</b>
De 4 a 6	<b>117</b>	<b>40%</b>
Total	<b>334</b>	<b>100%</b>

**Gráfica 7. ¿Qué tiempo tiene de residir en dicha vivienda?**

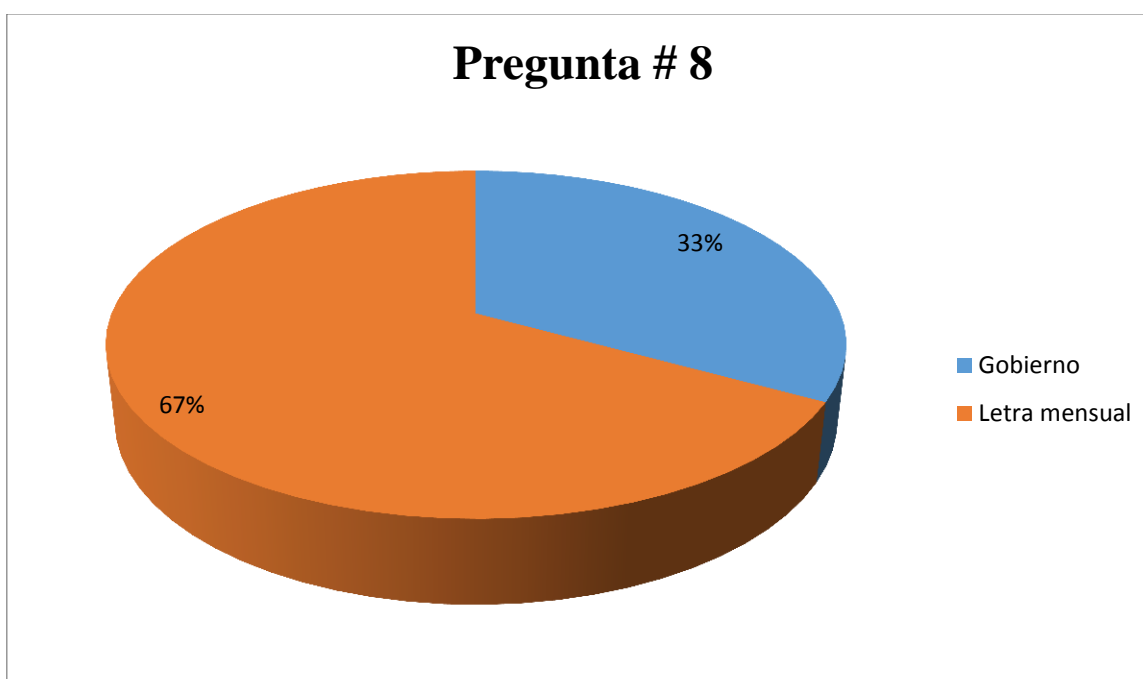


En la séptima pregunta encuestada en la misma podemos observar que la mayoría de la población llevan un rango de 2 a 4 años en residir en dichas viviendas lo cual representa un 47% aunque las otras partes tienen un 40% de residir un tiempo mayor y la gran minoría que llevan menos de 2 años los mismos contemplan un 13 % de la población.

**Tabla 8. ¿Podría decirme si su vivienda es de ayuda del gobierno o pago de letra mensual?**

Respuestas	Cantidad de muestra	Porcentaje %
Gobierno	100	33%
Letra mensual	234	67%
Total	334	100%

**Gráfica 8. ¿Podría decirme si su vivienda es de ayuda del gobierno o pago de letra mensual?**

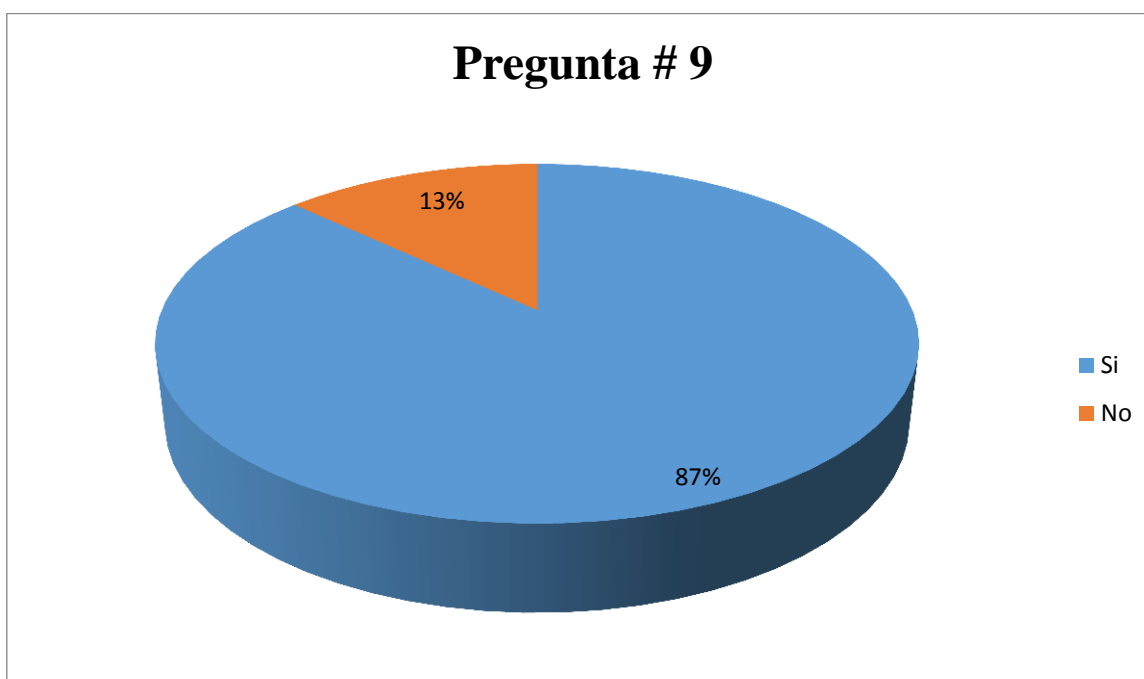


En la octava pregunta encuestada podemos observar que la gran mayoría de la población tienen su casa por sus propios, es decir realizan pago de letra mensual el cual representa un 67% de la población, siendo un mínimo de los restantes los que reciben estas casas como ayuda del gobierno o el bono que se otorga de 10,000 dólares e incluso de techos de esperanza.

**Tabla 9. ¿Ha tenido algún inconveniente con la vivienda en el aspecto de la estructura?**

Respuestas	Cantidad de muestra	Porcentaje %
Si	254	87%
No	80	13%
Total	334	100%

**Gráfica 9. ¿Ha tenido algún inconveniente con la vivienda en el aspecto de la estructura?**

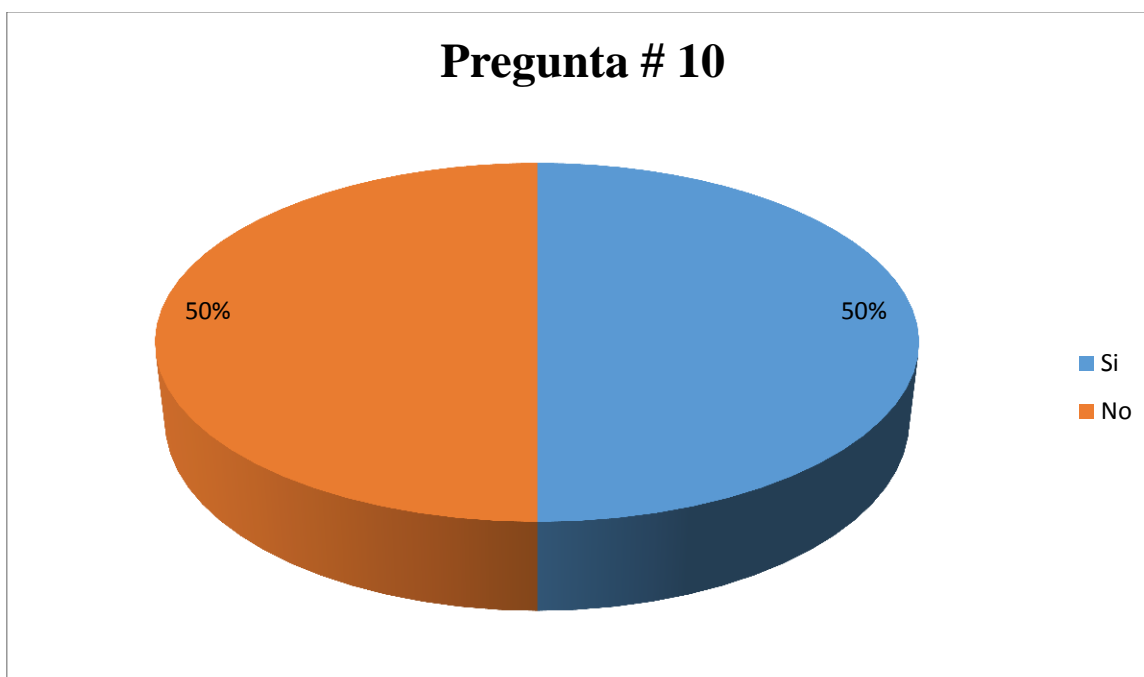


En la novena pregunta encuestada podemos observar que una gran parte nos respondió que sí, se le han presentado algunos inconvenientes en si rajaduras es lo más común por lo cual en la gráfica nos representa un 87% y una gran minoría nos respondió que no.

**Tabla 10. ¿Recomendaría usted a otras personas a utilizar estos materiales de construcción?**

Respuestas	Cantidad de muestra	Porcentaje %
Si	167	50%
No	167	50%
Total	334	100%

**Gráfica 10. ¿Recomendaría usted a otras personas a utilizar estos materiales de construcción?**



En la décima pregunta encuestada en la que podemos observar que un 50% dijo que, si recomendaría la utilización de estos sistemas, mientras que un 50% no lo harían, en si piensan o dan la opinión de que en realidad si son sistemas fáciles y económicos incluso más flexibles a la hora del pagó. Mientras que algunos ya no se confían por algunos inconvenientes en las estructuras las fisuras entre otros detalles les ha afectado.

## Análisis General de la Encuesta

Lo primero que pude observar o darme cuenta con los resultados de estas encuestas es que las personas si conocen de qué sistema se ha empleado para construir sus casas, aunque cabe resaltar que las mismas promotoras deberían brindarles mucho más, información a esta población que compra u obtiene estas viviendas de ciertas cosas como por ejemplo algún tipo de mantenimiento o cuidado que se le debe brindar a las mismas.

En la Ciudad de Santiago de Veraguas el sistema que tiene una mayor demanda es el de Formaletas (FORSA) se encuentran más barriadas y urbanizaciones construidas con este sistema. En cambio, el Royal Building System es utilizado por el gobierno en las casas de techo de esperanza que bien se sabe en estos casos es menos la demanda de este tipo de residencia, pero lo importante es la innovación que se han atrevido mejor dicho arriesgado a utilizar otros tipos de sistemas de construcción fuera de lo tradicional. Algo si es cierto nos estamos actualizando a la vanguardia en si a la par con la capital incluso a nivel internacional que ya desde mucho antes los utilizaban.

Como una de mis últimas observaciones a nivel de la encuesta si le pediría un cuidado más óptimo preciso a los constructores al momento de realizar el proyecto ya que a veces por pequeños detalles de dosificación del concreto es que al tiempo las personas llegan a presentar problemas en la estructura de las casas, incluso la promotora contar con un equipo que le brinde mantenimiento a las mismas, claro con cierta ayuda del mismo propietario.

De este tipo de cosas depende el prestigio de estas compañías con estos cuidados tengan lo por seguro que las personas los recomendarían con una mayor certeza.

## **Opiniones de profesionales de la construcción sobre los nuevos sistemas:**

De acuerdo con los informes en los últimos años, la preferencia por materiales livianos aumentó del 8% en 2005 a un 74% este año.

Podemos decir, que se han visto más desarrolladores de obras residenciales están utilizando sistemas constructivos livianos.

Se puede añadir que muchas personas que se están modernizando, han aceptado el producto y lo han catalogado como seguro. Además, este tipo de sistemas pueden ayudar a que el tiempo de espera de la vivienda sea menor. Aunque los expertos aseguren que este tipo de construcción es liviana y segura, cantidad de clientes no solicitan estos productos; sin embargo, las promotoras los utilizan por su fácil y rápido uso.

Las propiedades construidas con estos sistemas de construcción liviana tienen una durabilidad igual que las casas que son construidas de la manera convencional y una seguridad más efectiva, de acuerdo con los expertos.

Miguel Ángel Barreras, expresidente del Colegio de Arquitectos, manifestó que es importante conocer que las residencias tienen un tiempo de vida estimado entre 50 y 100 años. “Estos productos son utilizados mucho por temas de costos, y sobre todo porque se arma más rápido”.

Incluso se llega a señalar que el panameño es muy apegado al bloque porque dicen que esos sistemas constructivos no son firmes o duraderos.

Hay personas que dicen que no les gustan esas casas de cartón, incluso es difícil convencer a los clientes de sistemas buenos.

También señalan que este tipo de sistemas constructivos livianos son seguros y pueden resistir igual que una casa hecha con bloques, pero si se le da a escoger al panameño, escogerá el sistema convencional de bloques.

Y aunque los sistemas de construcción son muy bien aceptados por muchos, aún las personas que no conocen la función de ciertos productos a fondo tienen a ser reacios.

De acuerdo con el sondeo, hace 10 años aproximadamente, el 90% de los dueños de obras se inclinaban más por el bloque. Pero la realidad en la actualidad es totalmente distinta.

Profesionales aseguran que “el consumidor evoluciona con los años, en pleno siglo 21 nos encontramos con clientes que buscan practicidad y reducción de los tiempos de construcción, pero son cautelosos con la calidad de las obras”.

Resaltó que el sistema liviano usado por décadas en Estados Unidos, Japón y otras partes del mundo se ha posicionado fuertemente en nuestra región.

# **CAPÍTULO 3: ACTUALIDAD EN LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES EN LA CONSTRUCCIÓN**

### **3. ACTUALIDAD EN LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES EN LA CONSTRUCCIÓN**

#### **3.1. HORMIGÓN EN LA CONSTRUCCION**

Hormigón es el producto resultante de la mezcla de un Aglomerante; Arena, Grava o Piedra Machacada (denominados áridos) y Agua.

Antiguamente se empleó en Asia y en Egipto. En Grecia existieron acueductos y depósitos de agua hechos con este material, cuyos vestigios aún se conservan. Los romanos lo emplearon en sus grandes obras públicas, como el puerto de Nápoles, y lo extendieron por todo su imperio.

Antes del descubrimiento de los Cementos se emplearon como Aglomerantes la Cal Grasa, la Cal Hidráulica, y los Cementos Naturales. Desde mediados del S.XIX comenzó a utilizarse en obras marítimas, y a finales del mismo, asociado con el hierro en forma de Hormigón Armado, en puentes y depósitos, habiéndose extendido su empleo tanto en obras públicas como privadas.

Es un material de bajo precio respecto al Acero, de resistencia similar o mayor a la del Ladrillo, que brinda la posibilidad de construir elementos de casi cualquier forma.

También es buen aislante acústico y resistente al fuego.

La consistencia o fluidez del Hormigón dependerá del contenido de agua de la mezcla.

La plasticidad dependerá del contenido de Áridos finos de diámetro inferior a 0,1 mm., haciendo más fácil la colocación en obra.

Las 4 propiedades principales del hormigón son:

**Trabajabilidad:** es la capacidad que debe tener el hormigón para manipularlo durante su elaboración, transporte, colocación, compactación y dar acabado el elemento que se va a fundir sin que pierda su homogeneidad.

**Impermeabilidad:** es la capacidad de impedir el paso de líquidos o de humedad. Esta propiedad depende de la cantidad de vacíos que tenga el material, el cual está dado por la cantidad de agua en la mezcla.

**Durabilidad:** el hormigón debe ser capaz de soportar el uso para el cual fue diseñado, resistiendo a la intemperie, desgaste, acción de la salinidad, productos químicos y demás acciones agresivas del medio ambiente.

**Resistencia:** esta propiedad depende de las proporciones en que se encuentren sus componentes en la mezcla. Por lo general, se la diseña y determina en el laboratorio, por la resistencia a la rotura de una probeta sometida a compresión. Como el concreto suele aumentar su resistencia con el tiempo, la resistencia que se obtiene a los 28 días, es la medida más común de esta propiedad. (Meglio, 2012)

### **Características y Comportamiento**

El concreto es el material resultante de unir áridos con la pasta que se obtiene al añadir agua a un conglomerante. El conglomerante puede ser cualquiera, pero cuando nos referimos al concreto, generalmente es un cemento artificial, y entre estos últimos, el más importante y habitual es el cemento portland. Los áridos proceden de la desintegración o trituración, natural o artificial de rocas y, según la naturaleza de las mismas, reciben el nombre de áridos silíceos, calizos, graníticos, etc. El árido cuyo tamaño sea superior a 5 mm se llama árido grueso o grava, mientras que el inferior a 5 mm se llama árido fino o arena. El tamaño de la grava influye en las propiedades mecánicas del concreto.



Ilustración 1. Características del hormigón

Fuente: Wikipedia, c. d. (29 de octubre de 2017). Concreto. Obtenido de Wikipedia, La enciclopedia libre.: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Concreto&oldid=120696258>

La pasta formada por cemento y agua es la que confiere al concreto su fraguado y endurecimiento, mientras que el árido es un material inerte sin participación directa en el fraguado y endurecimiento del concreto. El cemento se hidrata en contacto con el agua, iniciándose diversas reacciones químicas de hidratación que lo convierten en una pasta maleable con buenas propiedades adherentes, que en el transcurso de unas horas, derivan en el fraguado y endurecimiento progresivo de la mezcla, obteniéndose un material de consistencia pétreo.

Una característica importante del concreto es poder adoptar formas distintas, a voluntad del proyectista. Al colocarse en obra es una masa plástica que permite rellenar un molde, previamente construido con una forma establecida, que recibe el nombre de encofrado.

Los tipos de hormigón más utilizados en el sector de la construcción son:

- Hormigón en Masa. Este se vierte directamente en moldes previamente preparados y dan macizos sometidos a esfuerzos de compresión.

- Hormigón Ciclópeo. Es un tipo de material de construcción usado en cimentaciones, en lechos marinos o de río. Este sistema ha quedado prácticamente en desuso.

- Hormigón Ligero. Material de poca densidad, formado por áridos de pequeña densidad. Se utiliza principalmente para la obtención de elementos que no precisen grandes resistencias, como tabiques, forjados de pisos, fachadas de revestimiento, y, sobre todo, como aislante del calor y del sonido.

- Hormigón Armado. Contiene en su interior una armadura metálica y trabaja también a la flexión. Las barras de Acero se introducen en la pieza de Hormigón, en el borde que resiste las tracciones, y debido a la adherencia entre ambos materiales, las primeras resisten las atracciones y el segundo las compresiones.

- Hormigón Pretensado. Contiene acero sometido a fuerte tracción previa y permanente. La idea básica del pretensado es someter a compresión al Hormigón antes de cargarlo, en todas aquellas áreas en que las cargas produzcan tracciones.



Ilustración 2. Tipos de hormigón

Fuente: Lario, E. (octubre de 2011). Alario . Obtenido de <https://enriquealario.com/tipos-de-hormigón>

Otro de los componentes principales a la hora de construir es el cemento, que es un compuesto del hormigón formado por un polvo muy fino formado por caliza (carbonato cálcico) y otros minerales que absorben agua y actúan de aglomerante de los demás agregados del hormigón. A continuación, te explicamos cuál es la diferencia entre cemento, concreto, hormigón y hormigón armado.

En cuanto a los tipos de cemento que podemos encontrar, destacan sobre todo el cemento tipo portland, producido al pulverizar Clinker y una o más formas de sulfato

cálcico. También se utiliza el cemento hidráulico, que consiste en una mezcla homogénea de Clinker, yeso y puzolana (y otros componentes minoritarios).

Otro de los cementos más usado en el sector de la construcción es cemento hidráulico modificado con escoria, que está formado por una mezcla homogénea de Clinker, yeso y escoria granulada de alto horno (y otros componentes minoritarios).

El cemento usado en albañilería está formado por una mezcla de cemento hidráulico, o tipo Portland y un material que le otorga plasticidad (como caliza, cal hidráulica o hidratada) junto a otros materiales introducidos para aumentar una o más propiedades, tales como el tiempo de fraguado, las horas de trabajo sobre el material, retención de agua y durabilidad.

Otra mezcla que también debemos considerar es el cemento blanco. Este cuenta con las mismas propiedades que el Portland, dado que posee una composición y resistencia similar. (S.A. U. , 2017)

### **3.2. OTROS MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN**

Desde sus comienzos, el ser humano ha modificado su entorno para adaptarlo a sus necesidades. Para ello ha hecho uso de todo tipo de materiales naturales que, con el paso del tiempo y el desarrollo de la tecnología, se han ido transformando en distintos productos mediante procesos de manufactura de creciente sofisticación. Los materiales naturales sin procesar (piedra, madera, arcilla, metal, agua) se denominan materias primas, mientras que los productos elaborados a partir de ellas (yeso, cemento, acero, vidrio, ladrillo) se denominan materiales de construcción.

No obstante, en los procesos constructivos algunas materias primas se siguen utilizando con poco o ningún tratamiento previo. En estos casos, estas materias primas se consideran también materiales de construcción propiamente dichos.

Por este motivo, es posible encontrar un mismo material englobado en distintas categorías: por ejemplo, la arena puede encontrarse como material de construcción (lechos o camas de arena bajo algunos tipos de pavimento), o como parte integrante de otros materiales de construcción (como los morteros), o como materia prima para la elaboración de un material de construcción distinto (el vidrio, o la fibra de vidrio).



Ilustración 3. Materiales de construcción

Fuente: González, J. (11 de octubre de 2015). CONSTRUCCION, Materiales de Construcción. Obtenido de <http://construccionig.blogspot.com/2015/10/materiales-de-construcción.html>

Los primeros materiales empleados por el hombre fueron el barro, la piedra, y fibras vegetales como madera o paja.

Los primeros "materiales manufacturados" por el hombre probablemente hayan sido los ladrillos de barro (adobe), que se remontan hasta el 13 000 a. C, mientras que los primeros ladrillos de arcilla cocida que se conocen datan del 4000 a. C.

Entre los primeros materiales habría que mencionar también tejidos y pieles, empleados como envoltentes en las tiendas, o a modo de puertas y ventanas primitivas.

### **3.2.1 TIPOS**

Atendiendo a la materia prima utilizada para su fabricación, los materiales de construcción se pueden clasificar en diversos grupos:

#### **3.2.1.1. MATERIALES PÉTREOS**

##### **3.2.1.1.1. PIEDRA**

La piedra se puede utilizar directamente sin tratar, o como materia prima para crear otros materiales. Entre los tipos de piedra más empleados en construcción destacan:

- Granito, tradicionalmente usado en toda clase de muros y edificaciones, actualmente se usa principalmente en suelos (en forma de losas), aplacados y encimeras. De esta piedra suele fabricarse el:
  - Adoquín, ladrillo de piedra con el que se pavimentan algunas calzadas.
- Mármol, piedra muy apreciada por su estética, se emplea en revestimientos. En forma de losa o baldosa.
- Pizarra, alternativa a la teja en la edificación tradicional. También usada en suelos.
- Caliza, piedra más usada en el pasado que en la actualidad, para paredes y muros.
- Arenisca, piedra compuesta de arena cementada, ha sido un popular material de construcción desde la antigüedad.

La piedra en forma de guijarros redondeados se utiliza como acabado protector en algunas cubiertas planas, y como pavimento en exteriores. También es parte constitutiva del hormigón

- Grava, normalmente canto rodado.

Mediante la pulverización y tratamiento de distintos tipos de piedra se obtiene la materia prima para fabricar la práctica totalidad de los conglomerantes utilizados en construcción:

- Cal, Óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) utilizado como conglomerante en morteros, o como acabado protector.
- Yeso, sulfato de calcio semihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ), forma los guarnecidos y enlucidos.
  - Escayola, yeso de gran pureza utilizado en falsos techos y molduras.
- Cemento, producto de la calcinación de piedra caliza y otros óxidos.

El cemento se usa como conglomerante en diversos tipos de materiales:

- Terrazo, normalmente en forma de baldosas, utiliza piedras de mármol como árido.
- Piedra artificial, piezas prefabricadas con cemento y diversos tipos de piedra.
- Fibrocemento, lámina formada por cemento y fibras prensadas. Antiguamente de amianto, actualmente de fibra de vidrio.

El cemento mezclado con arena forma el mortero: una pasta empleada para fijar todo tipo de materiales (ladrillos, baldosas, etc), y también como material de revestimiento (enfoscado) cuando yeso y cal no son adecuados, como por ejemplo en exteriores, o cuando se precisa una elevada resistencia o dureza.

- **Mortero**
  - Mortero monocapa, un mortero prefabricado, coloreado en masa mediante aditivos

El cemento mezclado con arena y grava forma:

- Hormigón, que puede utilizarse solo o armado.
  - Hormigón, empleado solo como relleno.
  - Hormigón armado, el sistema más utilizado para erigir estructuras
  - GRC, un hormigón de árido fino armado con fibra de vidrio
  - Bloque de hormigón, similar a un ladrillo grande, pero fabricado con hormigón.

El yeso también se combina con el cartón para formar un material de construcción de gran popularidad en la construcción actual, frecuentemente utilizado en la elaboración de tabiques:

- Cartón yeso, denominado popularmente Pladur por asimilación con su principal empresa distribuidora, es también conocido como Panel Yeso.

Otro material de origen pétreo se consigue al fundir y estirar basalto, generando:

- Lana de roca, usado en mantas o planchas rígidas como aislante térmico.

#### **3.2.1.1.2. ARENA**

Se emplea arena como parte de morteros y hormigones

- Arena

El principal componente de la arena es la sílice o dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ). De este compuesto químico se obtiene:

- Vidrio, material transparente obtenido del fundido de sílice.
- Fibra de vidrio, utilizada como aislante térmico o como componente estructural (GRC, GRP)

- Vidrio celular, un vidrio con burbujas utilizado como aislante eléctrico.

### **3.2.1.1.3. ARCILLA**

La arcilla es químicamente similar a la arena: contiene, además de dióxido de silicio, óxidos de aluminio y agua. Su granulometría es mucho más fina, y cuando está húmeda es de consistencia plástica. La arcilla mezclada con polvo y otros elementos del propio suelo forma el barro, material que se utiliza de diversas formas:

- Barro, compactado "in situ" produce tapial
- Cob, mezcla de barro, arena y paja que se aplica a mano para construir muros.
- Adobe, ladrillos de barro, o barro y paja, secados al sol.

Cuando la arcilla se calienta a elevadas temperaturas (900 °C o más),<sup>2</sup> ésta se endurece, creando los materiales cerámicos:

- Ladrillo, ortoedro que conforma la mayoría de paredes y muros.
- Teja, pieza cerámica destinada a canalizar el agua de lluvia hacia el exterior de los edificios.
- Gres, de gran dureza, empleado en pavimentos y revestimientos de paredes. En formato pequeño se denomina gresite
- Azulejo, cerámica esmaltada, de múltiples aplicaciones como revestimiento.

De un tipo de arcilla muy fina llamada bentonita se obtiene:

- Lodo bentonítico, sustancia muy fluida empleada para contener tierras y zanjas durante las tareas de cimentación

#### **3.2.1.1.4. METÁLICOS**

Los más utilizados son el hierro y el aluminio. El primero se alea con carbono para formar:

- Acero, empleado para estructuras, ya sea por sí solo o con hormigón, formando entonces el hormigón armado.
  - Perfiles metálicos
  - Varillas
  - Acero inoxidable
  - Acero corten

Otros metales empleados en construcción:

- Aluminio, en carpinterías y paneles solares.
- Zinc, en cubiertas.
- Titanio, revestimiento inoxidable de reciente aparición.
- Cobre, esencialmente en instalaciones de electricidad y fontanería.
- Plomo, en instalaciones de fontanería antiguas. La ley obliga a su retirada, por ser perjudicial para la salud.
- Hierro

#### **3.2.1.1.5. ORGÁNICO**

Fundamentalmente la madera y sus derivados, aunque también se utilizan o se han utilizado otros elementos orgánicos vegetales, como paja, bambú, corcho, lino, elementos textiles o incluso pieles animales.

- Madera
- Contrachapado
- OSB
- Tablero aglomerado
- Madera cemento
- Linóleo suelo laminar creado con aceite de lino y harinas de madera o corcho sobre una base de tela.
- Guadua

#### **3.2.1.1.6. SINTÉTICOS**

Fundamentalmente plásticos derivados del petróleo, aunque frecuentemente también se pueden sintetizar. Son muy empleados en la construcción debido a su inalterabilidad, lo que al mismo tiempo los convierte en materiales muy poco ecológicos por la dificultad a la hora de reciclarlos.

También se utilizan alquitranes y otros polímeros y productos sintéticos de diversa naturaleza. Los materiales obtenidos se usan en casi todas las formas imaginables: aglomerantes, sellantes, impermeabilizantes, aislantes, o también en forma de pinturas, esmaltes, barnices y lasures.

- PVC o policloruro de vinilo, con el que se fabrican carpinterías y redes de saneamiento, entre otros.
  - Suelos vinílicos, normalmente comercializados en forma de láminas continuas.
- Polietileno. En su versión de alta densidad (HDPE o PEAD) es muy usado como barrera de vapor, aunque tiene también otros usos

- Poliestireno empleado como aislante térmico
    - Poliestireno expandido material de relleno de buen aislamiento térmico.
    - Poliestireno extrusionado, aislante térmico impermeable
  - Polipropileno como sellante, en canalizaciones diversas, y en geotextiles
  - Poliuretano, en forma de espuma se emplea como aislante térmico. Otras formulaciones tienen diversos usos.
  - Poliéster, con él se fabrican algunos geotextiles
  - ETFE, como alternativa al vidrio en cerramientos, entre otros.
  - EPDM, como lámina impermeabilizante y en juntas estancas.
  - Neopreno, como junta estanca, y como "alma" de algunos paneles sandwich
  - Resina epoxi, en pinturas, y como aglomerante en terrazos y productos de madera.
  - Acrílicos, derivados del propileno de diversa composición y usos:
    - Metacrilato, plástico que en forma transparente puede sustituir al vidrio.
    - Pintura acrílica, de diversas composiciones.
  - Silicona, polímero del silicio, usado principalmente como sellante e impermeabilizante.
  - Asfalto en carreteras, y como impermeabilizante en forma de lámina y de imprimación.
- (Material de construcción, 2017)

### 3.3. SISTEMAS ESTRUCTURALES

#### 3.3.1. CONCEPTO DE SISTEMAS ESTRUCTURALES

Una estructura es un ensamblaje de elementos que mantienen una forma y su unidad, teniendo como objetivo resistir las cargas resultantes de su uso y su propio peso dándole forma a un cuerpo, obra civil o máquina.

Un sistema estructural es un ensamblaje de miembros o elementos independientes para conformar un cuerpo único cuyo objetivo es darle solución (cargas y forma) a un problema civil determinado.

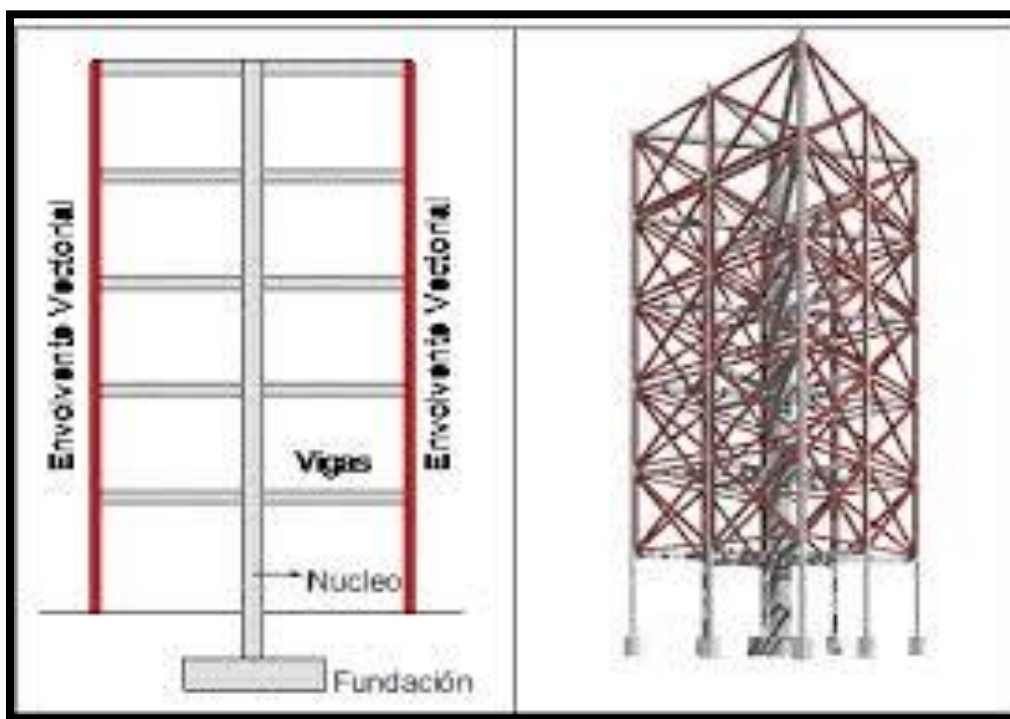


Ilustración 4. Ensamble de estructura

Fuente: Baselli, A. (13 de diciembre de 2011). Sistemas Estructurales de Ltura Activa.

Obtenido de [http://www.mailxmail.com/sistema-estructural-altura-activa-construccion-3\\_h](http://www.mailxmail.com/sistema-estructural-altura-activa-construccion-3_h)

La manera de ensamblaje y el tipo de miembro ensamblado definen el comportamiento final de la estructura y constituyen diferentes sistemas estructurales.

Los elementos no se distinguen como individuales si no que la estructura constituye en sí un sistema continuo como es el caso de domos, losas continuas o macizas y muros, y se analizan siguiendo los conceptos y principios básicos de la mecánica.

Son sistemas compuestos de uno o varios elementos dispuestos de tal forma que la estructura total y cada uno de sus elementos sean capaces de mantenerse sin cambios apreciables en su geometría durante la carga y descarga. Algunas características para calificar los sistemas disponibles que satisfagan una función específica: economía, necesidades estructurales especiales, problemas de diseño, problemas de construcción, material y limitación de escala. (Niños, 2014).

### **3.3.2. ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

Elemento estructural es cada una de las partes diferenciadas, aunque vinculadas, en que puede ser dividida una estructura a efectos de su diseño.

El diseño, cálculo y comprobación de estos elementos se hace de acuerdo con los postulados de la resistencia de materiales en el ámbito de la arquitectura, la ingeniería civil, la ingeniería mecánica y la ingeniería estructural.

#### **3.3.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

En el caso de las construcciones estos tienen nombres que los identifican claramente (aunque en el mundo hispanoparlante estos nombres pueden cambiar en cada país). Básicamente los elementos estructurales pueden tener estados de tensión uniaxiales, biaxiales o triaxiales según su dimensionalidad y, según cada una de las direcciones

consideradas, pueden existir tanto tracciones como compresiones. Dicho estado puede ser uniforme en ciertas secciones transversales, o variar dentro de la sección.

Los elementos estructurales suelen clasificarse en virtud de tres criterios principales:

- **Dimensionalidad del elemento**, según puedan ser modelizados como elementos unidimensionales (pilares, vigas, arcos,...), bidimensionales (placas, láminas, membranas) o tridimensionales.
- **Forma geométrica y/o posición**, la forma geométrica concreta afecta a los detalles del modelo estructural usado; así si la pieza es recta como una viga o curva como un arco, el modelo debe incorporar estas diferencias, también la posición u orientación afecta al tipo de estado tensional que tenga el elemento.
- **Estado tensional y/o solicitaciones predominantes**, los tipos de esfuerzos predominantes pueden ser tracción (membranas y cables), compresión (pilares), flexión (vigas, arcos, placas, láminas) o torsión (ejes de transmisión, etc.). (Wikipedia L. e., Elemento Estructural, Wikipedia, 2017)

De acuerdo a los conocimientos en el área, se identifican los conceptos básicos de los principales elementos estructurales, los cuales se pueden clasificar en:

#### **3.3.2.1.1. CIMIENTOS**

Se denomina, cimentación al conjunto de elementos estructurales de una edificación cuya misión es transmitir sus cargas o elementos apoyados en ella al suelo, distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales. Debido a que la resistencia del suelo es, generalmente, menor que la de los pilares o muros que soporta, el

área de contacto entre el suelo y la cimentación debe ser proporcionalmente más grande que los elementos soportados, excepto en suelos rocosos muy coherentes.

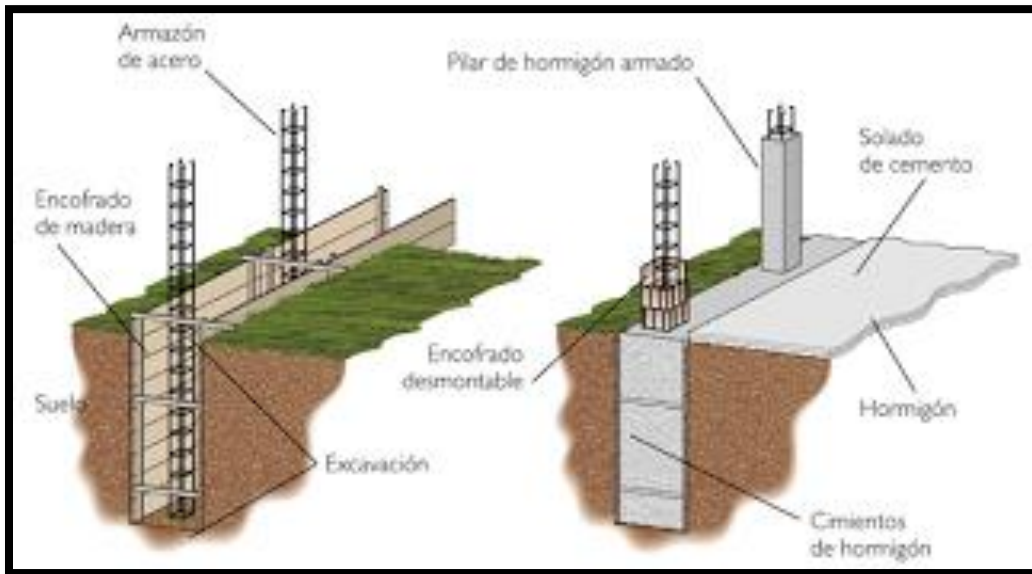


Ilustración 5. Tipos de Cimentación y su descripción

Fuente: COMUNICACION, E. D. (28 de octubre de 2015). COMUNICACION. Obtenido de <https://www.eadic.com/tipos-de-cimentacion-descripciones/>

La cimentación es importante porque es el grupo de elementos que soportan a la superestructura. La estabilidad de una edificación depende en gran medida del tipo de terreno sobre el que se asienta.

#### **3.3.2.1.1.1. Tipos de Cimentación**

La elección del tipo de cimentación depende especialmente de las características mecánicas del terreno, como su cohesión, su ángulo de rozamiento interno, posición del nivel freático y también de la magnitud de las cargas existentes. A partir de todos esos datos se calcula la capacidad portante, que, junto con la homogeneidad del terreno, aconsejan usar un tipo u otro diferente de cimentación. Siempre que es posible se emplean

cimentaciones superficiales, ya que son el tipo de cimentación menos costoso y más simple de ejecutar. Cuando por problemas con la capacidad portante o la homogeneidad del mismo no es posible usar cimentación superficial se valoran otros tipos de cimentaciones.

Hay dos tipos fundamentales de cimentación: **directas** y **profundas**.

#### **3.3.2.1.1.2. Cimentaciones superficiales**

Son aquellas que se apoyan en las capas superficiales o poco profundas del suelo, por tener éste suficiente capacidad portante o por tratarse de construcciones de importancia secundaria y relativamente livianas. En este tipo de cimentación, la carga se reparte en un plano de apoyo horizontal.

En estructuras importantes, tales como puentes, las cimentaciones, incluso las superficiales, se apoyan a suficiente profundidad como para garantizar que no se produzcan deterioros.

#### **3.3.2.1.1.3. Cimentaciones semiprofundas**

- Pozos de cimentación o caissons: Son en realidad soluciones intermedias entre las superficiales y las profundas, por lo que en ocasiones se catalogan como semiprofundas. Algunas veces estos deben hacerse bajo agua, cuando no puede desviarse el río, en ese caso se trabaja en cámaras presurizadas.
- Arcos de ladrillo sobre machones de hormigón o mampostería .
- Muros de contención bajo rasante: no es necesario anclar el muro al terreno.
- Micropilotes, son una variante basada en la misma idea del pilotaje, que frecuentemente constituyen una cimentación semiprofunda.

#### **3.3.2.1.1.4. Cimentaciones profundas**

Se basan en el esfuerzo cortante entre el terreno y la cimentación para soportar las cargas aplicadas, o más exactamente en la fricción vertical entre la cimentación y el terreno. Deben ubicarse más profundamente, para poder distribuir sobre una gran área, un esfuerzo suficientemente grande para soportar la carga. Algunos métodos utilizados en cimentaciones profundas son:

- Pilotes: son elementos de cimentación esbeltos que se hincan (pilotes de desplazamiento prefabricados) o construyen en una cavidad previamente abierta en el terreno (pilotes de extracción ejecutados in situ). Antiguamente eran de madera, hasta que en los años 1940 comenzó a emplearse el hormigón.
- Pantallas: es necesario anclar el muro al terreno.
  - pantallas isostáticas: con una línea de anclajes
  - pantallas hiperestáticas: dos o más líneas de anclajes. (Wikipedia L. e., Cimentación, Wikipedia, 2017)

#### **3.3.2.1.2. COLUMNAS**

Una columna es un elemento arquitectónico vertical y de forma alargada que normalmente tiene funciones estructurales, aunque también pueden erigirse con fines decorativos. De ordinario, su sección es circular, pues cuando es cuadrangular suele denominarse pilar, o pilastra si está adosada a un muro.

La columna clásica está formada por tres elementos: basa, fuste y capitel.

La "basa" correspondería con la cepa del árbol, el fuste con el tronco y el capitel el nacimiento de sus ramas más gruesas. Según esta analogía, autores como Vitruvio piensan que las primitivas columnas imitaban a los árboles, pues en realidad terminaron por sustituir los troncos por columnas de piedra, más duraderas, llevando además, siguiendo con la analogía, a ver en las acanaladuras de los fustes la corteza del árbol.

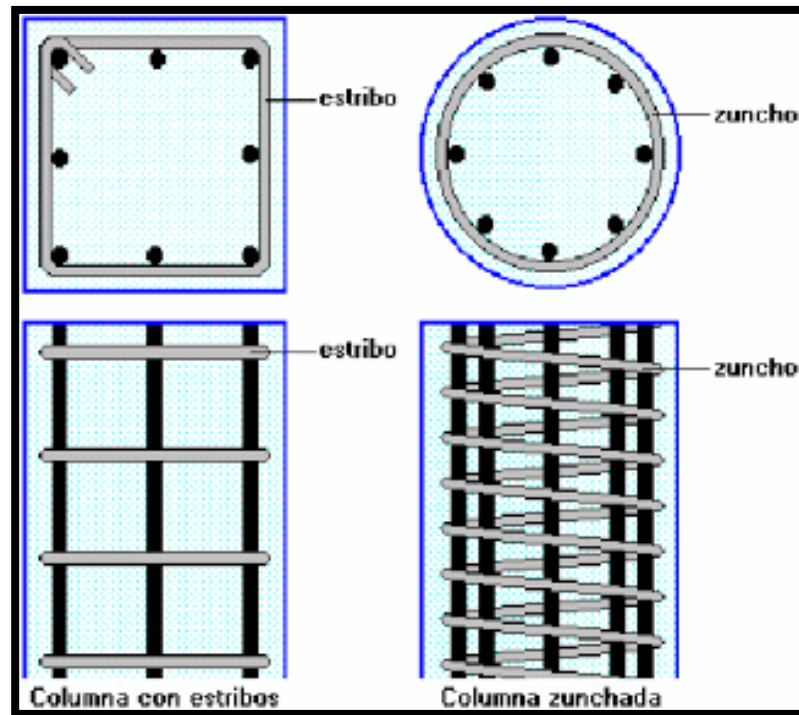


Ilustración 6. Descripción de columnas

Fuente: Gómez, J. (s.f.). Docplayer. Estructuras Metálicas Panamá. Obtenido de <https://docplayer.es/30568697-Definicion-arq-jose-luis-gomez-amador.html>

## Clasificación

### En relación con otros componentes del edificio

Atendiendo a su disposición en relación con otros componentes de un edificio, pueden distinguirse estos tipos de columnas:

- Columna aislada o exenta: La que se encuentra separada de un muro o cualquier elemento vertical de la construcción o edificación.
- Columna adosada: La que está yuxtapuesta a un muro u otro elemento de la edificación.
- Columna embebida: La que aparenta estar parcialmente incrustada en el muro u otro cuerpo de la construcción.
- Columna entrega o entregada: La que está adosada pero cuyo fuste no es de una sola pieza, sino formada por trozos que están empotrados en el muro, formando parte de éste.

### **3.3.2.1.3. VIGAS**

Las vigas son elementos estructurales que pueden ser de concreto armado, diseñado para sostener cargas lineales, concentradas o uniformes, en una sola dirección. Una viga puede actuar como elemento primario en marcos rígidos de vigas y columnas, aunque también pueden utilizarse para sostener losas macizas o nervadas. La viga soporta cargas de compresión, que son absorbidas por el concreto, y las fuerzas de flexión son contrarrestadas por las varillas de acero corrugado, las vigas también soportan esfuerzos cortantes hacia los extremos por tanto es conveniente, reforzar los tercios de extremos de la viga. Para lograr que este elemento se dimensiones cabe tener en cuenta la resistencia por flexión, una viga con mayor peralte (altura) es adecuada para soportar estas cargas, pero de acuerdo a la disposición del proyecto y su alto costo hacen que estas no se convenientes. Para lograr peraltes adecuados y no incrementar sus dimensiones, es conveniente incrementar el área del acero de refuerzo para compensar la resistencia a la flexión.

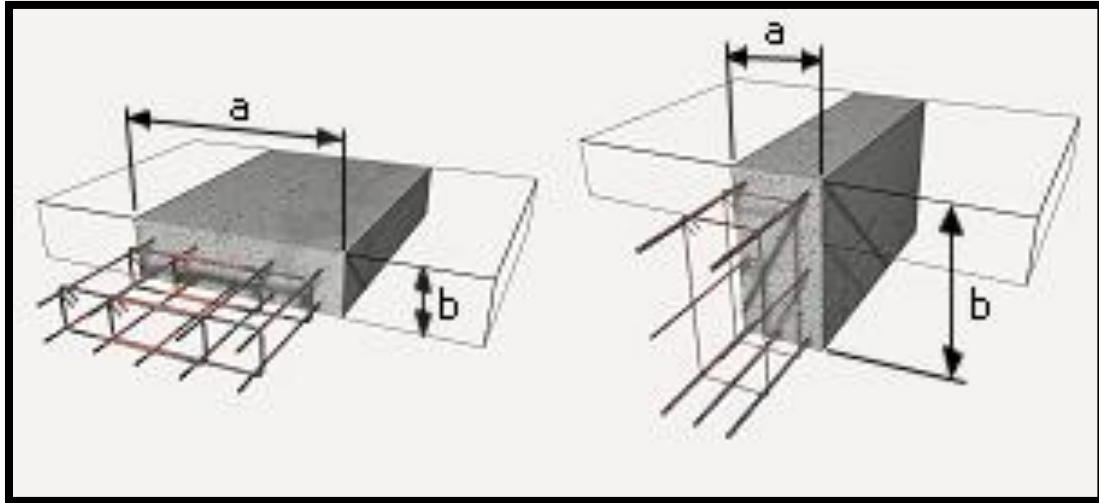


Ilustración 7. Descripción de vigas

Fuente: Generador de precios. IECA. (s.f.). Obtenido de

[http://www.mexico.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/Estructuras/Concreto\\_reforzado/Vigas/Viga\\_de\\_concreto\\_reforzado.htm](http://www.mexico.generadordeprecios.info/obra_nueva/Estructuras/Concreto_reforzado/Vigas/Viga_de_concreto_reforzado.htm)

#### 3.3.2.1.3.1. Función de una viga

Las vigas son las piezas extensas que, unidas a las columnas, soportan las estructuras y las cargas en las obras, permitiendo flexibilidad. De hecho, estos elementos se utilizan para soportar los techos y las aberturas, y también como elemento estructural de puentes. Por tal motivo, a la hora de elaborarlos o armarlos se debe comprobar que soporten a la perfección los esfuerzos de tracción y de compresión de modo simultáneo, como sucede al doblarse la pieza.

### 3.3.2.1.3.2. Materiales y composición de las vigas

Pueden ser realizadas en madera, en hormigón o también en hierros soldados, con cuatro tiras angulares y piezas que se entrecruzan para dar soporte y unión.



Ilustración 8. Tipos de Vigas

Fuente: Vigas. (s.f.). Obtenido de

[https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947489/contido/74\\_vigas.html](https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947489/contido/74_vigas.html)

Los materiales de elaboración deben ser flexibles, duraderos y resistentes a la vez, por lo que no se utiliza elementos cerámicos, pétreos u otros en su formación.

### **– Vigas de madera**

La madera de las vigas se comporta de un modo ortotrópico con diversidad en su resistencia y rigidez, soportando así diferentes sentidos en los esfuerzos (paralelo o transversal a la fibra de la madera). La madera es capaz de soportar exigencias con menos deformación que otros materiales.

### **– Vigas de acero o hierro**

El acero en las vigas presenta un comportamiento isotrópico, con más resistencia y menor peso que el hormigón. Con ello, logran soportar mayores esfuerzos de compresión y también mayores tracciones, lo que las hace las grandes favoritas para obras residenciales y urbanas.

### **– Vigas de Concreto u hormigón armado**

Para elaborar vigas se utiliza el concreto pretensado y el postensado, a diferencia de su antecesor (el concreto armado), por su adecuación a las exigencias de las obras y esfuerzos. Son resistentes, presentan buena flexibilidad y adaptación a las exigencias y tensiones del terreno, aunque son de mayor peso que las de hierro, normalmente usadas en construcción de viviendas. (Requejo, 2014)

#### **3.3.2.1.4. LOSAS**

Es el elemento horizontal cuya dimensión en planta es mucho más grande en comparación con su altura y donde las cargas son perpendiculares a su plano. Se emplean para proporcionar superficies planas y útiles. Las losas separan horizontalmente el espacio vertical conformando diferentes niveles y constituyen a su vez, el piso de uno de ellos y el

techo del otro. La losa es el principal sostén para las personas, elementos, maquinarias que puedan desarrollar de forma segura todas las actividades y a veces de contribuir a la estabilidad de los edificios. Es el elemento que recibe directamente la carga. Las losas de entresijos y techos, aparte de su función estructural cumplen con otras funciones tales como: control ambiental, seguridad e instalaciones, pavimentos o pisos. Por lo tanto, la losa acabada, está formada por la estructura, pavimento, capa aislante, cielo falso o cielo raso.

La clasificación de losas se realiza según varios criterios: distribución del refuerzo, forma estructural, composición, apoyos y como se realiza su construcción.

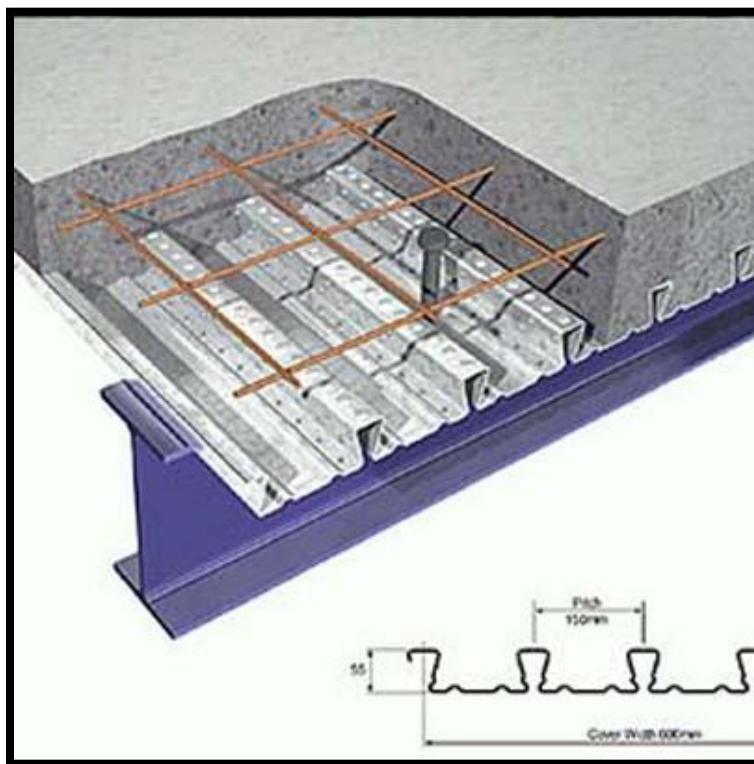


Ilustración 9. Losa descripción

Fuente: Ter, L. (s.f.). Arquitectura Residencial Moderna. Obtenido de <https://www.pinterest.com.mx/pin/311029918000110133/?d=t&mt=login>

Dentro de esta se encuentra una gran variedad, pero usualmente se emplea las siguientes:

- Losa de cimentación con espesor uniforme: se caracteriza por solo tener los refuerzos de acero y el espesor determinado por los cálculos sin ningún tipo de alteración.

- Losa de cimentación aligerada: este tipo de losa se caracteriza por disminuir el volumen de concreto a utilizar, debido a que solo se emplea el espesor determinado en las secciones críticas determinadas en el diseño; el resto se disminuirá hasta donde permita el esfuerzo cortante involucrado en el diseño.

- Losa de cimentación nervadura: a diferencia de la losa aligerada aquí solo se emplean vigas, las cuales corren los ejes x e y generando así los cajones entre las columnas. Con esta forma se disminuye mucho más el volumen de concreto a utilizar.

- Una losa de cimentación es una placa de hormigón apoyada sobre el terreno que sirve de cimentación que reparte el peso y las cargas del edificio sobre toda la superficie de apoyo.

- Las losas son un tipo de cimentación superficial que tiene muy buen comportamiento en terrenos poco homogéneos que con otro tipo de cimentación podrían sufrir asentamientos diferenciales. También en terrenos con muy poca capacidad portante.

Las losas más sencillas son las losas de espesor constante, aunque también existen las losas nervadas que son más gruesas según la dirección de muros o filas de pilares. Su cálculo es similar al de una losa plana de azotea invirtiendo las direcciones de los esfuerzos y aplicando las cargas tanto axiales como uniformes provenientes de todo el edificio. Las trabes de estas losas se invierten para quedar enterradas en el terreno y evitar obstáculos al

aprovechamiento de la superficie que queda lista para ocuparse como un firme, aunque su superficie aun es rugosa.

Las losas de cimentación constituyen un tipo de cimentación somera que cubre toda el área bajo la estructura; se emplea cuando la resistencia del suelo es baja o cuando es necesario limitar en forma muy estricta los asentamientos diferenciales en construcciones particularmente sensibles de estos. (Construyendo.com, 2015)

### **3.4. SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL**

Es el sistema de construcción más difundido y el más antiguo. Basa su éxito en la solidez, la nobleza y la durabilidad (dependiendo del material), constituido por la estructura de paredes portantes (ladrillos, piedra, o bloques, etc.); u hormigón. Paredes de mampostería: ladrillos, bloques, piedra, o ladrillo portante, etc. Revoques interiores, instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y techo de tejas cerámicas, mínimo a dos o más aguas, o losa plana.

Sistema de construcción tradicional artesanal es el sistema más antiguo puesto que utiliza materiales poco elaborados del lugar y se los aplica sin trabajarlos demasiado de forma rustica natural y obviamente son variados, dependiendo del lugar; mano de obra no calificada, autoconstrucción con pocos conocimientos, emplea herramientas manuales y rusticas poco elaboradas, sencillas para facilitar su uso.

Sistema de construcción tradicional artesanal racionalizado es una variante del sistema tradicional que utiliza algunos de los elementos o procedimientos de los sistemas racionalizados. Combina estructuras (concreto armado), e independiente con mampostería;

utiliza sistemas racionalizados en la realización de las instalaciones. Uso de mano de obra, herramientas y materiales sometidos a una relación de costos, optimizándolos produce materiales prefabricados, herramientas mecanizadas, manuales y mano de obra profesional o técnico. La construcción racionalizada es un avance sobre lo tradicional, ya que existen mejoras que surgen de una planificación que arranca en el diseño de los componentes constructivos y materiales empleados, minimizando de este modo los desperdicios por adaptación y corte y reduciendo los tiempos en mano de obra.

La construcción tradicional se caracteriza entre otros por los siguientes puntos:

- Los muros de ladrillo o bloques de hormigón tienen una buena capacidad portante por lo que son suficientes sin ningún refuerzo adicional para soportar una planta. Para más alturas se acompaña de refuerzos o pilares.
- Se trata de un sistema de muros con mayor masa que el sistema de madera lo que permite su utilización como acumuladores de calor dentro de un diseño bioclimático.
- Por las características de los muros tienen un buen comportamiento acústico por sí mismo al margen de la ayuda aportada por el aislamiento incorporado.
- El sistema es de construcción húmeda e implica un mayor tiempo en el proceso de construcción, pero facilita las modificaciones sobre el diseño original.
- Es un sistema en el que es fácil incorporar la solución de fachadas ventiladas.

# **CAPÍTULO 4: NORMATIVAS VIGENTES**

#### **4. NORMATIVAS VIGENTES DE LOS NUEVOS SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN**

##### **JUNTA TÉCNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**“Por medio del cual se adopta la Guía de Pruebas Experimentales a Sistemas Alternativos en la Construcción de Pequeñas Viviendas”**

##### **RESUELVE**

El artículo 6.6. Sistemas Alternativos del Reglamentos para el Diseño Estructural en la República de Panamá (REP-94), publicado en Gaceta Oficial No. 22.681 del martes 13 de diciembre de 1994, permite sistemas constructivos distintos a los de la construcción típica definida en la Sección 6.4, siempre y cuando:

Se demuestre mediante análisis y pruebas experimentales que la resistencia de los sistemas alternativos a los efectos de gravedad, viento y sismo es por lo menos equivalente a la de la construcción típica.

Las pruebas deberán:

1. Cumplir con los requerimientos del REP-94 de resistencia equivalente
2. Ofrécele la oportunidad a:

Sistemas constructivos nuevos

Modificaciones a la construcción típica del REP-94

El REP-94, requiere mostrar equivalencia mediante la experimentación. Para cumplir con el REP-94, por una parte, y permitir que se considere sistemas alternativos, por la otra, es necesario probar la vivienda típica y las viviendas de sistemas alternativos bajo las mismas condiciones.

## **ALCANCE**

Se reglamentan las pruebas experimentales para determinar la equivalencia de la resistencia a los efectos de viento y sismo.

Las pruebas no son aptas para determinar la equivalencia de la resistencia a desplazamientos verticales causados por cambios volumétricos en suelos residuales.

## 4.1. EJEMPLO SOLICITUD DE CERTIFICADO DE APROBACIÓN PARA SISTEMAS ALTERNATIVOS



### JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

#### Solicitud de Certificado de Aprobación Para un Sistema Alternativo de Construcción de Vivienda Unifamiliar

DATOS PERSONALES	
Nombre(s):	Apellido(s):
<input type="checkbox"/> Cédula <input type="checkbox"/> Pasaporte <input type="checkbox"/> RUC	
Teléfono:	Celular:
Correo Electrónico	
País	Provincia
Distrito	Corregimiento

SISTEMA ALTERNATIVO	
Nombre del Sistema Alternativo:	_____
País de origen del sistema:	_____
Descripción del sistema:	
1. Cimientos (incluye losa sobre suelo)	_____ _____ _____
2. Paredes:	_____ _____ _____ _____
3. Conexiones (entre paredes, paredes y cimientos, paredes y techo)	_____ _____ _____ _____
4. Techo:	_____ _____ _____ _____
5. Otros:	_____ _____ _____ _____ _____

**PROFESIONALES IDÓNEOS**

Nombre Completo del Profesional: \_\_\_\_\_

Idoneidad Profesional: \_\_\_\_\_

Función que realiza: \_\_\_\_\_

Nombre Completo del Profesional: \_\_\_\_\_

Idoneidad Profesional: \_\_\_\_\_

Función que realiza: \_\_\_\_\_

**DOCUMENTOS**

Identificación de Persona Jurídica o Natural   
(Aviso de Operaciones o Cédula de identidad Personal)

Copia de comprobante de pago del abono

Informe de Pruebas Experimentales del Sistema  Laboratorio : \_\_\_\_\_

Manual de Diseño del Sistema:

Ficha Técnica del Sistema:

Informe del Comité Consultivo Permanente REP

Copia de comprobante de pago cancelación

**PARA USO DE LA OFICINA DE LA JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

Recibido para Registro por:  Nombre: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_

Recibido por Comité Consultivo REP:  Nombre: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_

Recibido para Revisión por el Pleno de la JTIA:  Nombre: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_

Entrega del Certificado de Aprobación del Sistema:  Nombre: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## **4.2. NORMA PARA EL SISTEMA ROYAL BUILDING SYSTEM**

### **RESOLUCIÓN NO. 712**

**“Por medio de la cual se aprueba el Sistema Constructivo Royal Building System(RBS) presentado por la Empresa Royal Construcción Panamá, S.A. , el cual fue analizado por el laboratorio de Estructuras del Centro Experimental de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Panamá. Por tanto, se puede utilizar como Sistema Alternativo de Vivienda Unifamiliar”**

### **CONSIDERANDO**

Que con el propósito de proteger la vida de los seres humanos que habitan en nuestro país, la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura expidió el Reglamento para el Diseño Estructural en la República de Panamá (REP-2004), en concordancia con el literal “J”del Artículo 12 de la Ley 15 de 26 de enero de 1959.

Que en el capítulo 6, la pequeña vivienda del REP-200, se indican los métodos que deben considerarse para la construcción de una vivienda unifamiliar de una sola planta que se apoya directamente sobre suelo. Que en su Sección 6-6 “Sistemas Alternativos”, dice:” Se podrán utilizar sistemas constructivos distintos a los de la construcción típica definida en la Sección 6-4, a condición de que se demuestre mediante análisis y pruebas experimentales que la resistencia de los sistemas alternativos a los efectos de gravedad, viento y sismo es por lo menos equivalente a la construcción típica”.

Que el día 16 de noviembre de 2005, el señor Gastan Hachem, en representación de la Empresa Royal Construcción Panamá, S.A. solicito la aprobación para lo cual por parte de la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura, del Sistema Constructivo Royal Building System (RBS) que consiste en muros de concreto, vaciado con formaleta de PVC, los

muros tienen hormigón con resistencia última igual a 210 MPA, barras de acero corrugado de 9.7 milímetros de diámetro, espaciados a 500 milímetros en el sentido horizontal y vertical y vigas de amarre. Presento manual de diseño del Sistema Constructivo RBS, preparado por el laboratorio de Estructuras del Centro Experimental de Ingeniería de la Universidad Tecnológica, el informe mostró que el sistema RBS llena los requisitos del Capítulo 6 del REP-2004.

Que, en la reunión ordinaria del 5 de abril de 2006, el pleno de la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura aprobó el informe CEI-04 1032-05 (B), manual de diseño del sistema constructivo RBS preparado por el laboratorio de estructuras del Centro Experimental de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Panamá.

Que según la nota de fecha 19 de abril de 2006, la Empresa Royal Construcción Panamá, S.A., acepta adoptar la profundidad de desplante para los cimientos de acuerdo al REP-2004.

Basándose en los resultados del informe del Centro Experimental de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Panamá, la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura, considera que el Sistema constructivo RBS cumple con los requisitos de la prueba alternativa de viviendas unifamiliares y la profundidad de desplante de los cimientos exigidos en el REP-2004. Por consiguiente, la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura, en pleno uso de sus facultades legales:

## **RESUELVE**

Primero: autorizar el uso del Sistema Constructivo Royal Building System (RBS)

Segundo: enviar copia autenticada de la presente Resolución a los distintos municipios de la República de Panamá.

Fundamento de derecho: Ley 15 de 1959, modificado por la Ley 53 de 4 de febrero de 1963.

Reglamento Estructural REP-2004 Resolución No. 188 de 9 de febrero de 1982.  
Resolución No. 364 de 11 de noviembre de 1998.

### **4.3. NORMA PARA EL SISTEMA FORZA S.A.**

**Resolución No. JTIA 807 de 30 de junio de 2009.**

**“Por medio de la cual se aprueba el Sistema Constructivo Forsa, sometido por la empresa Forsa, s.a.”**

#### **RESUELVE**

ARTICULO 1. APROBAR el Sistema Constructivo Forsa, sometido por la empresa Forsa, S.A., el cual fue analizado por el laboratorio de Estructuras del Centro Experimental de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Panamá.

No 264421 Gaceta Oficial Digital, jueves 7 de enero de 2010

ARTICULO 2. AUTORIZAR, el uso del Sistema Constructivo Forsa.

ARTICULO 3. ENVIAR, copia autenticada de la presente Resolución de los distintos municipios de la República de Panamá.

#### **FUNDAMENTO DE DERECHO**

1. Ley 15 de 1959, decretos reglamentarios y resoluciones complementarias.
2. Resolución de la JTIA 639 (de 29 de septiembre) de 2004, por medio de la cual se adopta el Reglamento para el Diseño Estructural en la República de Panamá (REP 2004), publicada en la Gaceta Oficial 25,181 de 22 de noviembre de 2004.
3. Resolución de la JTIA No. 188 (de 9 de febrero) de 1983, por medio de la cual se adopta el Reglamento para el Diseño Estructural en la República de Panamá y se nombra un comité consultivo para el estudio y actualización del mismo, publicada en la Gaceta Oficial 19765 de 7 de marzo del 1983.
4. Resolución de la JTIA No. 364 (de 11 de noviembre) de 1998, por medio del cual se establece un periodo para demostrar la equivalencia de las alternativas en la construcción

de la pequeña vivienda definida en el Reglamento Estructural Panamá, publicada en la Gaceta Oficial 23713 de 15 de enero del 1999.

#### **4.4. NORMA DE GUÍA PARA LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES**

### **RESOLUCIÓN No. 363**

**(De 11 de noviembre de 1998)**

### **JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**"Por medio del cual se adopta la Guía de Pruebas Experimentales a Sistemas Alternativos en la Construcción de Pequeñas Viviendas".**

#### **CONSIDERANDO**

1. Que el Reglamento Estructural Panameño REP-94 permite la construcción de Sistemas Alternativos, distintos a los de la construcción típica definidos en la Sección 6.4 del REP-94, previa demostración de su equivalencia sismo-resistente y de viento a la vivienda típica mediante cálculos y pruebas experimentales.
2. Que la Comisión Permanente del Reglamento Estructural ha propuesto un procedimiento instructivo titulado "Guía de Pruebas Experimentales a Sistemas Alternativos en la Construcción de Pequeñas Viviendas".
3. Que las pruebas y cálculos deben demostrar la equivalencia sismo-resistente y de viento de la pequeña vivienda, haciendo énfasis en la resistencia a la separación de las paredes y en la resistencia de las paredes a fuerza perpendiculares (fuera de su plano) y dentro del plano.

#### **RESUELVE**

Adoptar la Guía de Pruebas Experimentales a Sistemas Alternativos preparados por la Comisión Permanente del Reglamento Estructural cuyo texto es el siguiente:

# **GUÍA DE PRUEBAS EXPERIMENTALES A SISTEMAS ALTERNATIVOS EN LA CONSTRUCCION DE PEQUEÑAS VIVIENDAS.**

## **1.0 INTRODUCCIÓN**

El Artículo 6.6. Sistemas Alternativos del Reglamento para el Diseño Estructural en la República de Panamá (REP-94), publicado en la Gaceta Oficial No. 22.681 del martes de diciembre de 1994, permite sistemas constructivos distintos a los de la construcción típica definida en la Sección 6.4, siempre y cuando:

Se demuestre mediante análisis y pruebas experimentales que la resistencia de los sistemas alternativos a los efectos de gravedad, viento y sismo es por lo menos equivalente a la de la construcción típica.

Las pruebas deberán:

1 Cumplir con los requerimientos del REP-94 de resistencia equivalente.

1 Ofrecerle la oportunidad a:

a) Sistemas constructivos nuevos

b) Modificaciones a la construcción típica del REP-94

El REP-94 requiere mostrar equivalencia mediante la experimentación. Para cumplir con el REP-94, por una parte, y permitir que se considere sistemas alternativos, por la otra, es necesario probar la vivienda típica y la vivienda del sistema alternativo bajo las mismas condiciones.

## **2.0 ALCANCE**

Se reglamentan las pruebas experimentales para determinar la equivalencia de la resistencia a los efectos de viento y sismo.

Las pruebas no son aptas para determinar la equivalencia de la resistencia a desplazamientos verticales causados por cambios volumétricos en suelos residuales.

### **3.0 RESISTENCIA A VIENTO Y SISMO**

En la vivienda del REP-94, las paredes perpendiculares al viento o al sismo se apoyan lateralmente contra: a) las paredes ortogonales con las que interceptan y b) la losa sobre suelo.

Las paredes están sometidas a las siguientes acciones:

1. Las paredes perpendiculares a las fuerzas horizontales trabajan como placas en posición vertical apoyadas en tres bordes.
2. Las paredes paralelas a las fuerzas laterales reciben las reacciones horizontales de las placas verticales y las transmiten al suelo como muros cortantes.

Para que el techo y las paredes no se desplomen dentro de la vivienda y le caiga encima a los habitantes, es necesario:

- 1.-Que las paredes permanezcan unidas unas con las otras donde se interceptan, y
- 2.-Que las paredes puedan resistir fuerzas perpendiculares al plano propio y fuerzas dentro del plano propio.

Correspondientemente, las pruebas deben medir:

1. La resistencia a la separación de las paredes; y
2. Las resistencias de las paredes a fuerzas fuera y dentro del plano propio

### **4.0 EVALUACIÓN DE SISTEMAS ALTERNATIVOS**

El procedimiento será el siguiente:

- 1.-Ensayar las paredes típicas de referencia construidas según el REP-94.
- 2.-Ensayar paredes de sistemas alternativos. La geometría de las paredes será igual a las de paredes típicas de referencia. Los sistemas de fuerza serán los mismos que los que se aplican a las paredes típicas de referencia.
- 3.-Superponer curvas fuerzas- desplazamiento de paredes típicas de referencia y de paredes de sistemas alternativos.
- 4.-Aceptar el sistema alternativo según el siguiente criterio:
  - a) La fuerza máxima que resiste el sistema alternativo debe ser igual o mayor que la fuerza máxima que resiste el sistema típico de referencia.
  - b) El área debajo de la curva fuerza-desplazamiento del sistema alternativo debe ser igual o mayor que el área debajo de la curva fuerza-desplazamiento del sistema típico de referencia.
  - c) La falla deber ser dúctil. No son aceptables fallas quebradizas y repentinas debido a:
    - Aplastamiento o rotura de materiales
    - Inestabilidad de elementos

## **5.0 ACTUALIZACIÓN**

La Junta Técnica se reserva el derecho de modificar las pruebas.

Los cambios a las pruebas serán efectivos a partir de seis (6) meses después de la fecha en que aparezcan en la Gaceta Oficial.

## **6.0 EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS**

La Universidad Tecnológica de Panamá llevará a cabo las pruebas. El proponente del sistema alternativo pagará por las pruebas del sistema alternativo y, cuando se requieran, del sistema típico de referencia.

## **7.0 DOCUMENTACIÓN**

Se documentará la prueba utilizando los siguientes recursos:

1. Fotografías
2. Video
3. Trazado y medición de grietas
4. Grabación de audio
5. Una narración

## **8.0 CONSTRUCCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE REFERENCIA**

Con cada uno de los primeros tres sistemas alternativos que se ensayen, se construirá una estructura típica de referencia.

El segundo sistema alternativo se comparará con el promedio de resultados de los ensayos de dos sistemas típicos.

Los sistemas alternativos restantes se compararán con el promedio de resultados de los ensayos de tres sistemas típicos,

Con cada cambio que le haga la Junta Técnica al sistema típico de referencia, se requerirá construir una estructura típica de referencia con cada uno de los siguientes tres sistemas alternativos que se ensayen.

## **9.0 DEFINICIONES**

En un momento dado durante una tormenta o un sismo, una pared puede estar deformándose simultáneamente y dentro del plano propio.

Para propósitos de las pruebas, se adoptan las siguientes definiciones

1. Una pared transversal (al viento o sismo) es una pared que se deforma fuera de su propio plano.

2. Una pared paralela (al viento o sismo) es una pared que se deforma en plano propio.

## **10.0 PARED DE REFERENCIA DE CONSTRUCCIÓN TÍPICA:**

### **Tamaño**

**Longitud = 3500 mm**

**Altura = 2500 mm**

**Espesor = 100 mm**

### **Apertura de puerta**

**Longitud = 1000 mm**

**Altura = 2100 mm**

### **Apertura de Ventana**

**Longitud = 1000 mm**

**Altura = 1200 mm**

**Distancia del borde inferior a la superficie superior de la losa sobre suelo = 1300 mm**

### **Fundación**

**Tipo exterior según el REP-94**

**Fondo de cimiento a 900 mm debajo de la superficie superior de la losa sobre suelo**

### **Elemento de concreto reforzado**

**Detalles del REP.94**

### **Materiales**

**Bloques.  $f_m' = 6.0 \text{ MPa}$**

**Concreto:  $f_c' = 21 \text{ MPa}$**

**Acero de refuerzo: Grado 40**

## **11.0 PRUEBAS DE INTEGRIDAD DE LAS PAREDES TRANSVERSALES**

### **11.1 Propósito de la prueba**

Medir lo siguiente:

- 1.- El comportamiento de la pared como placa.
- 2.- La resistencia a la separación entre las paredes transversales y las paredes paralelas.
- 3.- La resistencia a la separación entre las paredes transversales y la losa sobre suelo.

### **11.2 Estructura de referencia**

Planta rectangular de cuatro paredes, con elementos de concreto reforzado en los bordes y alrededor de aperturas, muros de fundación, cimientos, y losa sobre suelos adentro. No se colocará relleno contra la superficie exterior de los bloques de fundación.

El conjunto de paredes consistirá en lo siguiente:

- 1.- Dos paredes opuestas serán paredes transversales con aperturas (Puerta y Ventana)
- 2.- Las otras dos paredes serán paredes sin aperturas. La altura será igual a la de las paredes transversales, pero la longitud será de 2500 mm.

### **11.3 Aplicación de las cargas**

Aplicar dos fuerzas horizontales concentradas de igual magnitud a cada pared transversal a nivel de los bordes superiores (a media altura de las vigas de amarre). Las fuerzas se

aplicarán a tercios de luz y hacia fuera de la estructura. Las paredes transversales reaccionarán una contra la otra.

#### **11.4 Mediciones**

Medir los desplazamientos horizontales de los bordes superiores. Descontinuar la prueba cuando la estructura cesa de aceptar incremento de carga.

#### **11.5 Cantidad de pruebas**

Se ensayará una estructura con paredes transversales con una ventana en el centro, tal como se describe en 10.0 y 11.2.

Las pruebas y cálculos, con la certificación de la Universidad Tecnológica de Panamá o, del laboratorio aprobado por la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura que realizó los ensayos, deberán ser entregados a los Departamentos Municipales que aprueban planos, previo a la construcción del método alternativo. Si la estructura alternativa demuestra equivalencia Sismo Resistente y de viento con respecto a la vivienda típica, podrá aprobarse la construcción de dicho sistema.

### **12.0 PRUEBAS DE FUERZA LATERAL DE LAS PAREDES PARALELAS**

#### **12.1 Propósito de la prueba**

Medir la resistencia y la ductilidad de la pared en plano propio cuando trabaja como muro cortante.

#### **12.2 Paredes típicas de referencia**

Paredes con aperturas, elementos de concreto reforzado en los bordes y alrededor de aperturas, muro de fundación, cimiento, y losa sobre suelo (Tramo de 1000 mm de ancho a un lado de la pared).

#### **12.3 Aplicación de las cargas**

Probar la pared en el piano propio bajo una fuerza horizontal concentrada aplicada en el borde superior (a media altura de la viga de amarre).

#### **12.4 Mediciones**

Medir el desplazamiento horizontal del borde superior, Descontinuar prueba cuando la pared cesa de aceptar incremento de carga.

#### **12.5 Cantidad de pruebas**

Se probarán dos paredes: Una con ventana en el centro. La otra con puerta en el centro.

**FUNDAMENTO LEGAL:** Ley No. 15 de enero de 1959, reformada por la Ley No.53 de 4 de febrero de 1963; y, el Decreto No. 775 de 2 de septiembre de 1960

**CAPÍTULO 5: NUEVAS  
METODOLOGÍAS DE  
CONSTRUCCIÓN CON SISTEMAS  
ALTERNATIVOS EN LA CIUDAD DE  
SANTIAGO**

## **5. SISTEMAS ALTERNATIVOS PRESENTES EN SANTIAGO DE VERAGUAS**

### **5.1. SISTEMA ROYAL BUILDING SYSTEM**

El Royal Building System es un sistema constructivo canadiense, que combina materiales de polímeros reforzados (PVC). El sistema RBS se conforma de procesos de extorsionado en base a una producción enteramente industrializada con el fin de obtener paneles de diferentes secciones que a través de su ensamble (machihembrado) conforman los muros de cerramiento exteriores e interiores, los cuales posteriormente se rellenan de hormigón liviano o estructural según la función del mismo y de esta manera permiten la solidez estructural y monolítica necesaria. Completan el “Kit” revestimientos exteriores de vinilo y aislación de polietileno expandido, marcos de puertas, ventanas y accesorios adicionales de terminación como contramarcos, zócalos y otros, todos ellos fabricados en PVC reforzado. (Saenz, 2011) .



Ilustración 10. Instalación de muros

Fuente: Mayorga Ortegón, S. A. (2011). PORQUE EL SISTEMA ROYAL BUILDING SYSTEM PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. Bogotá, Colombia: Recuperado de <http://www.azembla.com.co>.

Para adaptar un proyecto al sistema RBS se deben analizar previamente ciertas condiciones tales como el clima, el suelo y otros, que determinarán el tipo de obra a ejecutar. Para la modulación del proyecto arquitectónico, se utiliza como base un Software diseñado específicamente para tal fin. De esta manera sobre la grilla modular se trazan todos los muros con los espesores, alturas y ajustes necesarios de acuerdo a medidas originales ya que el mencionado programa Royal trabaja en forma tridimensional. Posteriormente se insertan los vanos necesarios para puertas y ventanas de acuerdo a la modulación de las mismas y designando además el tipo de aberturas con todas sus características como ser alturas de dintel, modelo, etc. Una vez completado este proceso se

utiliza otro Software denominado Orden de Componentes, en el cual se exportan todas las piezas asignadas por el proyecto a una planilla de elementos que detalla cada una de ellas con sus características y les asigna una nomenclatura única que los identificara en los planos de montaje. Luego de este proceso se generan todos los planos de montaje, detalles típicos y/o especiales según el proyecto (Saenz, 2011).

Teniendo en cuenta los componentes del sistema RBS, estos representan entre un 40 a 60% de la construcción total, por lo cual se completa la misma en forma tradicional o combinando otros subsistemas en los rubros restantes como fundaciones, cubierta (si es tradicional), instalaciones, equipamiento y terminaciones en pisos y revestimientos. El sistema RBS es utilizado en edificaciones como vivienda, educación, salud, industria, comercio, y otros.

Los beneficios que ofrece el sistema constructivo ROYAL BUILDING SYSTEM son muchos empezando por:

- El producto al ser un sistema en PVC nos ofrece que es durable, es impermeable, ignífugo, auto extingible, aséptico, resistente a la corrosión, protección contra los rayos UV; ya el sistema como tal nos ofrece una rapidez en la construcción porque este se puede instalar con mano de obra no calificada y se puede construir una casa de 34 m<sup>2</sup> terminada con 3 personas en 6 días.
- Ofrece unos aislamientos térmicos y acústicos, por la forma en la cual está construido los módulos y el recubrimiento que lleva instaladas los módulos de PVC de las fachadas, este sistema nos ofrece que es sismo resistente, no requiere acabados, es una construcción limpia, no requiere de costos altos de mantenimiento y limpieza, es compatible con otros sistemas constructivos como lo explicamos con sistemas de concreto y estructuras metálicas.

- Sistema liviano fácil transportar a cualquier sitio, no requiere herramientas costosas para su instalación, solo requiere herramientas menores, como sierras, taladros, puntillas, etc.

- Los acabados que dan los módulos de PVC permanecen estables a través del tiempo, además de dar un mejor acabado permiten contar con una vivienda sin bacterias, hongos ni humedades.

- En cuanto al manejo de garantías las reparaciones ya sea por asentamientos que se presentan en la construcción, como reparación fisuras, grietas; lo cual sale en un costo mayor para el constructor y como para el usuario o dueño de la edificación.

Es un sistema que se puede desarmar y transportar para instalarse en otro lugar, también nos permite reutilizarlo para adaptarlo a otro proyecto.

- Al ser un sistema que está certificado en el tema termo acústico, nos ofrece habitaciones confortables en cualquier clima sin importar la ubicación geográfica.

- El desarrollo de este tipo de vivienda es amigable con el medio ambiente ya que en su ejecución no presenta agentes contaminantes como vertimiento de residuos por materiales adicionales para su terminación en aproximadamente un 90%, por ser una construcción modular y de tipo prefabricada, además de estar basado su materia prima en PVC material de tipo reciclable (Mayorga Ortegón , 2011).

Este sistema constructivo RBS es un sistema que está compuesto por paneles extruidos de PVC, diseñados para ensamblarse fácilmente y adaptarse a cualquier tipo de proyecto, dependiendo del tipo de proyecto a desarrollarse en la etapa de diseño se pueden escoger el espesor de los muros que son de 100 mm o 64 mm. Este sistema al manejarse por paneles de un ancho 333 mm “33cm”, se puede modular a cualquier tipo de diseño arquitectónico el cual se maneja alturas desde un (1) piso, hasta un máximo de cinco (5)

pisos. Posterior a su modelación son generados los planos del sistema donde se indica la ubicación y localización de cada elemento previo al inicio de su instalación en sitio de trabajo.

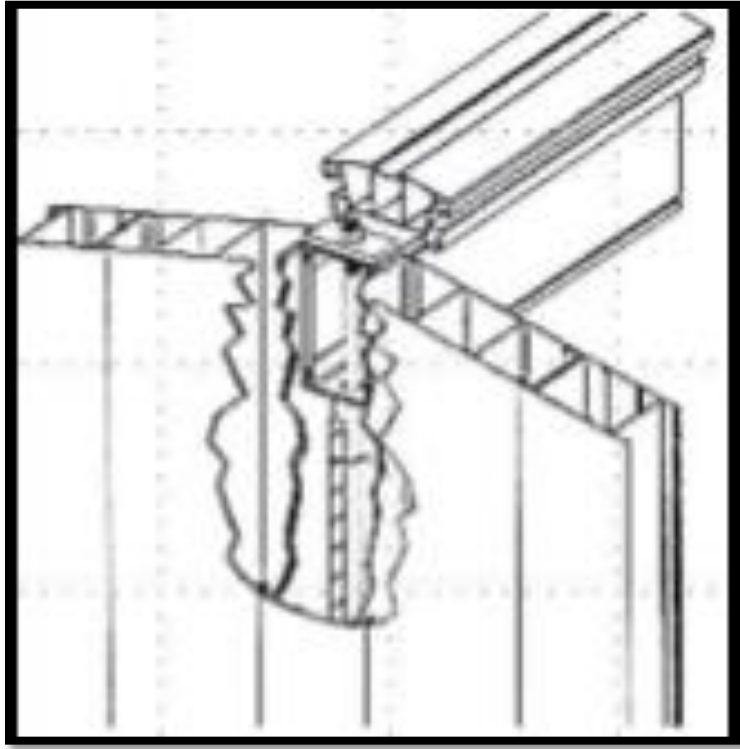


Ilustración 11. Procedimiento de instalación de vigas para cumbrera

Fuente: Mayorga Ortégón, S. A. (2011). PORQUE EL SISTEMA ROYAL BULDING SYSTEM PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. Bogotá, Colombia: Recuperado de <http://www.azembla.com.co>.

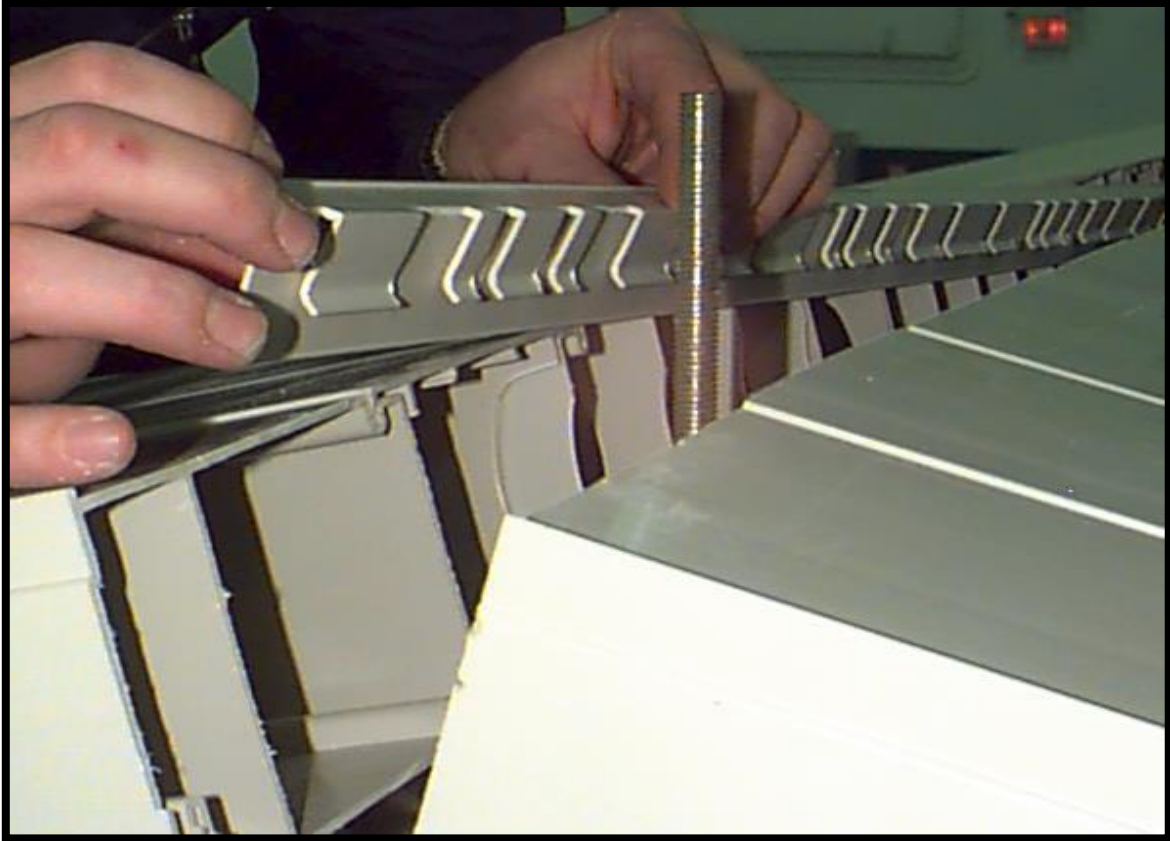


Ilustración 12. Instalación de caballete

Fuente: Mayorga Ortegón, S. A. (2011). PORQUE EL SISTEMA ROYAL BUILDING SYSTEM PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. Bogotá, Colombia: Recuperado de <http://www.azembla.com.co>.

El sistema al ser en PVC también es auto ajustable en sus alturas para cualquier proyecto, es compatible con cualquier material para su combinación excepto con tipos de mampostería; siendo además un sistema completo al contar con sus ventanas y pisos también en el mismo material a excepción de la puerta que es metálica, pero es diseñada para el mismo sistema.

También el sistema RBS está certificado que cumple la norma sismo resistente, los módulos del sistema se pueden utilizar en vacío siempre y cuando sea para un solo piso; pero cuando se utiliza para edificios máximo de 5 niveles, estos módulos se deben llenar con concreto para que nos sirva de transmisores de carga de la edificación.



Ilustración 13. Diseños y planeamientos arquitectónicos

Fuente: Mayorga Ortegón, S. A. (2011). PORQUE EL SISTEMA ROYAL BUILDING SYSTEM PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. Bogotá, Colombia: Recuperado de <http://www.azembla.com.co>.

La construcción del proyecto comienza con la cimentación del mismo dependiendo del tipo de edificación a desarrollar, pueden hacerse pilotes, zapatas, zapatas corridas, vigas flotantes, vigas con zapatas o placas flotantes. Después de realizar la cimentación de la edificación se procede hacer las instalaciones de las redes hidráulicas, sanitarias, eléctricas, comunicación que van dentro de la placa de cimentación o la placa a desarrollar; luego de

estar instaladas se procede hacer la instalación de una malla electro soldada y hacer el vaciado de concreto de la placa.



Ilustración 14.Cimentación

Fuente: Mayorga Ortegón, S. A. (2011). PORQUE EL SISTEMA ROYAL BULDING SYSTEM PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. Bogotá, Colombia: Recuperado de <http://www.azembla.com.co>.

Ya teniendo la placa y los puntos de las redes, se procede a ejecutar el replanteo de los muros para luego empezar a instalar unas plantillas “repisas” que nos servirán de guías para la instalación de los módulos de PVC; antes de empezar a instalar los módulos se deben dejar unas varillas que van a servir de dovelas (elementos de confinamiento), los

cuales van a reforzar los muros en puntos como esquinas e intersecciones con otros muros, además de ser ubicadas en muros donde se presenten luces significativas.



Ilustración 15. Replanteo de muros e instalación de refuerzo

Fuente: Mayorga Ortegón, S. A. (2011). PORQUE EL SISTEMA ROYAL BUILDING SYSTEM PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. Bogotá, Colombia: Recuperado de <http://www.azembla.com.co>.

Teniendo las guías instaladas y las varillas de refuerzo ancladas a la placa, se procede a la instalación de los módulos de PVC que van a conformar los muros del proyecto, para saber cómo hacer el ensamble de que modulo va con otro nos basado en los planos suministrados por el diseñador o proveedor de este material. Los módulos se instalan de una forma muy fácil, no es necesario contar con mano de obra calificada, ya que este sistema se ensambla a los otros mediante las guías que tiene en sus costados. A medida que se van instalando los módulos y se acerca a un punto sanitario, eléctrico ya sea toma o

interruptor, se realiza el correspondiente replanteo en el módulo de PVC, con el fin de garantizar la ubicación adecuada del punto y realizar las prolongaciones necesarias, dejando así su ajuste al módulo. (Mayorga Ortegón , 2011)



Ilustración 16.Instalación de muros

Fuente: Mayorga Ortegón, S. A. (2011). PORQUE EL SISTEMA ROYAL BUILDING SYSTEM PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. Bogotá, Colombia: Recuperado de <http://www.azembla.com.co>.

Instalados todos los muros, las tuberías eléctricas e hidrosanitarias, se procede apuntalar los muros con el fin de ser plomarlos y dejarlos a nivel; estando apuntalados y plomados se procede hacer el vertimiento de un concreto fluido ó auto nivelante para darle mayor resistencia a los muros y continuar con el siguiente proceso el cual es la instalación

de la cubierta, ventanas y puertas, con esto se termina el proceso constructivo para una vivienda de un piso.



Ilustración 17. Relleno de muros

Fuente: Mayorga Ortegón, S. A. (2011). PORQUE EL SISTEMA ROYAL BUILDING SYSTEM PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. Bogotá, Colombia: Recuperado de <http://www.azembla.com.co>.



Ilustración 18. Instalaciones eléctricas

Fuente: Mayorga Ortégón, S. A. (2011). PORQUE EL SISTEMA ROYAL BULDING SYSTEM PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. Bogotá, Colombia: Recuperado de <http://www.azembla.com.co>

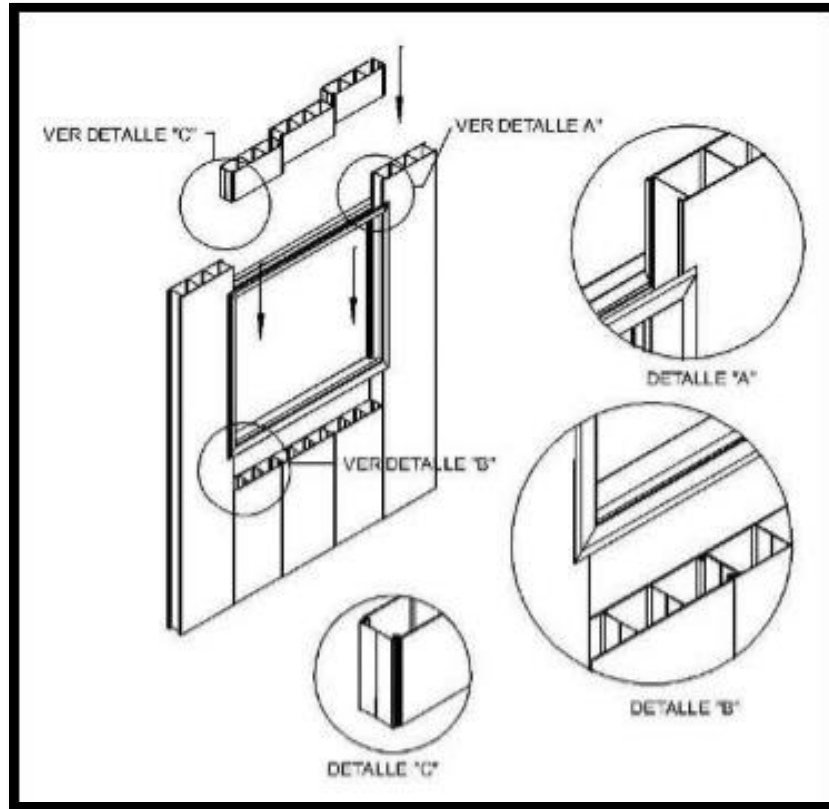


Ilustración 19. Procedimiento de instalación de ventanas

Fuente: Mayorga Ortegón, S. A. (2011). PORQUE EL SISTEMA ROYAL BUILDING SYSTEM PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. Bogotá, Colombia: Recuperado de <http://www.azembla.com.co>.

Para un proyecto de más de un piso el proceso varía en su desarrollo en altura, la cimentación se realiza con la misma metodología que se describe en párrafos anteriores, este tipo de proyecto se desarrolla en estructura metálica de la siguiente manera; se empieza haciendo la cimentación, luego se continúa con el anclaje de las columnas del edificio o proyecto, las columnas metálicas deben ser izadas con la totalidad de los 5 pisos de altura o nivel de cubierta verificando su alineamiento vertical y horizontal. Se ejecuta el replanteo de los muros igual que el proceso para una vivienda de un piso hasta hacer el vaciado del

concreto de los muros. Teniendo los muros con su concreto fraguado se procede a realizar la instalación de las vigas (pueden ser en concreto o metálicas) del siguiente piso para instalar sobre estas lamina colaboran té, para fundir el piso; posterior a la instalación del concreto en la placa de piso y fraguado, se ejecuta el mismo procedimiento de replanteo e instalación de módulos de PVC. A continuación del vertimiento del concreto, para el aseo de muros su limpieza es realizada con la aplicación de agua, ya sea con manquera o hidro lavadora, para despegar y limpiar el concreto que se bombeo por fuera del muro y no perjudicar el acabado de los módulos de PVC y evitar que en la instalación de acabados pueda generarse algún tipo de inconveniente. (Mayorga Ortegon , 2011).



Ilustración 20. Instalación de losa entrepiso placa

Fuente: Mayorga Ortegón, S. A. (2011). PORQUE EL SISTEMA ROYAL BUILDING SYSTEM PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. Bogotá, Colombia: Recuperado de <http://www.azembla.com.co>.

Los acabados de este sistema constructivo, ya vienen terminados porque le mismo modulo arroja la cara terminada de los muros, ventanas y puertas. En desarrollo de instalación de acabados se puede realizar con otro tipo de materiales, por ejemplo, para pisos la instalación se maneja desde pisos laminados en madera, como baldosas de vinisol, porcelanato entre los más representativos, no es recomienda la instalación de pisos que para su instalación sean pesado ya que esto puede influir en el desarrollo estructural o solo si es consultado previamente con el diseñador estructural. Sumado a lo anterior también es posible la instalación de guarda escoba en muros tal como se realiza en las construcciones tradicionales de acuerdo con el acabado del piso.



Ilustración 21. Detalle de muro con cielo raso

Fuente: Mayorga Ortigón, S. A. (2011). PORQUE EL SISTEMA ROYAL BUILDING SYSTEM PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. Bogotá, Colombia: Recuperado de <http://www.azembla.com.co>.



Ilustración 22. Acabados de cocina

Fuente: Mayorga Ortegón, S. A. (2011). PORQUE EL SISTEMA ROYAL BUILDING SYSTEM PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. Bogotá, Colombia: Recuperado de <http://www.azembla.com.co>.

Para los sistemas de enchapes de paredes y en zonas húmedas estos se pueden manejar con materiales tradicionales o con tipos de acabados en PVC, que simulan el mismo material de los utilizados en cualquier tipo de construcción, su única particularidad es que estos se realizan mediante elementos similares a las siliconas, esto con el fin de garantizar su adecuada adherencia al material de los muros el cual es en PVC.

En cuanto a cielos rasos se maneja en gamas de este mismo material en PVC, con un espesor aproximado de 10 mm o 1 cm, su ensamble es a manera de machihembrado, ya

que cada pieza encaja de acuerdo a su armado y su modulación, a continuación se realiza su anclaje e instalación. Se puede manejar cielo raso de manera tradicional con paneles de Dry Wall como si fuera una estructura de cielo raso normal.



Ilustración 23. Instalación de ventanas

Fuente: Mayorga Ortegón, S. A. (2011). PORQUE EL SISTEMA ROYAL BUILDING SYSTEM PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. Bogotá, Colombia: Recuperado de <http://www.azembla.com.co>.

En cuanto a la instalación de carpintería, como se describe anteriormente se maneja en este mismo material en cuanto a ventanas, para puertas los marcos son en PVC, pero la hoja de la puerta es de material metálico o madera, ya que este sistema es compatible con

otro tipo de materiales para su ensamble. De igual forma si el cliente no quiere manejar la carpintería en PVC, tanto puertas como ventanas se pueden instalaren materiales como madera, aluminio, acero inoxidable, etc. Manifestado previamente esto en etapa de diseño con el fin de realizar de manera clara los dimensionamientos en cuanto a modulación y corte de material.

En cuanto a la instalación de cubierta este sistema provee su propio el cual es en PVC, su instalación es realizada mediante soportes los cuales van a la estructura de cubierta, la cual es metálica. Basado en este procedimiento se puede realizar la instalación de cualquier tipo de cubierta como teja termo acústica o tipo sándwich, ya que su procedimiento de instalación no varía y las condiciones en cuanto a soportes y anclajes a estructura de cubierta son similares. (Mayorga Ortegón , 2011).



Ilustración 24. Casa terminada

Fuente: Mayorga Ortegón, S. A. (2011). PORQUE EL SISTEMA ROYAL BUILDING SYSTEM PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. Bogotá, Colombia: Recuperado de <http://www.azembla.com.co>.

Proceso productivo:

Una vez finalizado el proyecto, se realiza la Orden de Producción tomando como base la Lista de Componentes del Kit. Esta orden es controlada minuciosamente, para luego ser entregada a Fábrica. Las áreas intervinientes en el ciclo productivo son las siguientes:

- Área de extrusión de perfiles para stock y fabricaciones especiales.
- Área de fabricación de ventanas.
- Área de almacén general y control de pre-embarque.

- Área de despacho y control de embarque.
- Área de extrusión de perfiles para stock y fabricaciones especiales

La primera función de esta área es la de fabricar todos los perfiles de stock y la segunda función es realizar todas las fabricaciones necesarias en cada uno de los perfiles de muros y aberturas a utilizar en cada proyecto o Kit específico. La característica principal de este tipo de extrusión es que los perfiles de PVC presentan en sus caras visibles su terminación final, esto significa que ya poseen la coloración definitiva (blanco, beige o gris) y la protección contra los rayos ultravioletas. Posteriormente las piezas de panelearía recién fabricadas son troqueladas en sus caras internas en toda su altura por una maquina punzonadora y poder lograr con ello la continuidad tanto del relleno como de los refuerzos horizontales en el muro RBS. Las piezas extrusadas, poseen una tolerancia de fabricación de cuatro décimas de milímetro ( +0.4/-0.4mm)

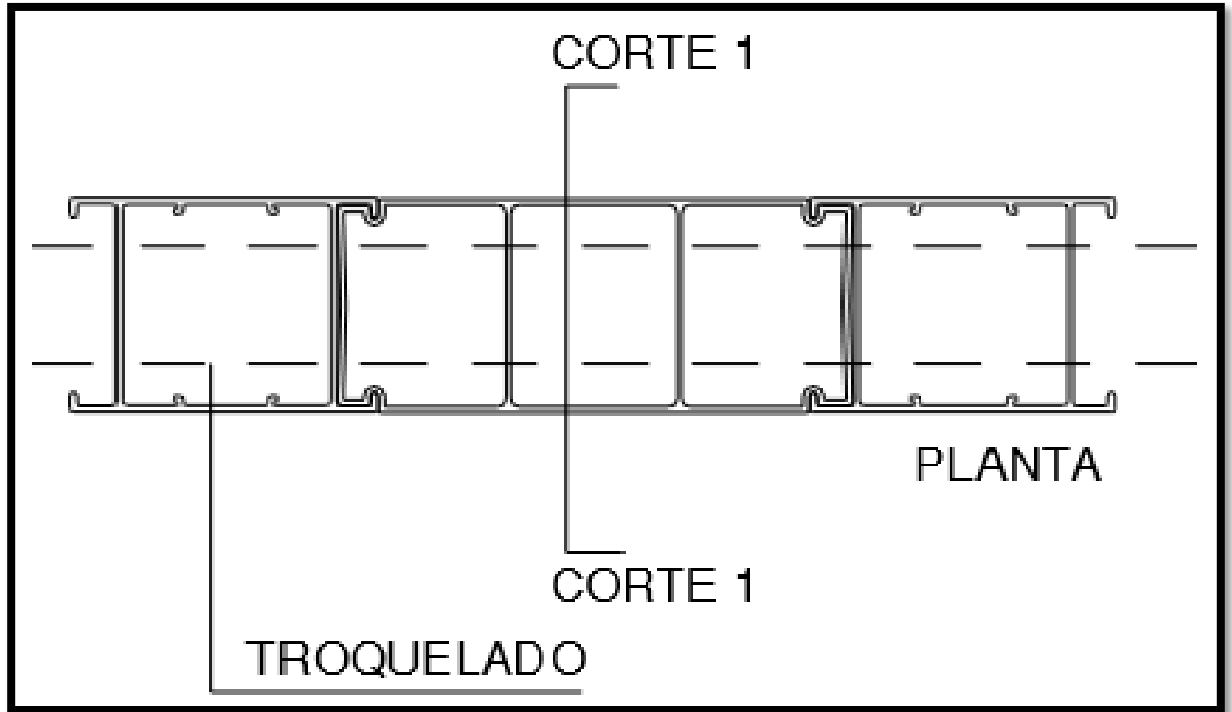


Ilustración 25. Troquelado en muro

Fuente: (Sáenz, 2011) Sáenz, M. (2011). Proceso Constructivo.

Líneas de producción:

En esta área se realiza el armado de ventanas de PVC de RBS. Posee una línea de producción destinada a generar stock de aberturas fabricadas en serie y otra línea de producción destinada a proyectos que poseen aberturas especiales, ya sea por diferir con las medidas normalizadas o por utilizar alguna variante distinta a las tipologías básicas de ventanas ofrecidas por el sistema. Se trabajan tres tipos de perfiles que presentan diferentes prestaciones. Las ventanas son armadas teniendo en cuenta el posterior montaje en obra de las mismas, por ello las mismas son fabricadas 6mm menor a la medida total de ancho y alto de vano. Se considera un espesor de junta de 3mm entre premarco y ventana.



Ilustración 26. Área de producción

Fuente: Sáenz, M. (2011). Proceso Constructivo.

#### Área de almacén general y control de pre-embarque

Esta área es la encargada de aglutinar para cada kit específico todas las piezas fabricadas en cada sector, como ser paneles de muro, marcos de aberturas, ventanas, etc y las piezas de stock como ser puertas, herrajes de puertas, revestimiento vinílico (siding), aislaciones, zócalos, contramarcos, etc. Se realiza un control de todas las piezas (ver Control de Calidad) y sus fabricaciones solicitadas en la Orden de Producción. Conjuntamente a este proceso se colocan las etiquetas identificadoras de todos los elementos.

Estas etiquetas identifican el proyecto, el tipo de pieza, el tamaño y principalmente la nomenclatura particular de la misma. De esta manera cada pieza está referenciada en lista de componentes, planos de montaje y la pieza misma.

### Área de despacho y control de embarque

El control final se realiza en esta área. A través de la ya mencionada lista de componentes se revisa la cantidad, el tipo de pieza, el estado de la misma, sus fabricaciones e inclusive su etiqueta. Una vez realizadas estas tareas el Kit ya se encuentra en condiciones de ser despachado a obra.

### Control de Calidad

El proceso de Control de Calidad se lleva a cabo en tres etapas principales:

**Inspección y ensayo de Recepción:** La materia prima embalada, los materiales, los productos y demás componentes son inspeccionados una vez recepcionados en fábrica y antes de ser transferidos al sector que corresponda.

**Inspección y ensayo de Producto en Proceso:** Se realizan inspecciones al azar durante el proceso de extrusionado. Se controlan piezas y elementos en proceso de fabricación.

**Inspección y ensayo de Producto Terminado:** Los integrantes del Área de Fabricaciones efectúan el control final y registran utilizando la Lista de Embarque correspondiente al producto fabricado. Esta inspección consiste en verificar que los productos terminados (según su identificación) coincidan con los que establecen la documentación usada. Con este Control se verifican: la longitud de la pieza, el ángulo de corte, el agujereado de la pieza, la terminación superficial de la pieza, su estado general, etc. Luego en Despacho se realiza un último control visual general del kit completo antes de ser enviado al cliente. (Saenz, 2011) .

## 5.1.1. PROYECTOS REALIZADOS EN SANTIAGO CON ESTE SISTEMA

### Primer proyecto: Techos de Esperanza

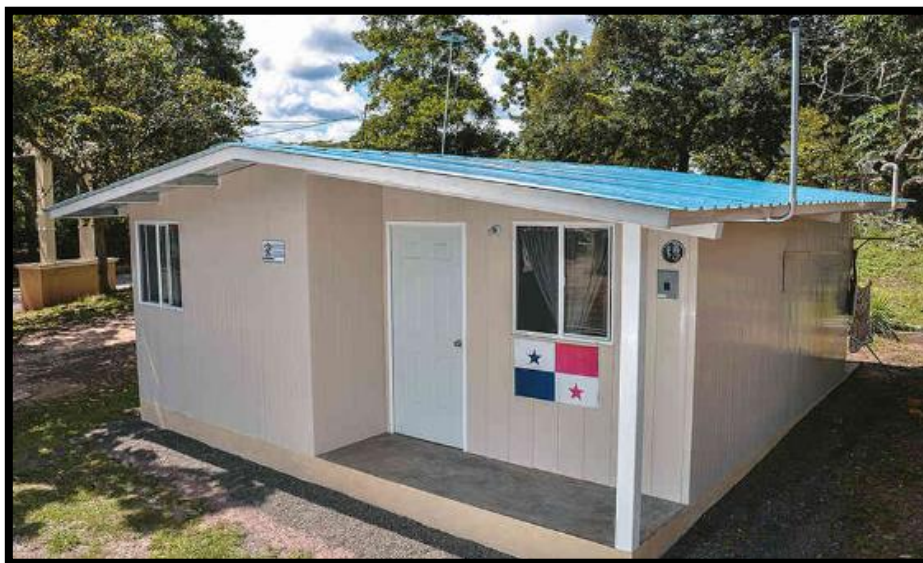


Ilustración 27. Modelo Techos de Esperanza

Fuente: (Semana) Semana, R. (s.f.). Revista Semana . Obtenido de

<http://www.revistasemana.com>

Es de interés hacer énfasis, en el hecho de que el Programa Techos de Esperanza, no sólo aporta en la construcción y mejoras de las viviendas, sino que también impacta la economía de la comunidad, al ofrecerles días más favorables a estas familias panameñas.

Son alrededor de 1,500 viviendas que fueron construidas en toda la provincia de Veraguas con el sistema RBS las cuales cuentan con una dimensión de 40.8 metros cuadrados, seguros y confiables con:

- 2 recámaras
- Sala
- Comedor

- Cocina
- Baño y servicio higiénico, con el sistema biodigestor séptico.



Ilustración 28. Etapas de construcción

Fuente: (NacionalFM, 2018) NacionalFM. (19 de julio de 2018). Obtenido de

<http://sertv.gob.pa>

Cabe recalcar, que los requisitos para aplicar al programa Techos de Esperanza son: carta dirigida al titular del Ministerio de Vivienda, describiendo su situación y solicitando la unidad básica o mejoras( según sea el caso) ; contar con un terreno no menos de 200 metros cuadrados; mantener derecho posesorio o titularidad de terreno; diagnóstico médico en caso de que existan personas con discapacidad dentro del cuadro familiar, entre otros. (Ministerio de Vivienda )

La licitación que realizó el Ministerio de Vivienda para la construcción de las casas de Techos de Esperanza el pliego será descrito a continuación: suministro, mano de obra y

administración para las obras de construcción de quinientas (500) viviendas de interés social, con kits RBS, para la provincia de Veraguas, corregimientos de Atalaya, San Francisco, Calobre y Santiago; con un valor de referencia de: 6.975.000 todo esto se llevó a cabo en el año 2018.

Estos proyectos son realizados en Veraguas en si unas 58 viviendas de dicho programa, han sido construidas por la empresa HISUM; entre otras empresas sub contratitas que trabajan en los contratos de Techos de Esperanza con el Ministerio de Vivienda.



Ilustración 29. Etapa de construcción

Fuente: (Ministerio de Vivienda ) Ministerio de Vivienda . (s.f). Obtenido de

<http://www.miviot.gob.pa>



Ilustración 30. Detalles de las casas interior

Fuente: (Ministerio de Vivienda ) Ministerio de Vivienda . (s.f.). Obtenido de

<http://www.miviot.gob.pa>



Ilustración 31. Última etapa de construcción

Fuente: (S.A. R. C.) S.A., R. C. (s.f.). Royal Constrution Panama S.A. Obtenido de

<http://www.royalpa.com>

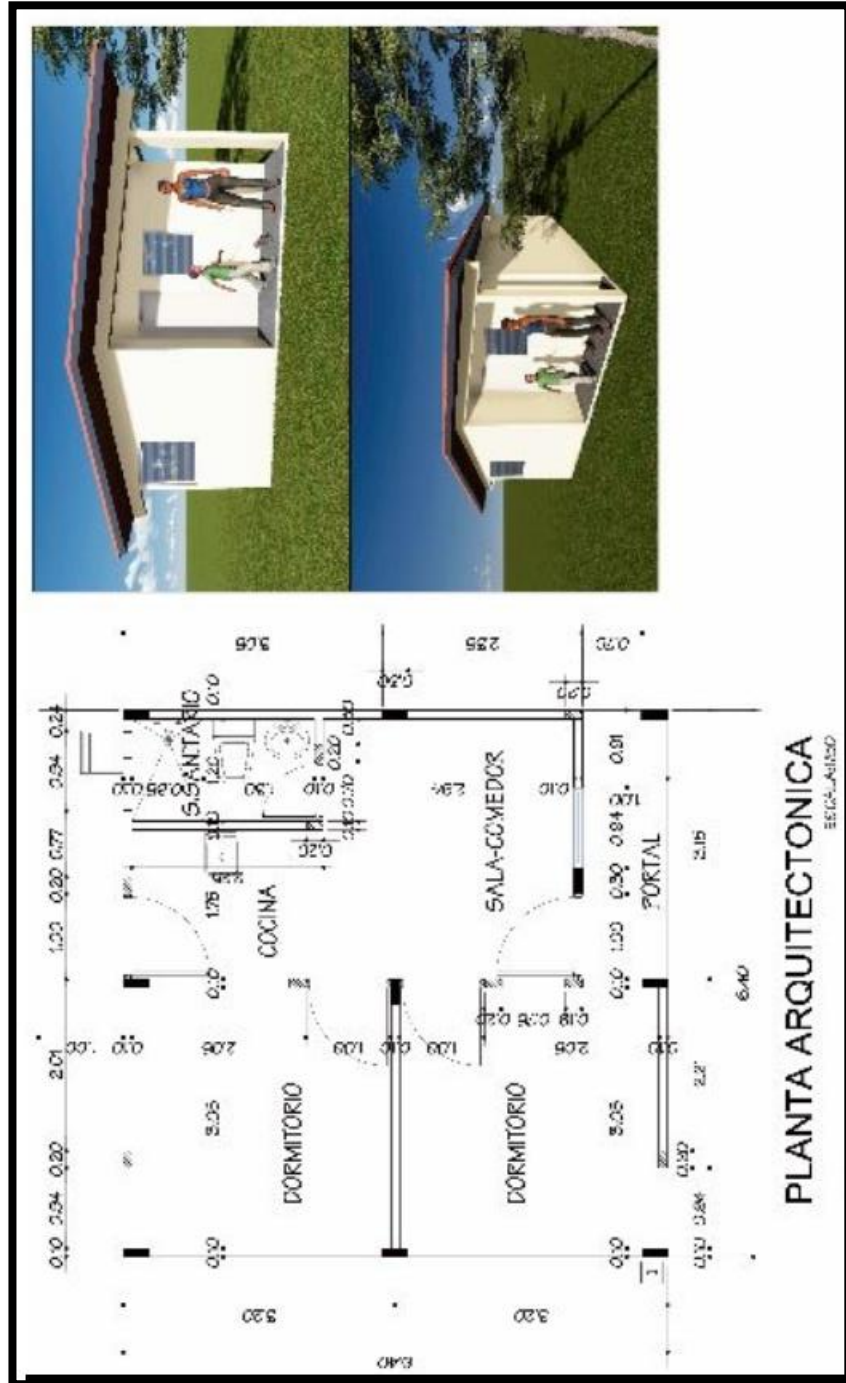


Ilustración 32. Modelo distribución del interior de las casas.

Fuente: (América) América, P. (s.f.). Panamá América. Obtenido de

<http://www.panamaamerica.com.pa>

## Royal Construction Panama S.A.



Ilustración 33. Empresa panameña con este sistema.

Fuente: S.A., R. C. (s.f.). Royal Constrution Panama S.A. Obtenido de

<http://www.royalpa.com>

Es una empresa panameña que nace de las negociaciones con Royal Andina para la comercialización de perfilería y acabados PVC para la construcción. Este Joint Venture ha permitido importar la tecnología canadiense de un nuevo sistema constructivo, el cual se

encuentra a la vanguardia en rapidez, costos y mantenimiento de los sistemas de construcción actuales en el mundo.

**Royal Construction Panama S.A.** es una empresa líder en la transformación del PVC.

Nuestro principal objetivo es obtener retornos significativos para nuestro país, actuando de forma responsable con los trabajadores, medio ambiente y con la sociedad. Para el desarrollo de este propósito, la organización de Royal Construction Panama llevará a cabo, en forma permanente el cumplimiento de nuestros compromisos ambientales y de empresa que aporta para el desarrollo de nuestro país, con el fin de alcanzar y mantener un ambiente de trabajo sano, preservar y mejorar la salud y el bienestar de los empleados y la protección de los recursos materiales en pro de obtener mayor productividad, eficiencia y eficacia de sus operaciones y mejorar la calidad de sus productos y servicios. (S.A. R. C.)

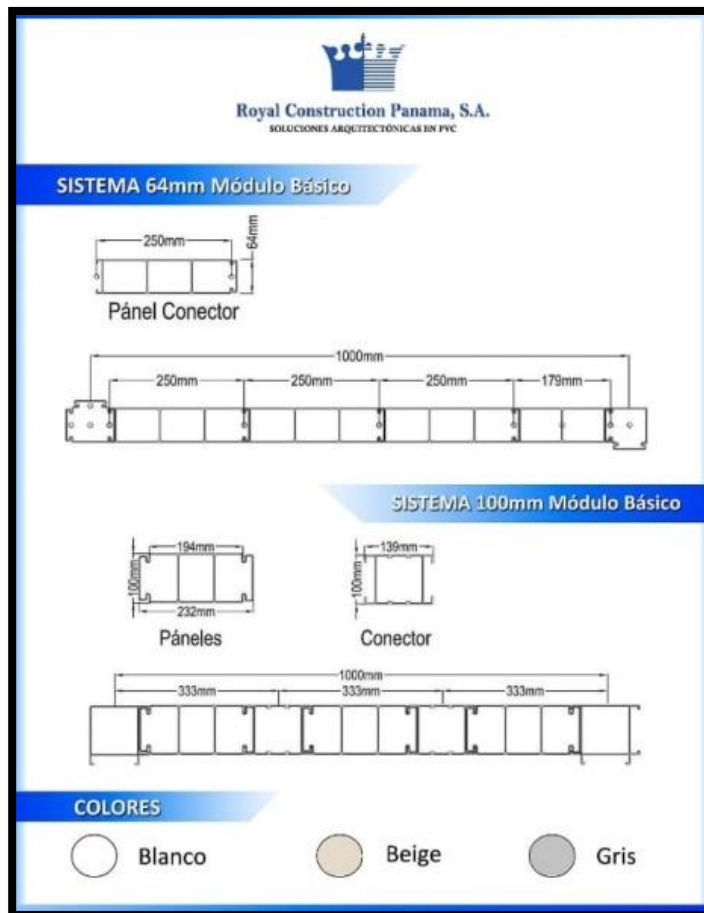


Ilustración 34. Detalles típicos de este sistema.

Fuente: S.A., R. C. (s.f.). Royal Constrution Panama S.A. Obtenido de

<http://www.royalpa.com>

Estamos comprometidos con los principios del desarrollo sostenible, porque creemos que es fundamental para nuestro éxito a largo plazo, en consecuencia, haremos una utilización racional de los recursos y actuaremos con la convicción de preservarlos pensando que las futuras generaciones también tendrán que satisfacer sus propias necesidades. Todos los trabajadores de **Royal Construction Panama S.A.** estamos comprometidos con la responsabilidad de cumplir y ofrecer un servicio que mejore día a

día, aportando al desarrollo de nuestro país, generando empleo, oportunidades de crecimiento y evolución en nuestra sociedad.

### **Datos Técnicos del Sistema Royal**

Materiales a utilizar en los paneles de PVC de 64mm

1. Refuerzo. Barras corrugadas de acero grado 40 de 9.5mm de diámetro (#3).
2. Concreto premezclado de 21 MPa (resistencia 3,000 psi), con gran asentamiento (6”).
3. Sistema de cimentación. De acuerdo a los cimientos establecidos por el REP-2004, por el tipo de edificación.
4. Desagües e instalaciones subterráneas. Estas dependen del diseño y especificaciones técnicas de la vivienda. En la práctica se utiliza tubería sanitaria de 4” y de 2” de diámetro de PVC, con sus respectivas piezas de TEE, YEE y codos. En cuanto a las del acueducto se utiliza tubería de ½” de PVC con sus respectivas piezas. Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas: cifraciones para las hidráulicas se utilizará tuberías de PVC de ½”, para la sanitaria utilizará tubería de 1 ½” de diámetro y para la tubería eléctrica esta será de ½”.

### **Perfiles de PVC**

De acuerdo a cálculos y diseño estructural, con especificaciones iguales a las construcciones convencionales.

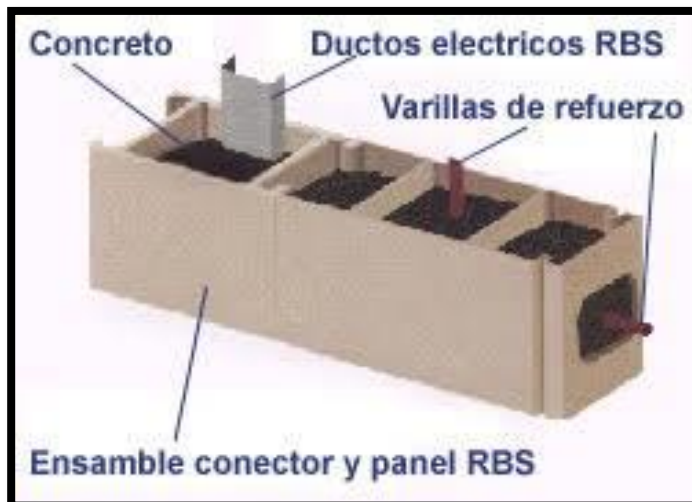


Ilustración 35. Detalles técnicos de este sistema.

Fuente: S.A., R. C. (s.f.). Royal Constrution Panama S.A. Obtenido de

<http://www.royalpa.com>

Con alternativas realmente eficientes y revolucionarias, ROYAL PANAMA, ha logrado penetrar exitosamente en los mercados nacionales e internacionales de la construcción, ofreciendo un nuevo Sistema Constructivo Industrializado. El Sistema ROYAL PANAMA puede ser inyectado con concreto o utilizado como sistema liviano con refuerzos metálicos internos. Es de fácil y rápida instalación y cumple con las Normas Sísmicas Mundiales. (S.A. R. C.)

Procesos Constructivos:

- Cimentación
- Desagües e instalaciones subterráneas
- Murose
- Instalaciones: hidráulicas, sanitarias y eléctricas

- Ventanas y puertas
- Sistema sólido
- Sistema liviano
- Cubierta

### Propiedades y Ventajas del PVC

El uso del PVC en sus diversas aplicaciones conlleva ventajas técnicas, funcionales, económicas y ambientales.

Entre las características de los productos elaborados con PVC se cuentan atributos como:

- Excelente resistencia mecánica al impacto o al aplastamiento.
- Bajo peso ( 1,4 g/cm<sup>3</sup>), lo que facilita su porte y aplicación.
- Capacidad de aislamiento térmico, eléctrico y acústico.
- Baja inflamabilidad natural: es auto extingible, no propaga el fuego.
- A toxicidad, lo que permite su empleo en productos que deban estar en contacto sustancias de consumo humano.
- Resistencia a los factores ambientales, como calor y corrosión.
- Resistencia a la mayoría de los reactivos químicos.
- Resistencia a la acción de hongos, bacterias, insectos y roedores.
- Impermeabilidad a gases y líquidos.
- Facilidad de mantenimiento.
- Durabilidad

El PVC ofrece también una óptima relación costo-beneficio y un eco-balance favorable en sus principales aplicaciones, cuando se le compara con los materiales alternativos:

- Dado que su molécula está constituida en un 57% de cloro, obtenido de la sal común, y solo contiene un 43% de etileno, derivado del petróleo, el PVC es menos dependiente del consumo de recursos no renovables que otros plásticos. En cambio, aprovecha un compuesto abundante en la naturaleza y prácticamente inagotable como es la sal.
- Más del 65% del PVC que se produce mundialmente se destina a aplicaciones con una larga vida útil, lo que multiplica la eficiencia en el uso de los recursos utilizados en su producción y transformación.
- Los productos de PVC consumen menos energía y generan menos emisiones de CO<sub>2</sub> en las distintas etapas de su ciclo de vida, comparados con materiales alternativos.
- Como todos los plásticos el PVC es 100% reciclable en nuevas o similares aplicaciones al término de su vida útil.

Más del 55% del PVC que se produce mundialmente es utilizado en la industria de la construcción. Es por ello que frecuentemente se le califica como “el plástico de la infraestructura”. (S.A. R. C.)

**Tabla 11. Comparaciones de procesos constructivos**

<b>COMPARACIONES DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS</b>	
<b>TRADICIONAL</b>	<b>ROYAL BUILDING SYSTEM</b>
<p>1. Se obtienen las mismas luces en mayor tiempo de ejecución.</p> <p>2. Sistema constructivo flexible, se puede innovar con cierta facilidad.</p> <p>3. Depende de la solidez o trabazón estructural de acuerdo a la dosificación.</p> <p>4. Escarpe del terreno, excavaciones, rellenos, niveles, trazado, fundaciones e incorporación de estructuras de fierro, similares al RBS.</p> <p>- Fundación corrida o aislada.</p> <p>- Alzamiento y construcción de muros se realiza por hiladas con una altura máxima de avance por jornada de trabajo de 1,2 m.</p> <p>5. Se necesita un control más minucioso en obra, ya que depende mucho de la destreza de la mano de</p>	<p>1. Se obtienen mayores luces, en menor tiempo.</p> <p>2. Flexibilidad proyectual, por su gran variedad de piezas y por la combinación con otros materiales).</p> <p>3. Su configuración en conjunto con el relleno de hormigón armado le otorga resistencia frente a sismos y temporales.</p> <p>4. - Escarpe del terreno, excavaciones, rellenos, niveles, trazado, fundaciones e incorporación de estructuras de fierro, similares a la albañilería.</p> <p>- Solo fundación corrida.</p> <p>- Alzamiento de muros mediante ensamble de paneles y posterior llenado con hormigón.</p> <p>5. El control de la obra es importante en el ensamblaje de las piezas de</p>

<p>obra que se tenga.</p> <p>6. Posee límites de edificación en cuanto a la cantidad de pisos y altura de ellos.</p> <p>7. Se tiene el problema de eflorescencia, el cual se puede eliminar con un tratamiento de hidrolavado adecuado.</p> <p>8. Depende de la calidad del ladrillo, del mortero y de la construcción de la albañilería. Por ejemplo, va a ser más impermeable mientras los ladrillos hayan sido bien cocidos. Por otra parte, un fraguado adecuado del mortero evitará fisuras, logrando la impermeabilidad óptima en la mezcla.</p> <p>9. Será otorgado por los requerimientos estructurales del proyecto, mínimo 150 (kg/cm<sup>2</sup>).</p> <p>10. F-150, permite ser catalogado según norma como muro cortafuego.</p> <p>11. Hierro y pilares.</p>	<p>PVC, donde se necesita mano de obra especializada.</p> <p>6. No posee límites en cuanto a la cantidad de pisos y altura más que solo los propios del cálculo estructural.</p> <p>7. No se requieren terminaciones (pintura). Se lava con agua y jabón. No requiere pintura.</p> <p>8. Alta, no necesita ningún elemento para su conservación, permanece inalterable frente a la acción de los ambientes agresivos presentes en zonas urbanas, industriales o salinas.</p> <p>9. Será otorgado por los requerimientos estructurales del proyecto, mínimo 150 (kg/cm<sup>2</sup>).</p> <p>10. El muro Royal de 100 mm. relleno con hormigón: F-90 (94 mín), con presencia de llama permanente. (NCh 935/1 Of. 97 con certificación de IDIEM N° 369922). Este material es ignífugo ya que impide la</p>
---	---

<p>12. Una gran cantidad de sobras de ladrillos rotos, moldajes, fierros, etc. Durante el proceso constructivo se consideran pérdidas de hasta un 10% en mortero.</p> <p>13. Mayor desgaste físico por ser mayores los pesos a trabajar por los obreros.</p> <p>14. Con respecto a los paneles, se tiene una menor velocidad de construcción, ya que se realiza por hiladas, con una altura máxima de avance por jornada de trabajo de 1,2 m.</p> <p>15. 9 m<sup>2</sup>/ día.</p> <p>16. Se necesita una mayor cantidad de mano de obra.</p> <p>17. Para hacer posible las instalaciones es necesario romper el material una vez instalado.</p> <p>18. Para mejorar la permeabilidad, es recomendable utilizar una pintura hidrorrepelente en un período no</p>	<p>propagación del fuego siendo autoextinguible (frente a la ausencia de la llama que produce el fuego, se extingue y no se propaga).</p> <p>11. Embutido machihembrado.</p> <p>12. La limpieza de la obra se logra debido a que las piezas vienen moduladas y numeradas, por lo que la existencia de despuntes se reduce al mínimo lo cual se traduce en una menor cantidad de desperdicios dentro del lugar de construcción del proyecto. Obras sumamente limpias con pérdidas no superiores al 3% de hormigón.</p> <p>13. Menor desgaste físico para los trabajadores, debido a la liviandad del material.</p> <p>14. Con respecto a la albañilería, se tiene una mayor velocidad de ejecución. Al ser un material liviano, esto permite que el tiempo de montaje sea considerablemente</p>
--	--

<p>mayor a 3 años.</p>	<p>menor, debido a su ligero peso y a su método de ensamblaje (machihembrados), con lo que se logra disminuir los tiempos de ejecución.</p> <p>15. 40 m<sup>2</sup>/ día.</p> <p>16. Se necesita una menor cantidad de mano de obra. Pero más especializada en comparación con la albañilería.</p> <p>17. No es necesario romper los paneles una vez instalados, debido a que son paneles huecos donde se hacen las conexiones antes del llenado de los paneles.</p> <p>18. No requiere mantención, ni pintura. La limpieza de muros RBS se realiza con un paño, una franela húmeda o con un cepillo de cerda suave y agua. En caso de ser necesario, usar detergente comercial y enjuagar para quitar machas de lodo, tierra o polvo, evitando la</p>
------------------------	--

	<p>fricción para prevenir el rayado de los muros, limpiando de arriba hacia abajo en un solo sentido. La pintura en aerosol, ya sea esmalte o laca, se removerá con suavizante de ropa para abrillantar la zona.</p>
--	--

**Tabla 12. Costo de materiales Sistema RBS**

<b>Costo de materiales</b>			
<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Tradicional</b>
<b>Kit completo de paneles RBS</b>	<b>Kit</b>	<b>700.00</b>	<b>780.55</b>
<b>Cemento</b>	<b>Bolsa</b>	<b>9.25</b>	<b>9.25</b>
<b>Arena</b>	<b>Yardas cubicas</b>	<b>25.00</b>	<b>25.00</b>
<b>Agua</b>	<b>Yardas cubicas</b>	<b>1.97</b>	<b>1.97</b>
<b>Aditivos</b>	<b>Bolsa</b>	<b>33.00</b>	
<b>Barras de acero corrugado</b>	<b>Tramo de 30´</b>	<b>6.00</b>	<b>6.00</b>
<b>Piedras</b>	<b>Yardas cubicas</b>	<b>18.00</b>	<b>18.00</b>
<b>Bloques de 6" para fundación</b>	<b>Cada uno</b>	<b>0.75</b>	

Fuente: consultoría hecha a una empresa encargada de proyectos de esta índole me dicen que este era el costo del kit colombiano.

**Tabla 13. Mano de obra Sistema RBS**

<b>Mano de obra</b>			
<b>Ocupación</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Tradicional</b>
<b>Albañil</b>	<b>H</b>	<b>5.90</b>	<b>5.90</b>
<b>Reforzador</b>	<b>H</b>	<b>5.40</b>	<b>5.65</b>
<b>Ayudantes generales</b>	<b>H</b>	<b>4.20</b>	<b>4.39</b>
<b>Ayudante de albañil</b>	<b>H</b>	<b>4.01</b>	<b>4.39</b>
<b>Peones</b>	<b>H</b>	<b>3.86</b>	<b>4.01</b>
<b>Carpintero</b>	<b>H</b>	<b>5.20</b>	<b>5.40</b>

Fuente: Convención Colectiva CAPAC –Suntracs. Escala salarial que regirá por los próximos cuatro años de vigencia.

**Tabla 14. Comparación económica de los sistemas de construcción Royal Building System**

<b>COMPARACIÓN ECONÓMICAS DE LOS SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN</b>	
<b>TRADICIONALES</b>	<b>ROYAL BUILDING SYSTEM</b>
<p>Según información encontrada el costo de las viviendas específicamente con el método tradicional específicamente la mampostería estructural (bloque, cemento, arena y piedra) en un cuadro de estadísticas de la Contraloría General de la República los precios en Santiago de Veraguas por metros cuadrados de construcción varían de la siguiente manera en lo residencial una (1) vivienda de 82.12 metros cuadrados tendría un costo total con todos sus acabados de 26,087.97 balboas. Cabe resaltar que las mismas son cifras estimadas.</p>	<p>Empresas panameñas que ofrecen residencias a base de PVC con concreto reforzado, las mismas que consisten en una formaleta permanente y decorativa que no necesita repellarse ni pintarse. Por lo cual se indicó que como ejemplo una casa de 82.12 metros cuadrados tendría un costo aproximado de 25 mil dólares.</p>

## 5.1.2. DETALLES TÉCNICOS

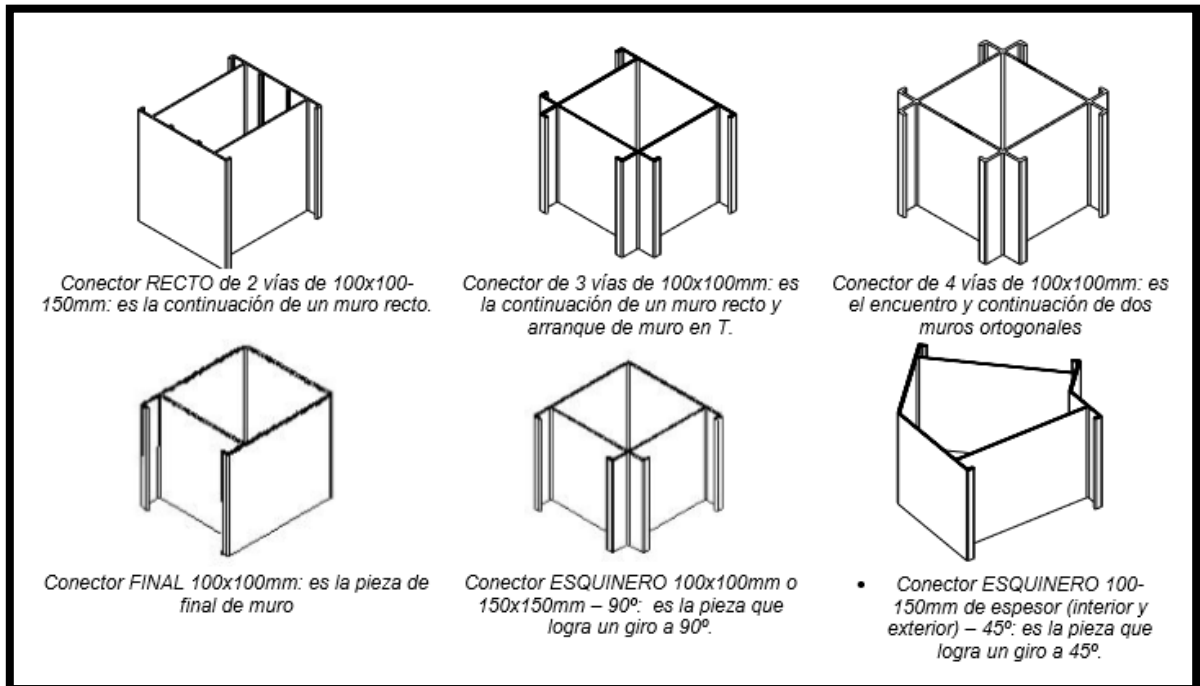


Ilustración 36. Tipos de conectores

Fuente: (Sáenz, 2011) Sáenz, M. (2011). Proceso Constructivo.

Modulación de vanos para puertas y ventanas:

Las piezas básicas utilizadas para vanos en puertas y ventanas son de PVC reforzado con perfiles de acero. Las mismas poseen un formato de encastre (hembra) igual al de los Paneles, por lo tanto, todos los vanos posibles se conforman de conector a conector. Las piezas básicas son:

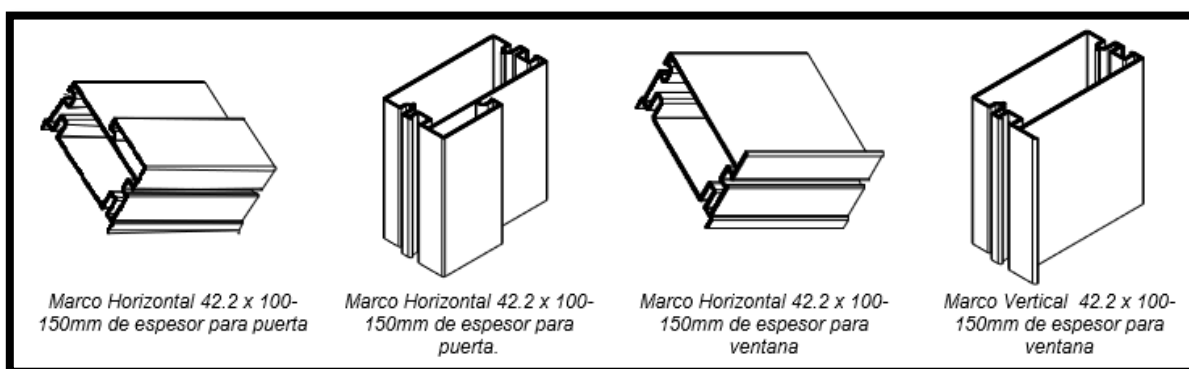


Ilustración 37. Modulación de vanos para puertas y ventanas

Fuente: (Sáenz, 2011) Sáenz, M. (2011). Proceso Constructivo

Contramarcos para puertas:

De igual manera que con los anchos de vanos de ventanas y puertas, en caso de ser necesario otras medidas de vanos para puertas, se pueden realizar distintas combinaciones de paneles y de esta manera lograr diferentes medidas.

Las terminaciones interiores y exteriores de los marcos de puertas y ventanas se realizan a través de contramarcos de PVC adecuados a tal fin.

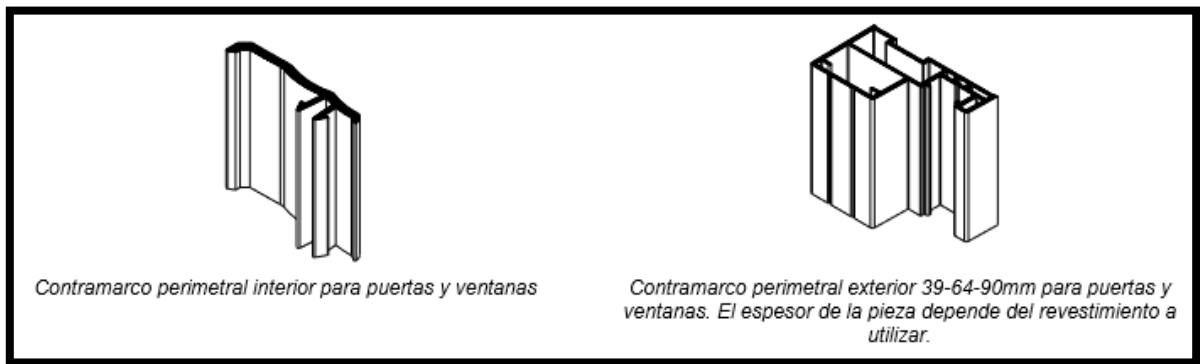


Ilustración 38. Contramarcos para puertas

Fuente: (Sáenz, 2011) Sáenz, M. (2011). Proceso Constructivo.

Conductos eléctricos:

Los conectores de 2 vías poseen en sus laterales pestañas de encastramiento en toda su altura, en los cuales se deslizan los conductos eléctricos de PVC. Esto significa que cada un (1) modulo base, 1/3 de metro, hay posibilidad de colocar un conducto vertical eléctrico. De esta manera se resuelve solo una parte de la instalación eléctrica, completando la misma en forma tradicional.

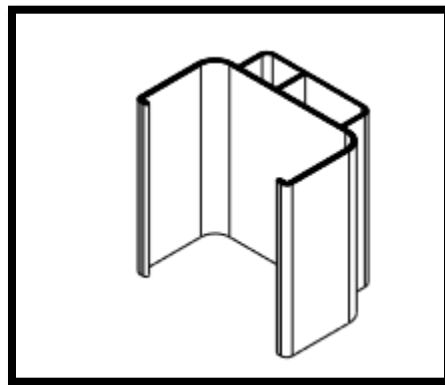


Ilustración 39. Conductores eléctricos

Fuente: (Sáenz, 2011) Sáenz, M. (2011). Proceso Constructivo.

## Accesorios de terminación

- Revestimientos: los revestimientos exteriores que ofrece el sistema RBS son tablillas vinílicas denominadas “Siding” que se presentan en diferentes colores y texturas. Las mismas se fijan al muro junto a la aislación térmica de poliestireno expandido de espesor variable según la ubicación de la obra. El siding se presenta en tablas de 3.48mts. x 0.10mts., estas piezas se cortan de acuerdo al largo necesario según las áreas a cubrir, y las terminaciones se realizan con piezas accesorias como esquineros exteriores e interiores, arranques y jotas.

- Zócalos: los zócalos son de PVC y se proveen en tiras de 6.00mts junto a accesorios de piezas esquineras y uniones. Los mismos poseen un conducto en toda su longitud que se utiliza para tendidos de TV, Te, Alarma, u otros.

El sistema se complementa con accesorios de terminación fabricados en PVC como:

- Tapas de muro de 100-150mm: se utiliza como terminación de muro RBS cuando no utilizamos los marcos del sistema RBS o en tabiques y muros sin cubierta. - Piezas vinílicas de cielorraso “Soffit”: son piezas vinílicas utilizadas para revestimientos en cielorrasos o aleros de cubiertas. - Molduras de cielorrasos.

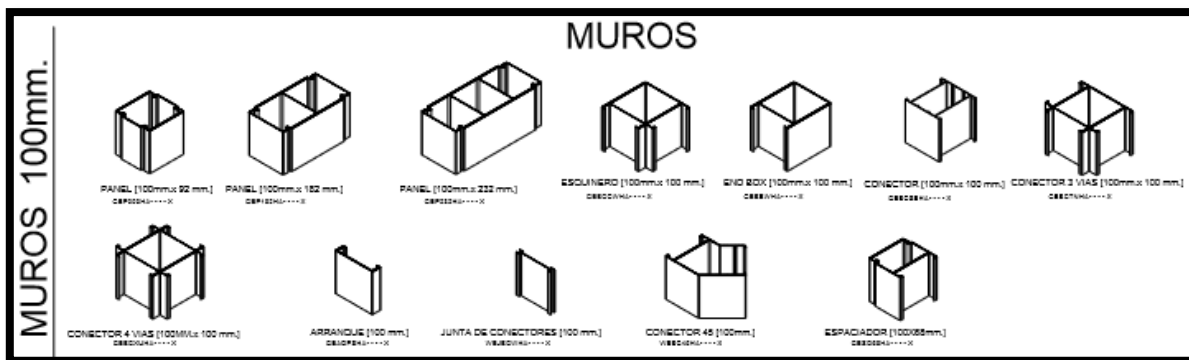


Ilustración 40. Muros detalles

Fuente: (Sáenz, 2011) Sáenz, M. (2011). Proceso Constructivo

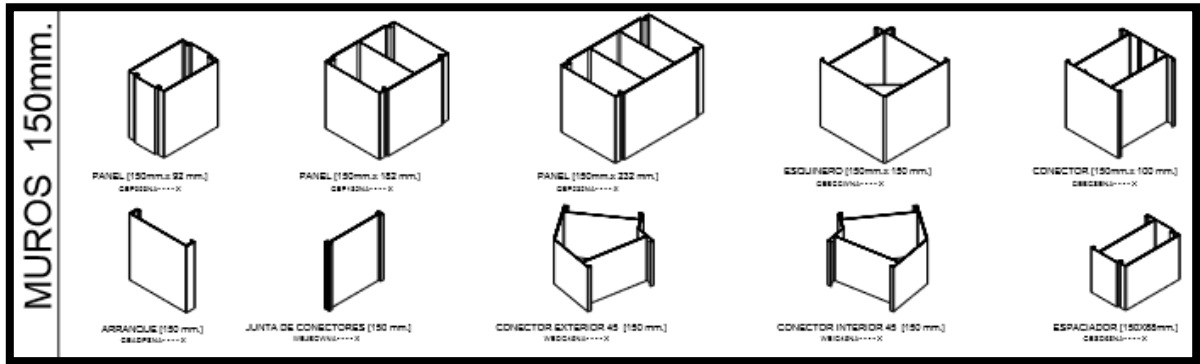


Ilustración 41. Detalles de muros

Fuente: (Sáenz, 2011) Sáenz, M. (2011). Proceso Constructivo.

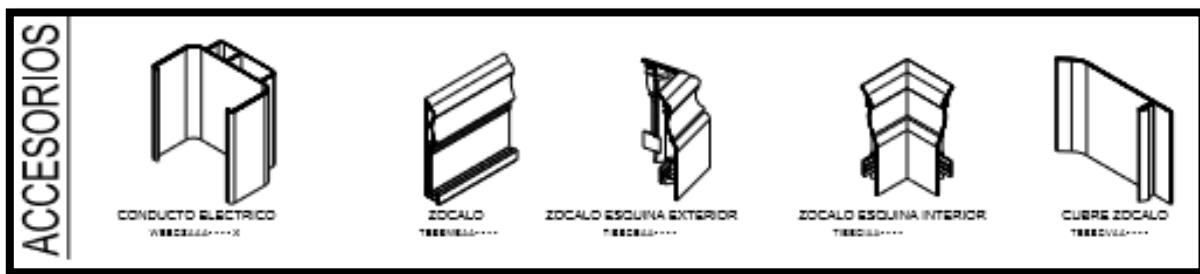


Ilustración 42. Muros accesorios

Fuente: (Sáenz, 2011) Sáenz, M. (2011). Proceso Constructivo.

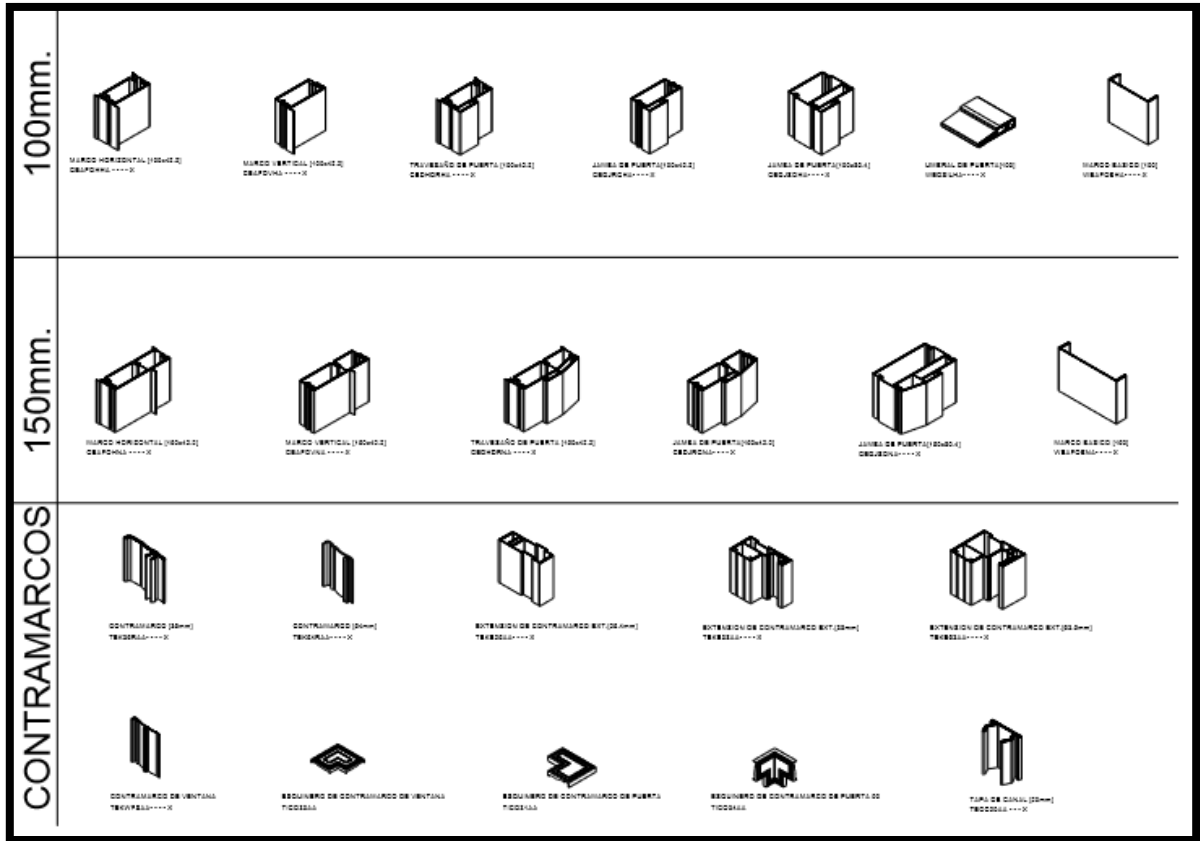


Ilustración 43. Aberturas

Fuente: (Sáenz, 2011) Sáenz, M. (2011). Proceso Constructivo.

Piezas de ajuste:

Los Conectores se enlazan entre sí a través de los Paneles de sección rectangular (hembra), los cuales como ya mencionamos anteriormente posee dos variantes de espesor, 100 y 150mm, y longitudes de piezas de 93, 182 y 232mm, este último es el panel que sumado al conector nos da como resultado el módulo base de medida 333mm o 1/3 de metro. Las otras dos longitudes de panel descriptas (93 y 182mm) son utilizadas para ajustes de medidas que varían de acuerdo a necesidades del proyecto y a dimensiones de aberturas.

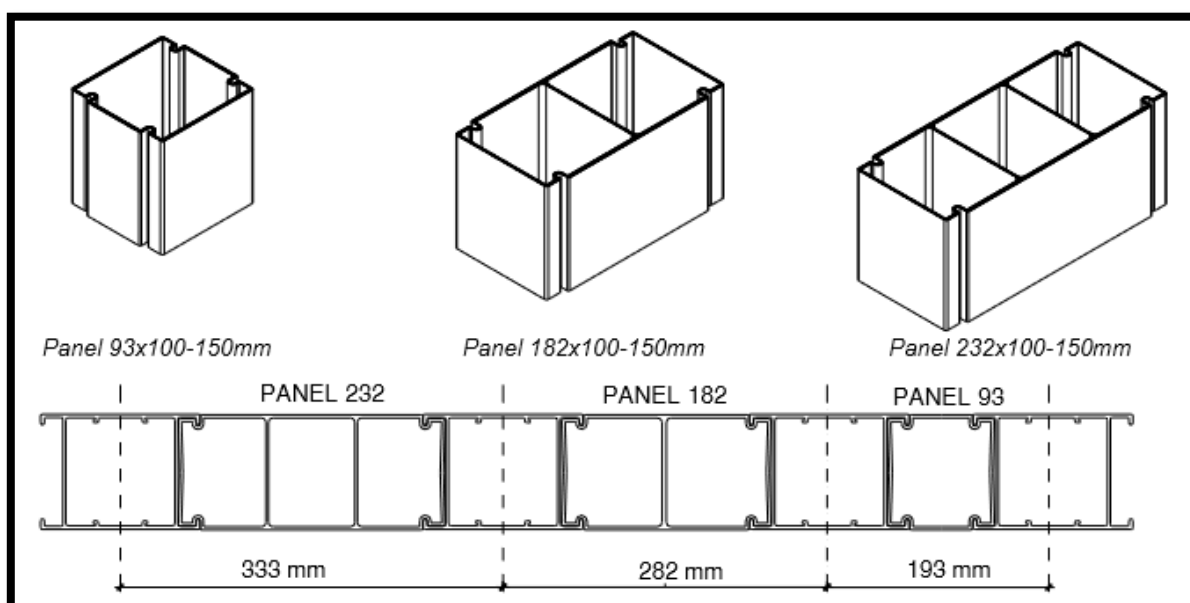


Ilustración 44. Piezas de ajustes

Fuente: (Sáenz, 2011) Sáenz, M. (2011). Proceso Constructivo.

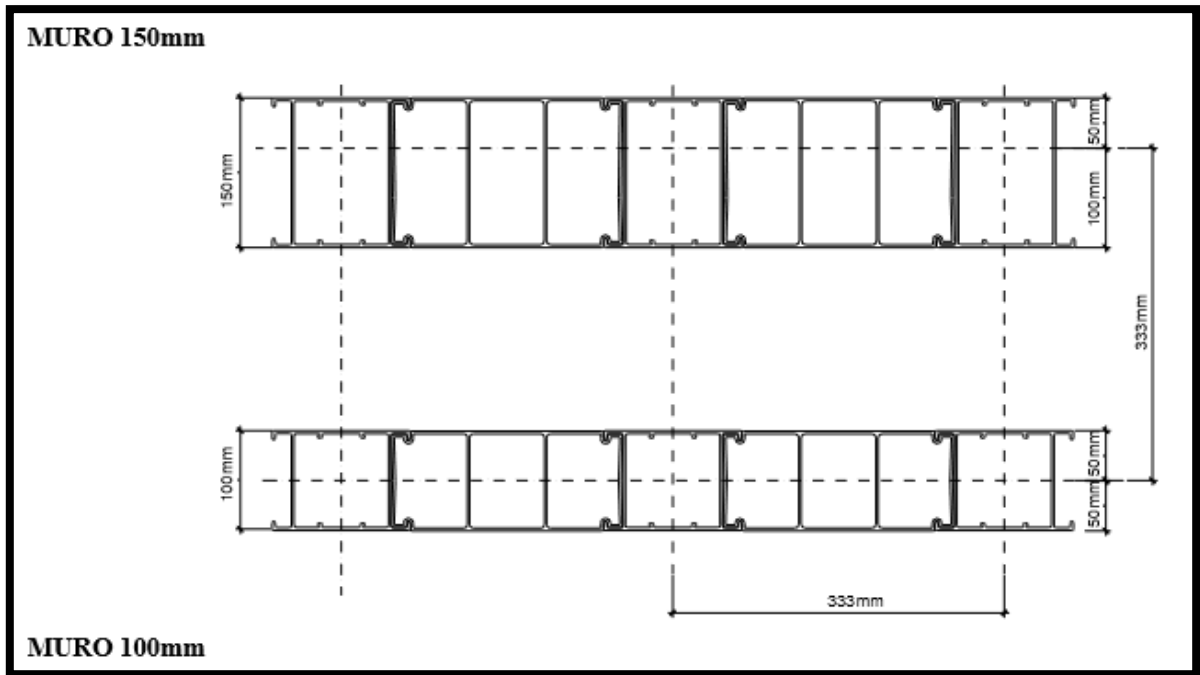


Ilustración 45. Modelos de muros

Fuente: (Sáenz, 2011) Sáenz, M. (2011). Proceso Constructivo.

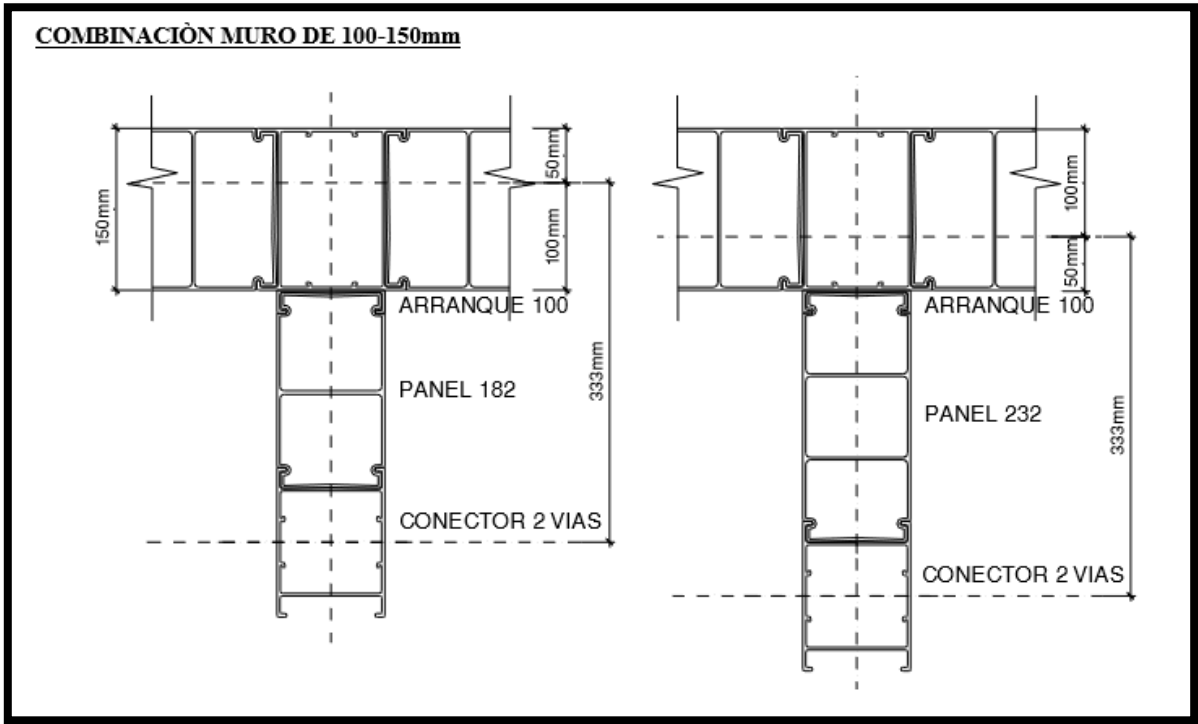


Ilustración 46. Combinación de muros

Fuente: (Sáenz, 2011) Sáenz, M. (2011). Proceso Constructivo.

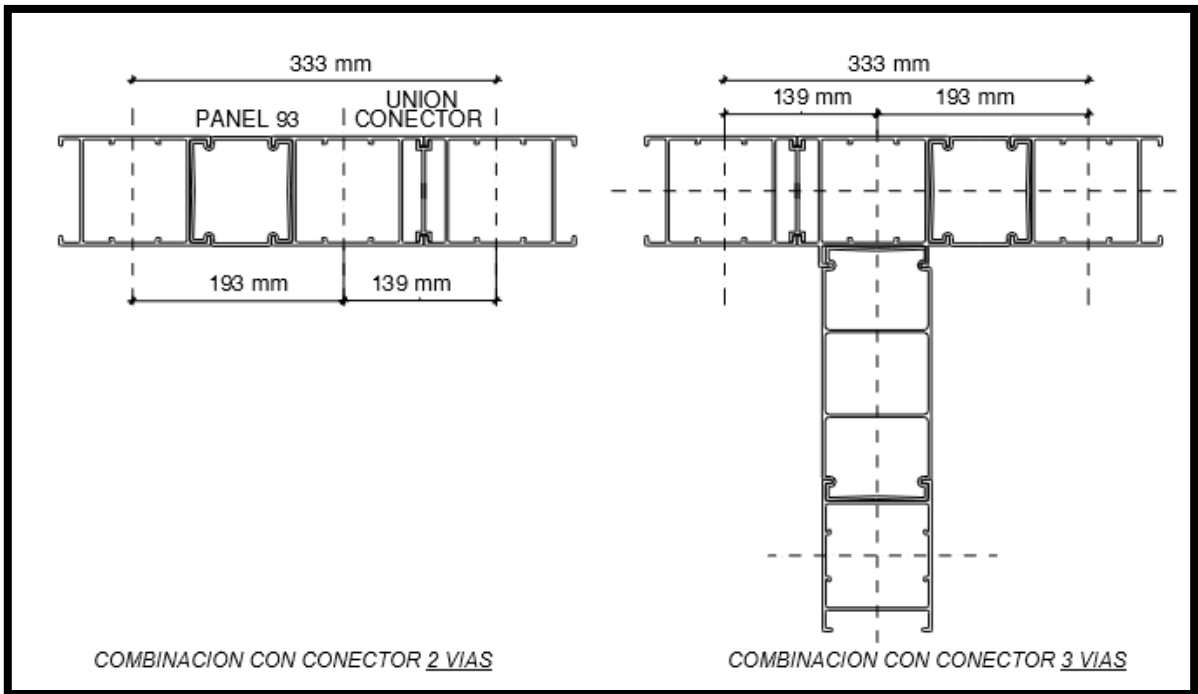


Ilustración 47. Combinación conectores de 2 y 3 vías

Fuente: (Sáenz, 2011) Sáenz, M. (2011). Proceso Constructivo.

Unión conector – marco vertical:

En el caso de vano para puertas se determinan 4 anchos fijos posibles de acuerdo a las puertas del sistema RBS: 674mm – 740mm y 814mm para puertas simples y 1740mm para puertas dobles.

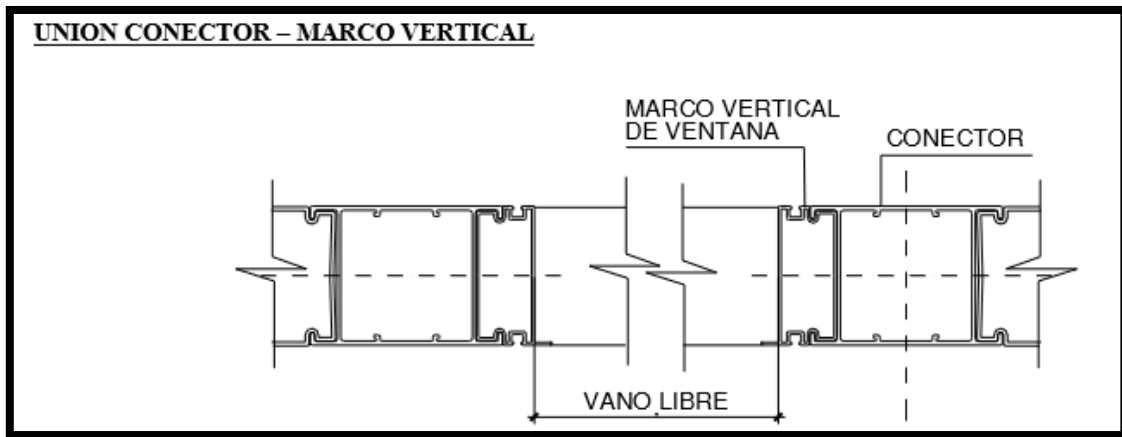


Ilustración 48. Unión conector

Fuente: (Sáenz, 2011) Sáenz, M. (2011). Proceso Constructivo.

### Combinación muro de 45°:

El muro trazado diagonalmente a 45° en cualquiera de los sentidos posibles, respeta la grilla modular base consiguiendo desplazar la medida entre ejes de conectores de 333mm a 471mm, medida tangencial entre dos módulos base ortogonales. Esto se logra combinando el panel de 232mm con 2 piezas “Espaciadoras” (macho-hembra) de 68mm de longitud como se demuestra gráficamente.

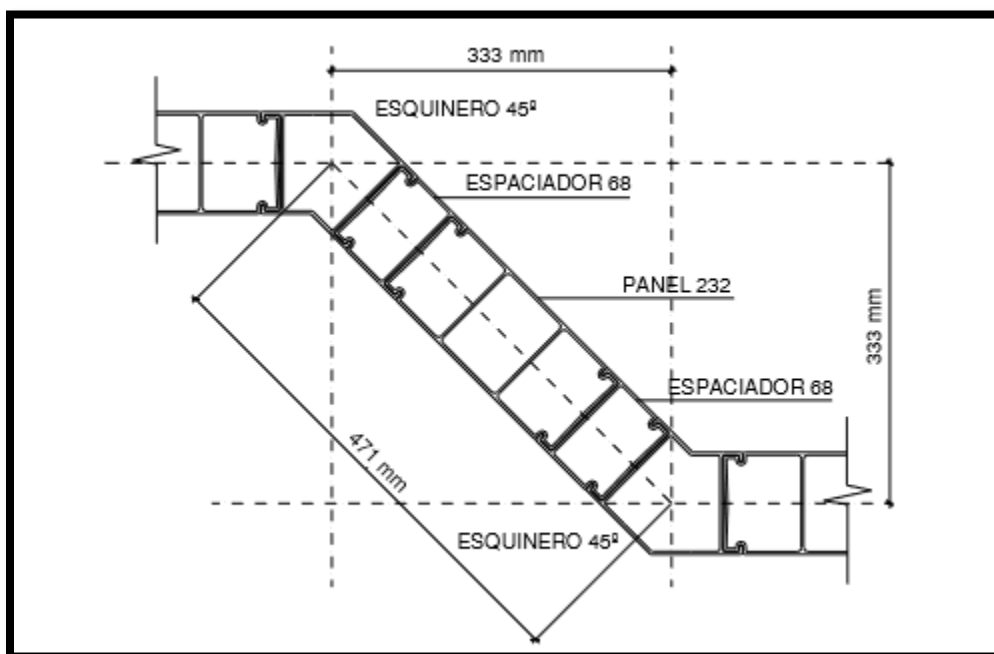


Ilustración 49. Combinación muro de 45°

Fuente: (Sáenz, 2011) Sáenz, M. (2011). Proceso Constructivo.

### Colocación de Ventana:

- Orientar la ventana de manera que los orificios de drenaje queden hacia abajo y afuera, y que los herrajes queden hacia adentro.
- Presionar la ventana hasta que quede en el lugar apropiado.
- Limpiar cuidadosamente cualquier exceso de silicona que pueda haber sobresalido de las juntas. Colocar el contramarco exterior, sellado y atornillado en todo su perímetro.

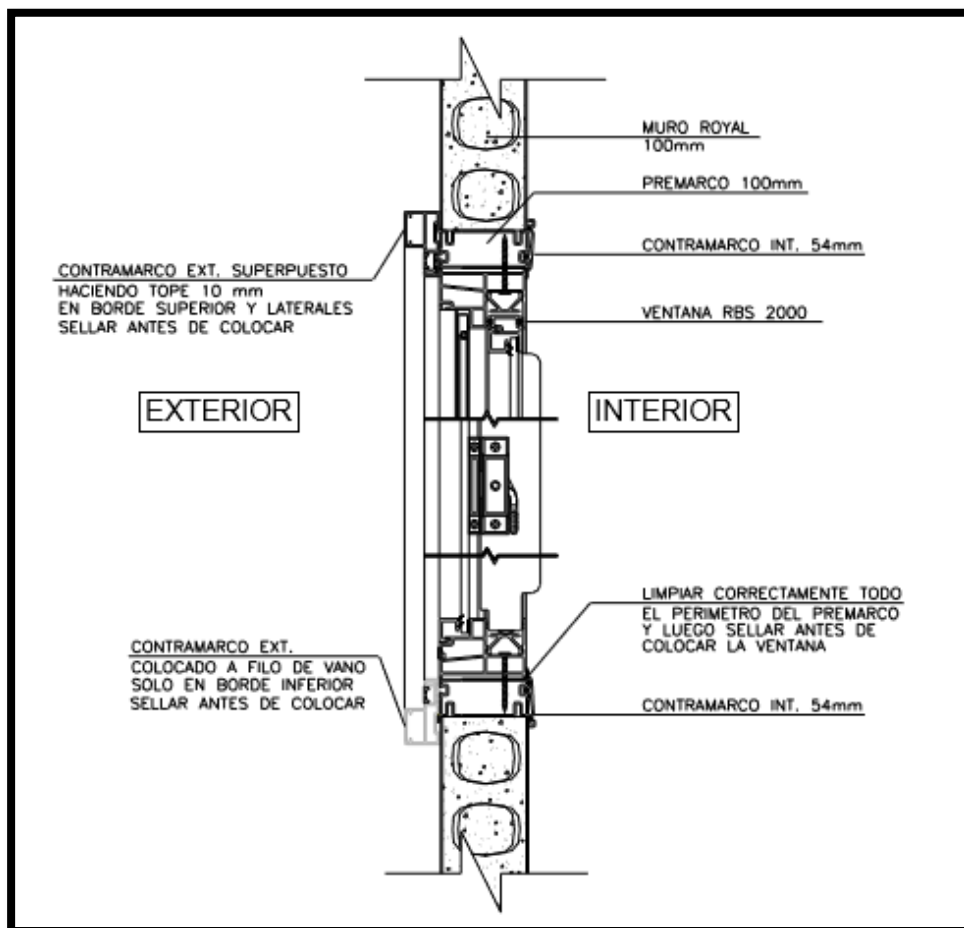


Ilustración 50. Colocación de ventanas

Fuente: (Sáenz, 2011) Sáenz, M. (2011). Proceso Constructivo.

## DETALLE TÍPICO DE PLATEA Y MURO RBS

Para asegurarse de que la platea de fundación ofrece soporte y anclaje adecuados para el edificio, se debe usar hormigón de la resistencia especificada por el cálculo estructural.

Para evitar que la superficie se fisure, la platea debe estar protegida contra las condiciones de un secado rápido de superficie. Después de verter el hormigón, deberá asegurarse de que la superficie acabada quede lisa y nivelada.

Recomendamos dejar asentar el hormigón por lo menos 72 horas antes de instalar los anclajes. Dependiendo de las condiciones climáticas, recomendamos sellar el hormigón o practicarle un curado húmedo a la platea por un mínimo de 7 días. Una vez que la platea ha reposado por tiempo suficiente, se puede dar comienzo al replanteo del edificio. Es indispensable que se cumpla este paso antes de proceder al montaje de los muros.

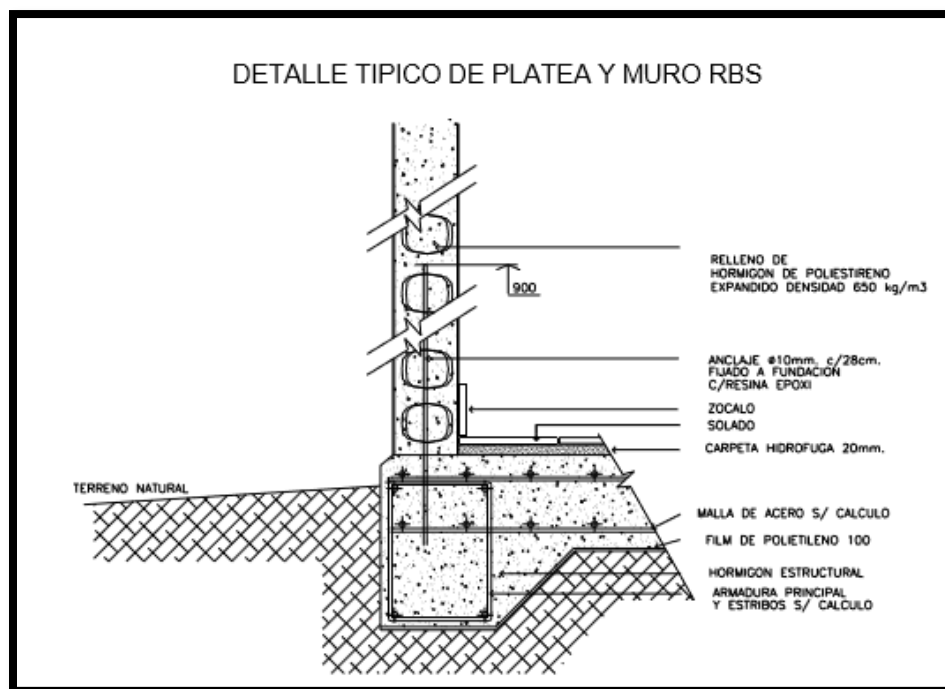


Ilustración 51. Detalle típico de muro

Fuente: (Sáenz, 2011) Sáenz, M. (2011). Proceso Constructivo.



## 5.2. SISTEMA FORMALETAS (FORSA)

El sistema Forsa es un sistema constructivo que utiliza moldes de aluminio manoportables para realizar el vaciado simultáneo de muros y losas de estructuras, está diseñado para la producción masiva de viviendas.

El sistema FORSA permite minimizar los tiempos y costos de ejecución de la obra ya que se logra vaciar diariamente todos los muros de la vivienda y la losa monolíticamente, eliminando la necesidad de utilizar tabiquería para cerrar los espacios internos. Al igual que el sistema constructivo tipo túnel, utiliza mallas electro soldadas para reforzar los muros.

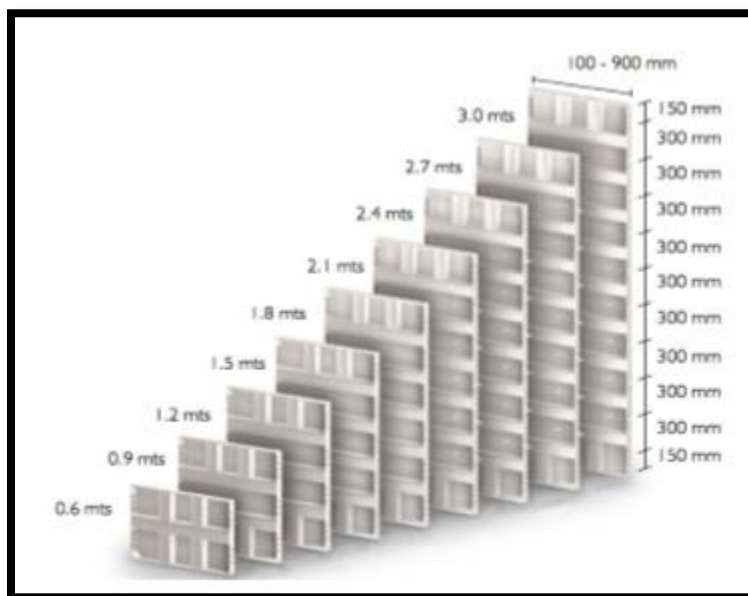


Ilustración 52. Módulo de formaletas

Fuente: Pesántez, A., & Esteban, T. (2014). Sistema Constructivo con uso de Formaletas Metálicas. Cuenca, Ecuador. Manual Técnico, Forza

Los paneles o moldes pesan veintidós kilos por metro cuadrado ( $22 \text{ kg/m}^2$ ) lo que permite que cualquier trabajador pueda levantarlos para colocarlos en su posición según el diseño. El panel estándar tiene un largo de sesenta centímetros (60cm) y altura de dos metros con diez centímetros (2.10 m) y dos metros con cuarenta centímetros (2.40m). (Rondón & E., octubre,2011).



Ilustración 53. Sistema Forza

Fuente: S.A., F. (2010). Simulación 3D Encofrado Forza. Recuperado de. ¿Obtenido de <http://www.youtube.com/watch?v=7BVcCYRVBuY>

Las formaleas para sistemas industrializados pueden ser de diversos materiales: acero, aluminio, madera e incluso plástico. Dependiendo de esto podrán utilizarse hasta en 1.500 ciclos con un adecuado almacenamiento y mantenimiento, así como la técnica utilizada para el desencofrado. Esto genera competitividad en costos, y lo convierte un

sistema eficiente y de alto rendimiento en las construcciones. Se fabrican mediante procesos y equipos industriales con altos estándares de calidad.

Existen dos sistemas de formaleta para la construcción con sistemas industrializados: manoportable y túnel. En ambos sistemas, los paneles unidos forman una estructura temporal autoportante, capaz de soportar presiones sin deformarse demasiado.

### **Sistema manoportable**

Están concebidos y diseñados para incrementar la producción en la construcción de vivienda en serie. Sus principales características son:

- Están conformados por paneles de diferentes materiales. Son marcos de acero con bastidores de madera, acero, aluminio y ahora los de base de plástico, que unidos entre sí encofran la totalidad de cualquier proyecto, formando un molde que reproduce cualquier tipo de vivienda en cada vaciado que se realice.
- El tamaño de sus piezas permite manejarlos de forma manual, sin ayuda de grúa, permitiendo ahorros en la inversión de equipos de producción.
- Pueden operar en cualquier topografía, sin importar curvas o desniveles.
- Pueden producir el 100% de una vivienda cada 24 horas, con un grupo reducido de operarios que se capacitan rápidamente durante las primeras semanas de construcción.



Ilustración 54. Sistema manoportable para la construcción de viviendas unifamiliares de concreto

Fuente: Argos. (s.f.). Formaletas para la construcción de sistemas industrializados. 360 en concreto. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/construccion-con-sistemas-industrializados>



Ilustración 55. Sistema manportable para la construcción de viviendas multifamiliares de concreto

Fuente: Argos. (s.f.). Formaletas para la construcción de sistemas industrializados. 360 en concreto. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/construccion-con-sistemas-industrializados>

#### Sistema túnel

El sistema se basa en la utilización de formaletas de grandes dimensiones para realizar la fundida monolítica de muros y placas en concreto de una unidad estructural por ciclo diario de producción. La unidad estructural y el ciclo diario a utilizar se determinan según los diseños arquitectónico y estructural, además de otros factores como las juntas constructivas, número de unidades por piso y elementos estructurales contiguos.

La formaleta se fabrica en acero y elementos rigidizados, que unidos conformarán el diseño final de fundida de los elementos a construir. Por sus dimensiones y peso, el sistema requiere el uso de elementos adicionales para su manipulación, entre los que se encuentran torregrúas y grúas móviles.

Dado que el sistema se ensambla previamente, no requiere que la mano de obra sea de alta calificación, lo que representa una disminución importante en horas/hombre, y por ende, en el presupuesto final de la obra.

Sus aplicaciones principales son en proyectos que tengan un número importante de repeticiones de la unidad básica estructural, por ejemplo, viviendas, hoteles y cárceles, entre otros.



Ilustración 56. Sistema túnel para la construcción de estructuras de concreto

Fuente: Argos. (s.f.). Formaletas para la construcción de sistemas industrializados. 360 en concreto. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/construccion-con-sistemas-industrializados>

#### Elementos comunes de los sistemas

El proceso constructivo con estos sistemas sustituye al sistema tradicional lineal, que se realiza, generalmente, en tres etapas: cimentación, muros y losas. Estos son procesos sucesivos, que bajo el sistema industrializado se desarrolla en dos etapas: cimentación y vaciado monolítico de muros y losas, en el cual se incluyen instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, lo cual disminuye costos por reprocesos.

Algunos elementos comunes en este tipo de sistemas son:

- Dovelas: sea cual sea el sistema a utilizar, en la obra se deben instalar los arranques respectivos del refuerzo de muros, denominados dovelas, y deben colocarse para que queden conectados directamente al refuerzo de la cimentación y se efectúe la adecuada transferencia de cargas al terreno.
- Losa de transición: en estructuras verticales, en algunos casos se ha implementado porque permite la combinación del sistema aperticado tradicional para los sótanos, los cuales sirven para el parqueo de vehículos, y el sistema monolítico de concreto a partir del primer piso. En la estructura deben existir muros que garanticen la continuidad estructural desde la cimentación hasta el último nivel del edificio.
- Muros y placas típicos: una vez se tiene la losa de cimentación de la estructura con sus respectivas dovelas, se procede a instalar las mallas de acero de los muros y las varillas de acero según el cálculo estructural. Para su instalación deben tenerse en cuenta varias recomendaciones como la ubicación (uso de corbatas de acero o distancia dores plásticos y tornillos de rosca rápida).

A la formaleta debe aplicársele el desmoldante adecuado, que puede ser a base de agua y a base de aceite o polímeros. En la superficie del concreto terminado siempre quedarán residuos del desmoldante, por lo cual se recomienda lavarla antes de aplicar el acabado final. Cuando se utilizan desmoldantes a base de agua, el lavado debe hacerse con hipoclorito rebajado con agua. Cuando se usan desmoldantes a base de aceite, el lavado se realiza con agua y jabón.

- Instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias: Se pueden realizar de dos formas:
  1. Las instalaciones secundarias de cada vivienda quedan embebidas en los muros y en la losa de concreto.
  2. Las bajantes o instalaciones primarias del edificio se realizan a través de buitrones o espacios dejados en la losa. Posteriormente estas zonas se recubren con muros de segunda etapa, contruidos en mampostería.

Los tubos deben quedar con el recubrimiento adecuado (mínimo 3 cm), y las cajas eléctricas deben asegurarse a la malla o acero de refuerzo o a la formaleta y deberán cubrirse para impedir el ingreso de concreto durante el vaciado.



Ilustración 57. Colocación de acero de refuerzo e instalaciones domiciliarias en sistemas industrializados de construcción

Fuente: Argos. (s.f.). Formaletas para la construcción de sistemas industrializados. 360 en concreto. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/construccion-con-sistemas-industrializados>

- Vaciado del concreto: el concreto que se utiliza en estos sistemas debe seguir las especificaciones de las normas de sismorresistencia. En los sistemas industrializados el éxito de las formaletas y de su utilización está en la forma en que se lleve a cabo el vaciado del concreto, el cual debe seguir un plano instructivo determinado antes de iniciar el procedimiento, que debe ser concertado entre los ingenieros de obra, el proveedor de concreto y el técnico de la formaleta.

Según el tipo de concreto que se utilice, deberá realizarse el proceso de vibrado (con vibrador de aguja para mezclas convencionales o vibrado externo con mazo de caucho para mezclas autocompactantes). Finalmente el concreto deberá curarse, el método más empleado para las losas es colocar un cordón de arena por todos los bordes e inundarla con agua.

También existen productos químicos que generan una capa impermeable y ni dejan escapar el agua requerida para la correcta hidratación del cemento.

- Desencofrado: se realiza cuando el concreto haya adquirido entre el 15 y el 20% de la resistencia a los 28 días. En un concreto de tipo industrializado esta resistencia se obtiene entre 8 y 10 horas después de colocado. En la actualidad, la calorimetría permite comprobar la resistencia mínima para el desencofre. Con unos sensores se miden los cambios de temperatura del concreto y se establece el momento en el cual ha adquirido los 15% ó 20% de la resistencia últimos (28 días).



Ilustración 58.Limpieza de muros de concreto una vez retirada la formaleta

Fuente: Argos. (s.f.). Formaletas para la construcción de sistemas industrializados. 360 en concreto. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/construccion-con-sistemas-industrializados>

#### Ventajas del Sistema, Forza industrializado

- Rapidez en los tiempos de construcción.
- Posee flexibilidad en sus usos, permite construir desde viviendas de interés social hasta viviendas de rango alto.
- Sus insumos básicos son fácilmente controlables y existen proveedores que pueden brindar una garantía de calidad cierta de productos, refiriéndonos a la utilización de concreto premezclado certificado y el acero de refuerzo garantizado.

- En cuanto a ventajas financieras, la velocidad se traduce en una disminución de los costos financieros ya que el pago de anticipos, subsidios es por avances de obras y entregas de viviendas.
- Al ser un sistema repetitivo se puede hacer una planificación y optimizar al funcionamiento de la obra para evitar los desperdicios.
- Menores pérdidas por manipulación y robo.
- Seguimiento a rendimientos más exactos.
- Utiliza encofrados reutilizables, disminuyendo los desperdicios y los escombros.
- La estructura en concreto presenta la más alta durabilidad entre los materiales normalmente empleados en nuestro medio, sin requerir mayor mantenimiento.
- El sistema de muros en concreto está diseñado para que la mano de obra no calificada pueda capacitarse en muy poco tiempo para alcanzar los rendimientos óptimos del mismo.
- Al ser un sistema sísmicamente conveniente, garantiza la inversión de sus habitantes.
- Mayor resistencia ante impactos de armas de fuego y explosiones.
- Resistencia al fuego y huracanes.
- Amplio radio de acción debido al transporte fácil y relativamente poco costoso de los moldes. (Coll & Gustavo, 7 de agosto, 2003).

### Desventajas

- El trato del material al realizar la mano de obra, presenta: torceduras, deformaciones, que a la final se necesita de una reparación costosa.
- Es necesario que tengan una protección adecuada para evitar la oxidación en el material, caso contrario, tendrá un costo adicional.
- Si nos ponemos a analizar el costo, en comparación a otros tipos de material, la inversión es más elevada.
- Cuando el clima es demasiado frío, no protegen el fraguado del hormigón.
- El costo de las formaletas no es rentable para una sola vivienda. (Pesántez & Esteban, 2014).

Limpieza, almacenamiento y conservación de los encofrados.

### Limpieza.

El encofrado debe estar libre de residuos de concreto antes de que se realice el vaciado, es por esto que al desencofrar se debe realizar una inspección del mismo y remover cualquier residuo de concreto. Para remover el concreto se utilizan espátulas y cinceles, pero tomando precauciones para no maltratar la superficie y las partes del encofrado.

### Almacenamiento.

Se recomienda que los encofrados sean almacenados en lugares donde las condiciones ambientales no afecten sus partes. Debe ser un lugar espacioso y deben ser dispuestos de manera ordenada para impedir su maltrato. Si los encofrados van a estar

almacenados por largos períodos de tiempo se recomienda la utilización de anticorrosivos y mantener sus partes móviles engrasadas para evitar corrosión dentro de ellas.

#### Mantenimiento.

La manipulación y traslado de los encofrados debe ser realizado con cierto cuidado, evitando golpes fuertes que puedan afectar el funcionamiento de los mismos o deformar la superficie de los paneles. Periódicamente se debe realizar la inspección de las partes móviles del encofrado para comprobar su perfecto funcionamiento y realizar mantenimiento preventivo o correctivo de ser necesario. En la industria venezolana se acostumbra perforar los paneles para forzar la colocación de barras tensoras innecesarias. Se recomienda no realizar dichas perforaciones, y esto se logra con una planificación adecuada de la disposición de los encofrados en planta. (Coll & Gustavo, 7 de agosto, 2003).

## 5.2.1. PROYECTOS REALIZADOS EN SANTIAGO CON ESTE SISTEMA

### 5.2.1.1. Primer proyecto: Los Sueños de Santiago



Ilustración 59. Logo del residencial

Fuente: (Santiago L. S.) Santiago, L. S. (s.f.). Los Sueños de Santiago . Obtenido de <http://www.lossueñosdesantiago.com>

El proyecto residencial “Los Sueños de Santiago” se convierte en la primera y mejor opción de vivienda al alcance de toda la comunidad, ubicada en vía San Francisco el Anón, en un área campestre, con excelentes vías de acceso y líneas de transporte accesibles.



Ilustración 60. Modelo de la residencia

Fuente: (Santiago L. S.) Santiago, L. S. (s.f.). Los Sueños de Santiago . Obtenido de <http://www.lossueñosdesantiago.com>

La misma lleva por nombre Modelo Zafiro, el residencial cuenta con un área social para la comodidad de todos los residentes del lugar, parques infantiles todos cerca para un mayor aprovechamiento del lugar y la razón es para que las personas no tengan que salir del residencial sin correr peligro. (Santiago L. S.)

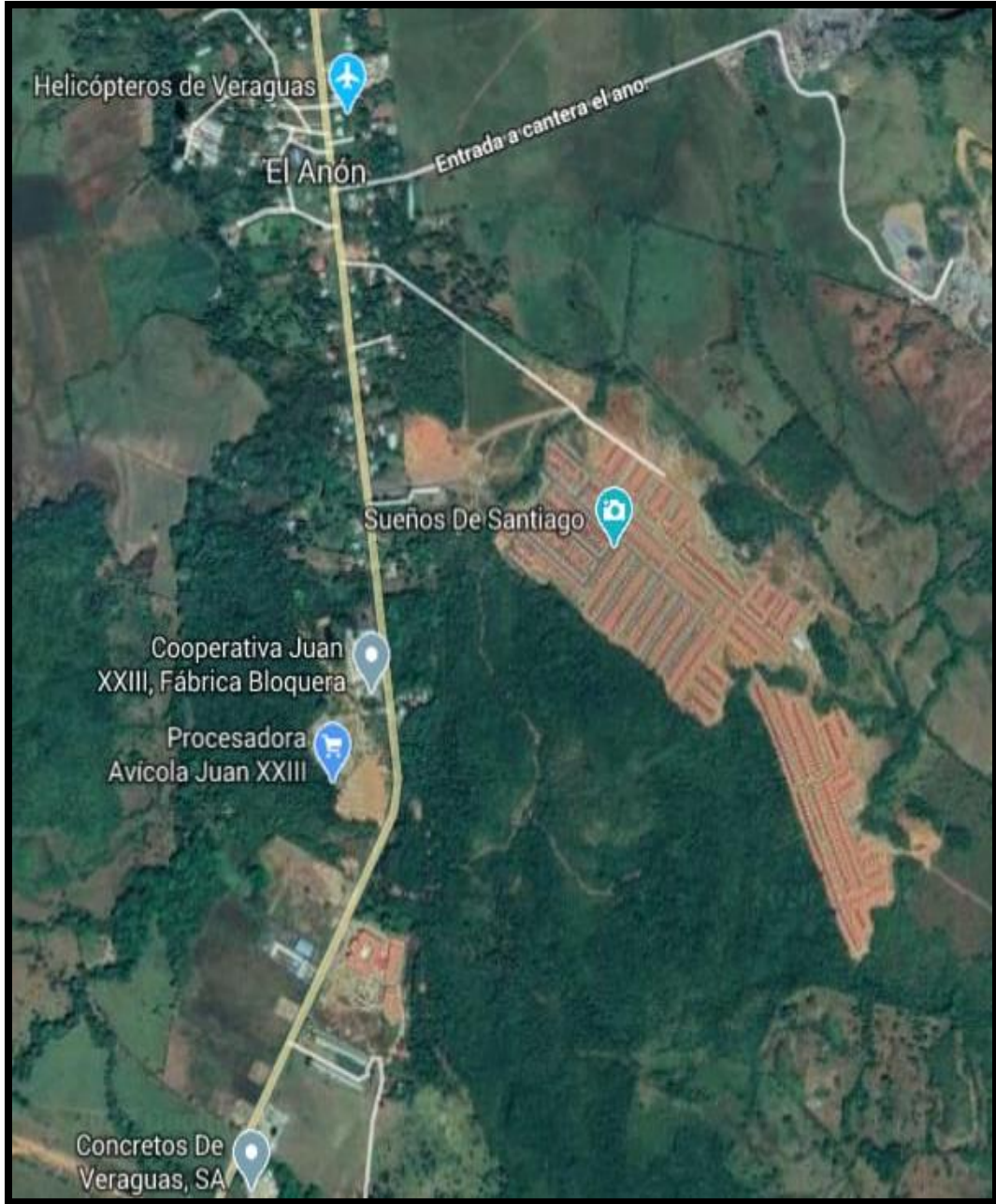


Ilustración 61. Ubicación geográfica del proyecto

Fuente: Google Maps.com

Esta casa cuenta con lotes desde 250 mts<sup>2</sup> y un área de construcción de 60 mts<sup>2</sup>, la misma cuenta con:

- 2 recámaras

- 1 baño
- Sala
- Comedor
- Cocina
- Jardín frontal
- Área social para el sano esparcimiento de toda la familia

Los Sueños de Santiago es ideal para quienes estén buscando un nuevo hogar y con precios muy económicos la misma tiene un costo de \$55,900 con letra quincenal aproximada de \$ 95.00 balboas. Incluso aplican personas con ingresos desde \$650.00, además estas casas aplican al bono del Miviot de \$10,000. (Ministerio de Vivienda )

En cuanto a la información de la empresa que lleva a cargo el proyecto se trata de Promotora Santiago, Devel. Corp. La cual se encuentra ubicada en Santiago de Veraguas, Republica de Panamá. Según información encontrada dicha empresa di inicio a la construcción del proyecto en el año 2015 con vistas previas a finalizar por completo el proyecto en el 202. Tiene las áreas divididas en las mismas podemos decir que el terreno para el desarrollo residencial es de 73 hectáreas y para el área comercial cuentan con un terreno de 4 hectáreas. En su plan maestro tienen estimado contar con la construcción de 2,000 casas en un inicio del proyecto con un precio de 50,000 balboas. Para mayor aclaración podemos plantear que este residencial ya cuenta con su 4 etapa de construcción.

Dicha empresa se encargó de mandar a fabricar su propio molde de encofrado con la empresa colombiana FORZA, la misma también llevaron a cabo la capacitación del personal panameño que se encargaría del armado de las casas las misma cuentan con un grosor de muro de pared de 8 a 10 cm de espeso.



Ilustración 62. Diseño utilizado en residencial Los Sueños de Santiago

Fuente: Colaboración de mi propiedad

El tiempo de construcción de una de estas casas dura solo 5 días, lo que permite con anticipación saber cuándo puede estar listo dicho proyecto. Como Objetivo principal en este proyecto del cual supervisamos diferentes áreas de trabajo lo más importante es la producción día a día, que todos los trabajadores colaboren de una manera eficaz para lograr ciertos objetivos propuestos en la obra.

En lo que era proporciones se encargaban tres trabajadores esta cuadrilla se dedicaba a proporcionar la cantidad necesaria para producir concreto con la resistencia adecuada 3000 psi.

Esta proporción debía contener:

- ✓ 35 paladas de piedra
- ✓ 20 paladas de arena
- ✓ 20 paladas de arenon
- ✓ 2 bolsas de cemento
- ✓ ½ baso de aditivo
- ✓ 2½ tanques de agua

De acuerdo con lo visto durante el proceso de ejecución de obra, para manejar el entorno que conlleva esta, es necesario tener un conocimiento del proyecto amplio que se está ejecutando, desde la herramienta que se va a utilizar para una actividad hasta el conocimiento de la capacidad de tienen los trabajadores, puesto que estas condiciones influyen en el avance de la obra, así como el control de calidad del producto que se quiere obtener. (Santiago L. S.)

Se observa también que las partes más importantes del proyecto no es la planeación, aunque se quieren tener en cuenta todos los aspectos que pueden influir en un proyecto no se podrá lograr puesto que, en la ejecución siempre se tendrán que resolver situaciones que no se pudieron prever durante la planeación.

Durante la recopilación de datos para la comparación de rendimientos se observó que el rendimiento está ligado directamente a la habilidad del obrero para realizar las tareas de turno, y más en el desarrollo de proyectos de mantenimiento puesto que estos exigen un nivel de calidad.



Ilustración 63. Detalles de vaciado de las residencias

Fuente: Colaboración de mi propiedad

Cabe resaltar que, debido a la experiencia adquirida por dichos trabajadores, estos a medida que ejecutan proyecto van agilizando más tareas.

Se puede decir que un trabajador al repetir reiteradamente una tarea, se notara un aumento en el rendimiento y por lo tanto disminuye el tiempo de ejecución, que es uno de los aspectos que influye en el presupuesto de un proyecto.

Otra cosa que pudimos encontrar es que esta obra es una de las destacadas en Panamá de la empresa FORZA que dicho tiene características como: excelentes practicas constructivas, dándole gran relevancia al control de niveles de losa y a la concesión de plomos en los paneles de muro.

Preparan el concreto en obra con excelente calidad, logrando las características (fluidez, manejabilidad y tamaño máximo de los agregados) necesarios para ser vaciado en los moldes FORZA.

Dicho equipo tiene un diseño especial para lograr:

- Rebordes de ventanas frontales.
- Columnas circulares.
- Arcos en entrada principal.

### 5.2.1.2. Segundo proyecto: Urbanización San Antonio



Ilustración 64. Imágenes finales del proyecto

Fuente: (Ministerio de Vivienda ) Ministerio de Vivienda . (s.f.). Obtenido de

<http://www.miviot.gob.pa>

El complejo Urbanización San Antonio es el tercero más grande que se construye en el país. Altos de Los Lagos en Colón y Ciudad Esperanza en Arraiján ocupan el primer y segundo lugar, respectivamente.

Esta obra urbanística transforma la vida a miles de familias que por años vivieron en condiciones complicadas. Las familias beneficiadas recibieron previamente capacitaciones de motivación, convivencia entre vecinos y sobre el cuidado de las estructuras, como parte de los requisitos que deben cumplir. (Ministerio de Vivienda ).

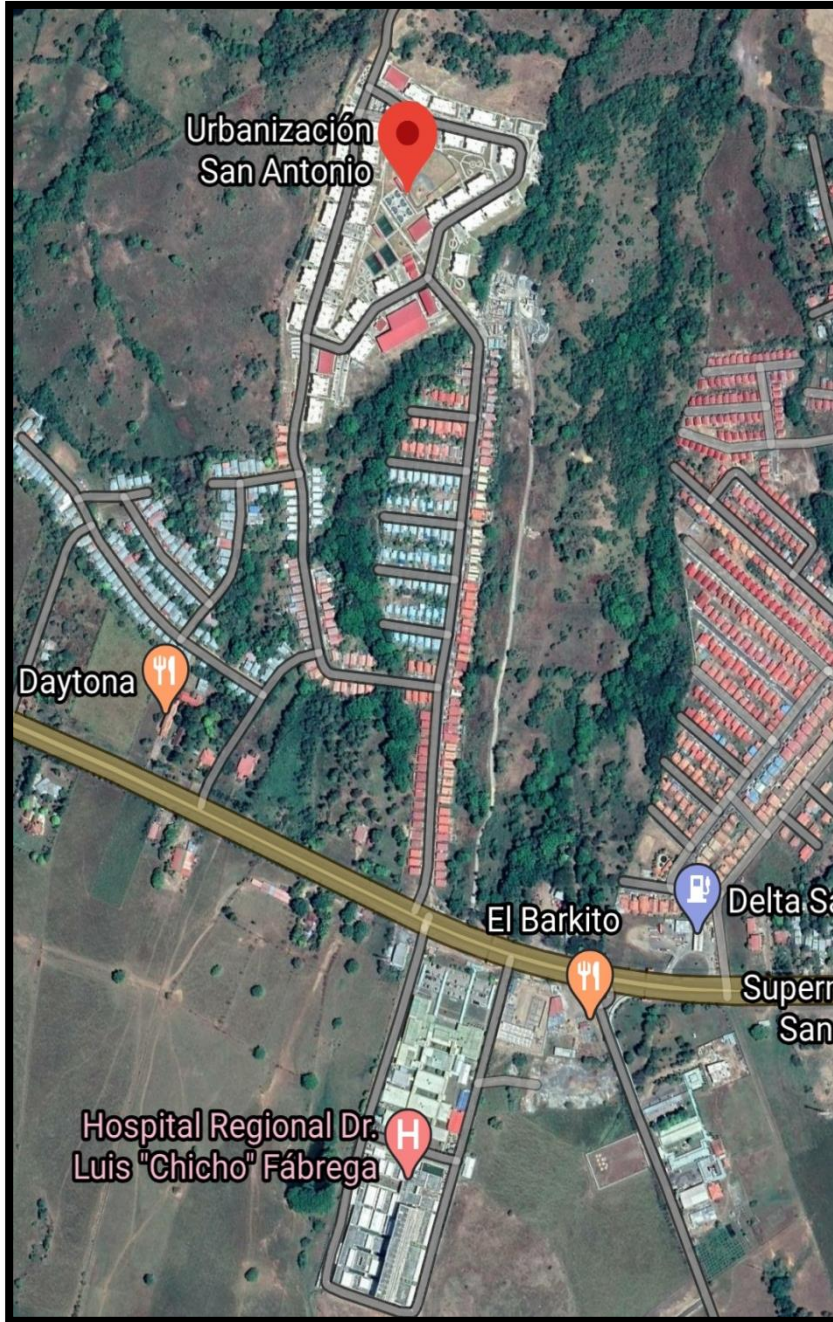


Ilustración 65. Ubicación del residencial

Fuente: Google maps.com



Ilustración 66. Imágenes del proceso de construcción

Fuente: (Ministerio de Vivienda ) Ministerio de Vivienda . (s.f.). Obtenido de

<http://www.miviot.gob.pa>

En la Urbanización San Antonio proyecto habitacional más grande en el interior del país con 1,020 apartamentos el Gobierno invierte 65.5 millones de balboas como plan de estrategia para hacer frente al problema del déficit habitacional que se ha vivido en el país.

Dicho complejo cuenta con tres modelos de apartamentos:

Modelo A: veinte (20) edificios que constan de apartamentos de tres (3) recámaras.

Modelo B: trece (13) edificios que constan de apartamentos de dos (2) recámaras.

Modelo C: un (1) edificio combinado que tendrá quince (15) apartamentos de dos (2) recámaras y quince (15) de tres (3) recámaras.

Urbanización San Antonio es construida mediante la empresa Ingeniería REC, S.A. del Consorcio Urracá, quienes trabajaron en la edificación de un total de 34 torres y mil 20

apartamentos de dos y tres recámaras. En total son 612 apartamentos de tres recámaras y 408 de dos.



Ilustración 67. Etapa de construcción del proyecto

Fuente: (Ministerio de Vivienda ) Ministerio de Vivienda . (s.f.). Obtenido de

<http://www.miviot.gob.pa>

Igualmente, se incluyó tres plazas comerciales, una sub estación policial, los estacionamientos correspondientes a los edificios, cuatro tanques de almacenamiento de agua potable, así como el sistema de recolección de aguas servidas y la planta de tratamiento de aguas residuales, galera de depósitos, oficinas gubernamentales. Las cuales cuentan con cuatro módulos de 150 metros cuadrados cada uno, y veredas con pavimentos de concreto. Esta obra fue construida en un globo de terreno de aproximadamente 13 hectáreas, propiedad del Banco Hipotecario Nacional. (Ministerio de Vivienda ).

## Ingeniería REC, S.A.



Ilustración 68. Detalles de finalización de obra

Fuente: (América) América, P. (s.f.). Panamá América. Obtenido de

<http://www.panamaamerica.com.pa>

Inicialmente concentrándonos en la construcción de pequeños edificios residenciales y proyectos industriales tanto en la ciudad de Panamá como la ciudad de Colón REC nace.

Pasando los años nuestros horizontes fueron expandiendo a nivel nacional hasta lograr construcción de grandes obras que impactarían la vida de muchos. Brindando un hogar saludable, una cómoda oficina o una bodega segura donde trabajar. Siempre

pensando en los objetivos de nuestros clientes y cumpliendo cada uno de ellos con alta determinación. (REC & S.A.)

Ingeniería REC, se basa principalmente en el área de infraestructura. Hemos finalizado satisfactoriamente grandes proyectos que han contribuido al avance de todos como país estando presentes a nivel nacional en proyectos tanto privados como del gobierno. Nosotros no solo nos enfocamos en la construcción de las obras, sino también en crear oportunidades de trabajo para las comunidades locales y contribuir al desarrollo sostenible de cada una de ellas, ya que son ellos los creadores de su propia historia.



Ilustración 69. Imágenes del proyecto

Fuente: (Ministerio de Vivienda ) Ministerio de Vivienda . (s.f.). Obtenido de

<http://www.miviot.gob.pa>

Nuestro equipo de ingeniería crea soluciones inteligentes e innovadoras aplicables a todas las etapas de los proyectos. Con un gran equipo de profesionales experimentados y complejos estudios y análisis garantizamos nuestras obras. Esto ya que la naturalidad evolutiva de nuestra sociedad requiere un ambiente moldeado para complacer la compleja gama de necesidades individuales y colectivas

Más de un millón de metros cuadrados han sido construidos en concepto residencial. Entendemos que cuando se trata de este tipo de obras lo más importante es entregar proyectos de calidad y a tiempo. Es por ello que nuestro equipo de arquitectos se encarga de ver los detalles mientras nuestros ingenieros dirigen la obra a una próxima entrega. He ahí la confianza de nuestros clientes durante años. Como mencionamos anteriormente esta empresa a realizado proyectos en otras partes del país por tal motivo les es más fácil ya que cuentan con los diseños de apartamentos hechos en las otras urbanizaciones. (REC & S.A.)

### 5.2.1.3. Tercer proyecto: La Reserva Santiago



Ilustración 70. Logo del residencial

Fuente: (Santiago L. R.) Santiago, L. R. (s.f.). La Reserva Santiago . Obtenido de

<http://www.lareservasantiago.com>

La Reserva de Santiago es un proyecto residencial que está ubicado en Santiago de Veraguas, se convierte en la primera y mejor opción de vivienda con un concepto totalmente innovador. (Santiago L. R.)

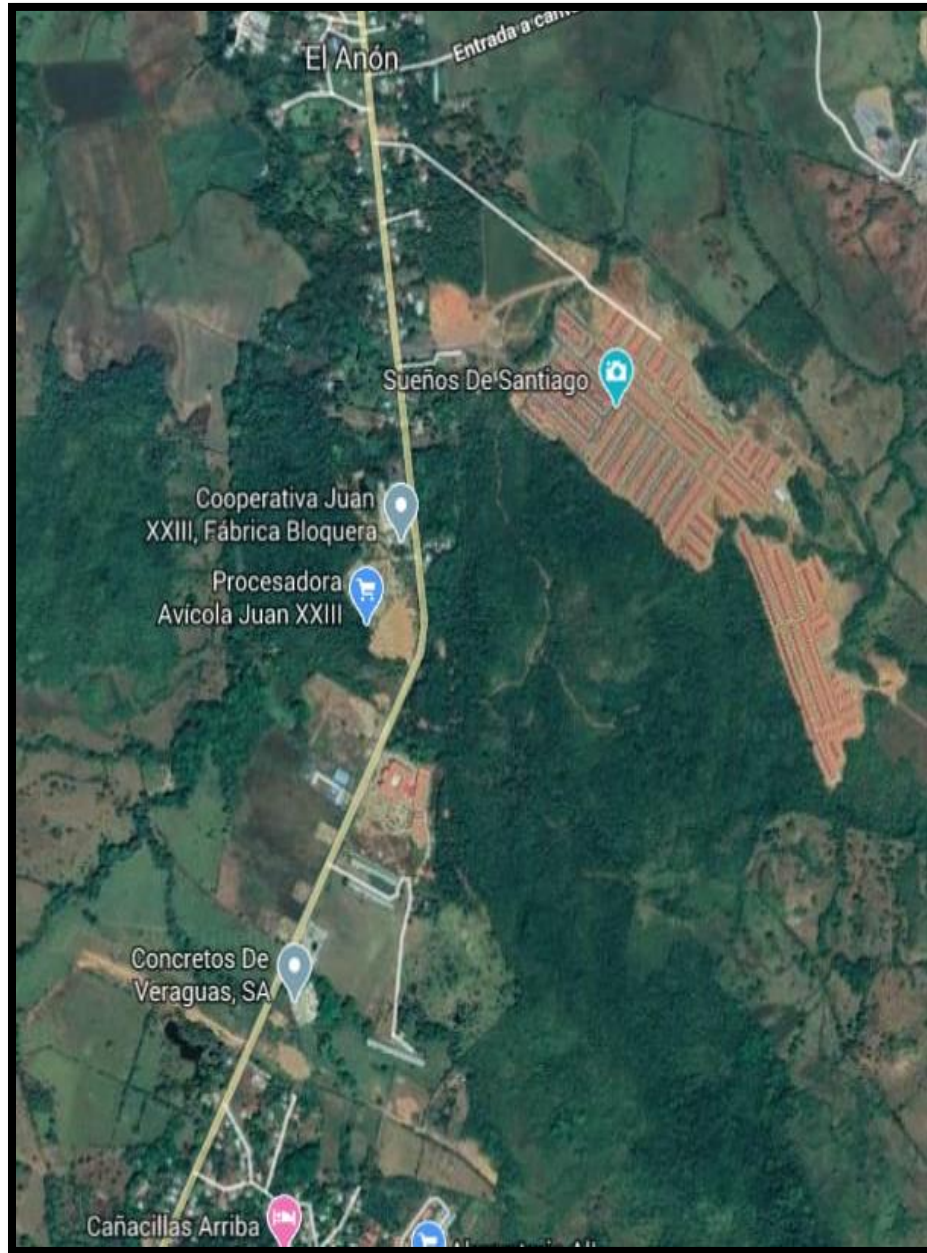


Ilustración 71. Ubicación del proyecto

Fuente: Google Maps.com

Ubicado en un área campestre, cercana a comercios y acceso a servicios que le garantizan su comodidad.



Ilustración 72. Modelo del residencial

Fuente: (Santiago L. R.) Santiago, L. R. (s.f.). La Reserva Santiago . Obtenido de

<http://www.lareservasantiago.com>

La misma cuenta con dos modelos: el Modelo A, Modelo B, el residencial cuenta con un área social para la comodidad de todos los residentes del lugar, parques infantiles todo cerca para un mayor aprovechamiento del lugar y la razón es para que las personas no tengan que salir del residencial sin correr peligro. (Santiago L. R.)



Ilustración 73. Modelo de área recreativa del residencial

Fuente: (Santiago L. R.) Santiago, L. R. (s.f.). La Reserva Santiago . Obtenido de

<http://www.lareservasantiago.com>

Esta casa cuenta con lotes desde 350 mts<sup>2</sup> y un área de construcción de 80 mts<sup>2</sup>, la misma cuenta con:

- 2 y 3 recámaras
- 1 y 2 baños
- Sala
- Comedor
- Cocina
- Jardín frontal

Cada unidad cuenta con: griferías importadas, pisos de cerámica importada, ventanas con un diseño único, área abierta de portal y tendedero.

El área social de La Reserva cuenta con 5,000 mts<sup>2</sup> que combinan hermosa vegetación, senderos y camineras. La casa club tendrá un área de barbacoa, salón de eventos, zona de ejercicios, parque infantil y canchas deportivas.

La Reserva de Santiago es ideal para quienes estén buscando un nuevo hogar y con precios muy accesibles la misma tiene un costo de \$89,900 con letra quincenal aproximada de \$ 360.00balboas. Incluso aplican personas con ingresos desde \$900.00, sin abono inicial ni gasto de cierre. (Santiago L. R.)

En cuanto a la información de la empresa que lleva a cargo el proyecto se trata de Promotora Santiago Devel. Corp. La cual se encuentra ubicada en Santiago de Veraguas, Republica de Panamá. Como se trata de la misma empresa mencionada anteriormente en Los Sueños de Santiago la misma también se encargan de mandar hacer sus diseños de residencia para facilitar sus trabajos y a la vez un ahorro en vez de alquilar estos moldes.

**Tabla 15.Comparaciones de proceso constructivo**

<b>COMPARACIONES DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS</b>	
<b>TRADICIONAL</b>	<b>FORMALETAS</b>
<p>1. Se utiliza vigas de cimentación, losas, muros y columnas.</p> <p>2. Se realiza todas las obras preliminares como: deforestación, movimiento de tierra, nivelación del terreno y replanteo. (tiempo estimado 1 día)</p> <p>3. Una vez excavado las vigas de cimentación se funden las mismas con hormigón ciclópeo. (tiempo estimado 1 día)</p> <p>4. Se arman los aceros de cimentación y se rellena la losa con material de mejoramiento, dejando el traslape para la malla de la pared y las varillas para traslape de las columnas (tiempo estimado 1 día)</p> <p>5. Se procede con el vaciado de concreto de la losa (tiempo de espera 24 horas)</p>	<p>1. Se utiliza vigas de cimentación, paredes de hormigón, losa de entrepiso.</p> <p>2. Se realizan las obras preliminares como limpieza del terreno, movimiento de tierras, excavación y trazado de la vivienda. (tiempo estimado 1 día)</p> <p>3. El proceso de vigas de cimentación es igual para cualquier sistema por las condiciones del terreno. (tiempo estimado 1 día)</p> <p>4. Se arman los aceros de cimentación de la misma manera dejando todo listo para el vertido del hormigón de losa de cimentación, con la diferencia que no se necesitan las varillas de columnas. (tiempo estimado 1 día)</p> <p>5. Se realiza el mismo proceso de</p>

<p>6. Armado de hierros, encofrado y vaciado de concreto y columnas (tiempo estimado 2días)</p> <p>7. Preparación de los tableros de madera para losa (tiempo estimado 5 horas)</p> <p>8. Colocación de tablero de losa y apuntalamiento de puntales de apoyo tiempo estimado 8 horas)</p> <p>9. Colocación de bloques y armado de malla y acero de refuerzo en losa de entrepiso (tiempo estimado 6 horas)</p> <p>10. Vertido de concreto en losa de entrepiso (tiempo estimado 2 horas). Se vierte el hormigón con cuidado evitando que la madera se deforme.</p> <p>11. Se espera 7 días para desencofrar la losa.</p> <p>12. Se repite el mismo proceso para levantar el siguiente piso, tomando en cuenta que los tableros de madera se deben cambiar cada 3 usos, o cada vez que se desgaten.</p>	<p>vaciado concreto de losa, y se comienza con el trazado de las paredes. (tiempo estimado 1 día)</p> <p>6. Armado de mallas electro soldadas de pared y armado las tuberías de agua y desagüe de la vivienda, instalaciones eléctricas (tiempo estimado 4 horas)</p> <p>7. Armado de paneles de muros y apuntalamiento y encofrado de la losa de entrepiso (tiempo estimado 8 horas)</p> <p>8. Colocación de malla y acero de refuerzo en losa de entrepiso (tiempo estimado 4 horas)</p> <p>9. Vertido del hormigón en paredes y losa (tiempo estimado 6 horas)</p> <p>10. Esperamos 1 día para desencofrar la losa, muros. Sacamos las corbatas de los muros para llenar los vacíos con concreto preparado.</p> <p>11. Una vez desencofrado se arma la planta alta de la vivienda siguiendo</p>
---	--

<p>13. Una vez fundidas las columnas y las losas se proceden al trazado de las paredes.</p> <p>14. Se comienza a colocar la mampostería en las paredes tomando en cuenta que se debe encofrar las ventanas y puertas para que queden libres (tiempo estimado 8 días)</p> <p>15. Una vez colocada la mampostería ya sea de bloque o ladrillo se debe esperar que se seque bien las paredes para que no se generen fisuras posteriormente, mientras tanto se empieza a picar la pared para la colocación de tuberías y cajetines de electricidad (tiempo estimado 1 día)</p> <p>16. Una vez colocada todas las instalaciones se empieza a enlucir para dar n acabado final posteriormente (tiempo estimado 2 días)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuadrilla tipo: 6 personas</li> <li>▪ Colocación de mampostería:</li> </ul>	<p>el mismo sistema.</p> <p>12. Una vez desencofrado la vivienda esta queda lista para su posterior acabado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuadrilla tipo: 4 personas</li> <li>▪ Colocación de instalaciones: 4 personas</li> <li>▪ Tiempo de ejecución: 8 días</li> </ul> <p>Nota: se puede notar que el proceso de cimentación es similar por lo cual para los dos casos toma 4 días por lo que el tiempo de ejecución se toma en consideración desde el armado de la estructura que va sobre la losa de cimentación.</p>
---	--

<p>4 personas</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Colocación de instalaciones:</li></ul> <p>4 personas</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Enlucidos de paredes: 4 personas</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Tiempo de ejecución: 24 días</li></ul>	
--	--

**Tabla 16. Costo de materiales Sistema de Formaletas**

<b>Costo de Materiales</b>				
<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Importe</b>	<b>Tradicional</b>
<b>Paneles metálicos modulares de hasta 3m de altura</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	<b>262,77</b>	<b>11,56</b>	<b>2010,00</b>
<b>Estructura soporte de sistema vertical</b>	<b>Ud</b>	<b>361,30</b>	<b>15,90</b>	
<b>Agente desmoldeante</b>	<b>I</b>	<b>2,60</b>	<b>0,52</b>	
<b>Pasamuros de PVC</b>	<b>Ud</b>	<b>1,22</b>	<b>3,25</b>	
<b>Separador homologado para muros</b>	<b>Ud</b>	<b>0,07</b>	<b>0,56</b>	
<b>Acero en varillas corrugadas</b>	<b>Kg</b>	<b>6,00</b>	<b>45,39</b>	<b>6,00</b>
<b>Alambre galvanizado para atar</b>	<b>Kg</b>	<b>1,45</b>	<b>0,94</b>	<b>1,45</b>
<b>Agua</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>1,97</b>	<b>0,44</b>	<b>1,97</b>
<b>Arena</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>19,48</b>	<b>11,45</b>	<b>25,00</b>
<b>Agregado grueso</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>25,27</b>	<b>22,29</b>	<b>19,50</b>
<b>Cemento gris en sacos</b>	<b>Kg</b>	<b>9,25</b>	<b>69,83</b>	<b>9,25</b>
<b>Concreteira</b>	<b>H</b>	<b>1,88</b>	<b>1,19</b>	



**Fuente:** (CYPE Ingenieros)

**Tabla 17. Mano de obra Sistema de Formaletas**

<b>Mano de obra</b>				
<b>Ocupación</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Tradicional</b>
<b>Cimbrero</b>	<b>H</b>	<b>1,705</b>	<b>13,49</b>	
<b>Principiante de cimbrero</b>	<b>H</b>	<b>1,860</b>	<b>8,60</b>	<b>5,65</b>
<b>Reforzador</b>	<b>H</b>	<b>0,455</b>	<b>13,49</b>	<b>5,90</b>
<b>Principiante de reforzador</b>	<b>H</b>	<b>0,579</b>	<b>8,60</b>	<b>3,71</b>
<b>Peón de albañilería</b>	<b>H</b>	<b>1,085</b>	<b>7,91</b>	<b>5,90</b>
<b>Ayudante de albañilería</b>	<b>H</b>	<b>1,137</b>	<b>8,05</b>	<b>3,86</b>
<b>Albañil especializado en vaciado de concreto</b>	<b>H</b>	<b>0,258</b>	<b>13,49</b>	
<b>Principiante de albañil especializado en vaciado de concreto</b>	<b>H</b>	<b>1,033</b>	<b>8,60</b>	

**Fuente:**(CYPE Ingenieros)

**Tabla 18. Comparación Económica de los sistemas de construcción Formaletas**

<b>COMPARACIÓN ECONÓMICA DE LOS SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN</b>	
<b>TRADICIONAL</b>	<b>FORMALETAS</b>
<p>Según información encontrada el costo de las viviendas específicamente con el método tradicional específicamente la mampostería estructural (bloque, cemento, arena y piedra) en un cuadro de estadísticas de la Contraloría General de la República los precios en Santiago de Veraguas por metros cuadrados de construcción varían de la siguiente manera en lo residencial una (1) vivienda de 82.12 metros cuadrados tendría un costo total con todos sus acabados de 26,087.97 balboas. Cabe resaltar que las mismas son cifras estimadas.</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Según mi investigación tomo como ejemplo la imagen anterior tiene un valor aproximado de 2,000 a 3,500 dólares esto varias según el peso que tenga ya sea tonelada u otro.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Esta por ejemplo varía según los metros cuadrados en un rango de 70.00 a 125.00 dólares. Si se refiere a compra, pero en alquiler tiene una cuota mensual de un rango entre 15-20 balboas por metro cuadrado.</p> <p>En total esto una casa de 82.12 metros cuadrados tendría un costo total de</p>

	<p><b>30,000 balboas. Cabe resaltar que la misma fue elaborada según el proyecto con mayor metraje.</b></p>
--	---

## 5.2.2. DETALLES TÉCNICOS

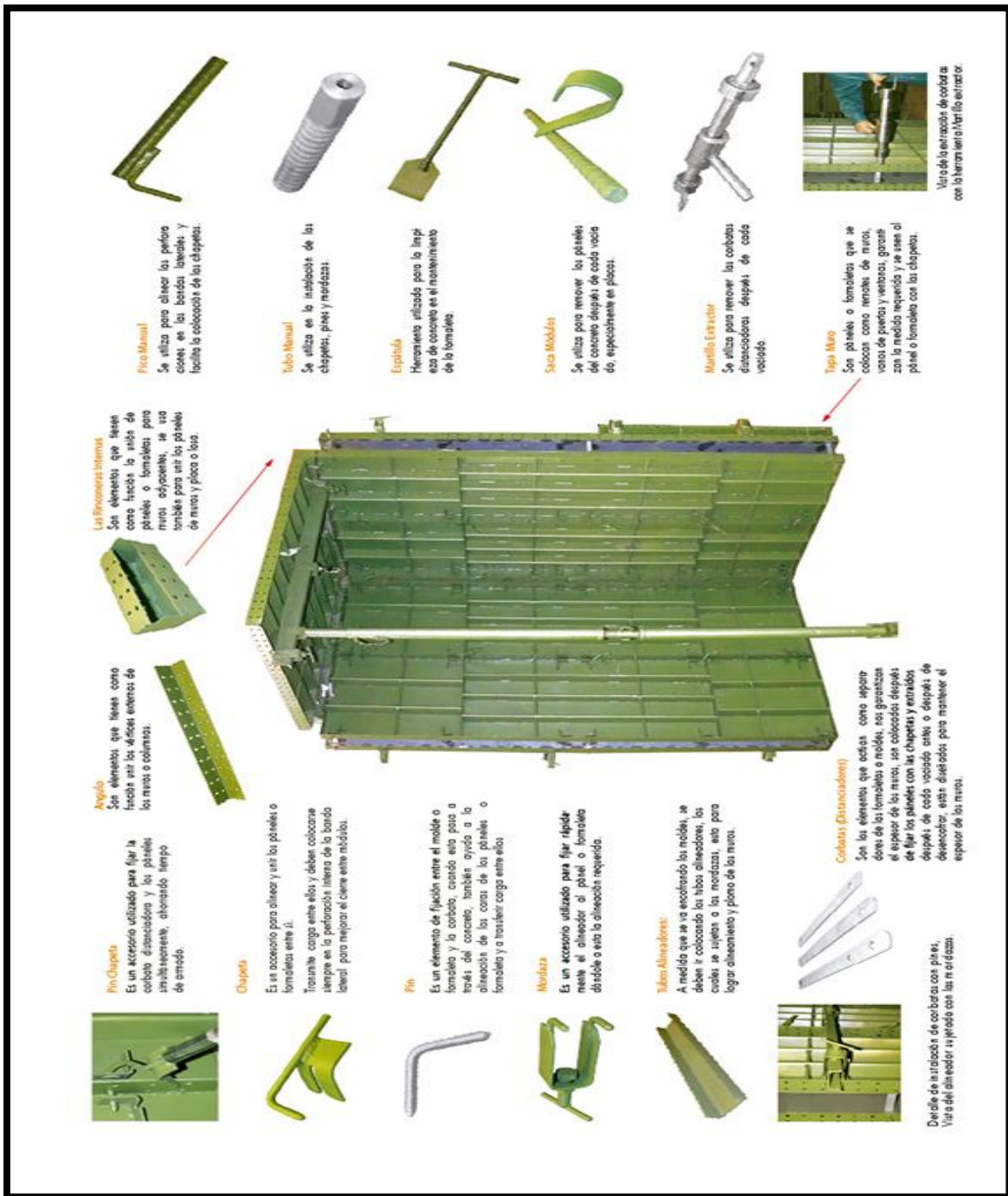


Ilustración 74. Accesorios formaleta

Fuente: (FORMESAN) FORMESAN. (s.f.). Encofrados Metálicos para Moldeo de Concreto. Formesan.com.co.

Ángulo Exterior:

Perfil de aluminio, utilizado para conformar las esquinas exteriores a 90 grados, con las formaletas de muros

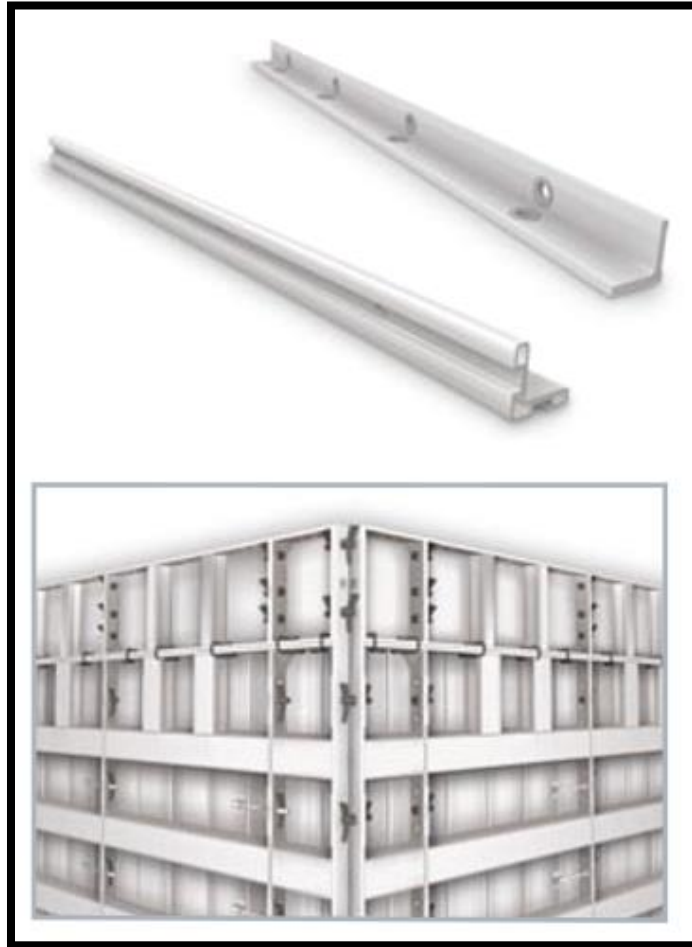


Ilustración 75. Ángulo exterior

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

Esquinero de Muro Interno:

Elemento de aluminio, que conforma las esquinas interiores a 90 grados con las formaletas de muro.

Es ofrecido en anchos de 10 x 10 cm y 15 x 15 cm, de acuerdo con la modulación del proyecto.





Ilustración 76. Esquinero de muro interno

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORZA.

Esquina en cruz:

El ensamble en cruz es formado por cuatro esquineros de muro.

Es acoplado con pasadores y cuñas como todo el resto de paneles.

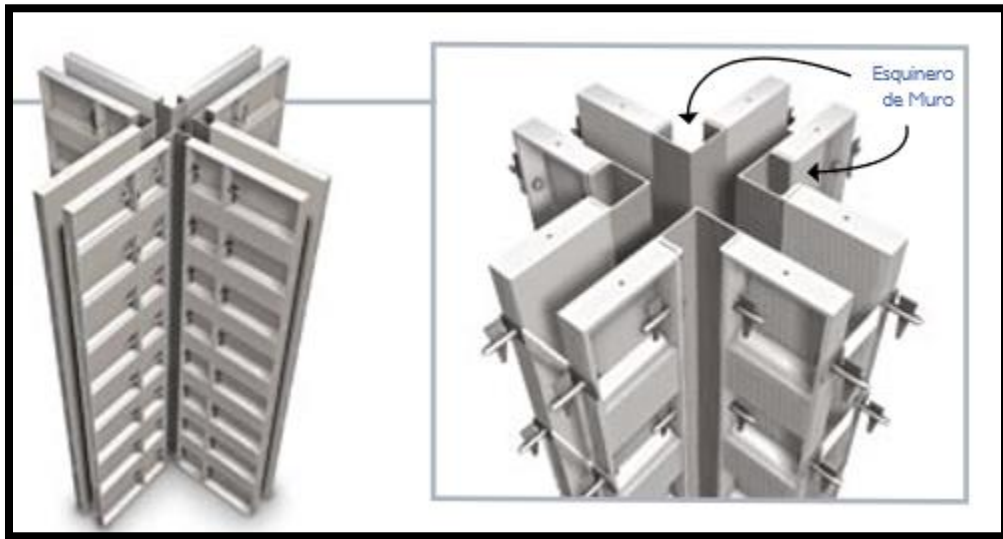


Ilustración 77. Esquina en cruz

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

Esquina en L:

El ensamble o esquina en “L” está conformado por cuatro piezas:

- Un esquinero de muro.
- Un ángulo exterior.
- Dos formaletas de ancho igual al espesor del muro, más el esquinero de muro. Estas piezas son acopladas con pasadores y cuñas

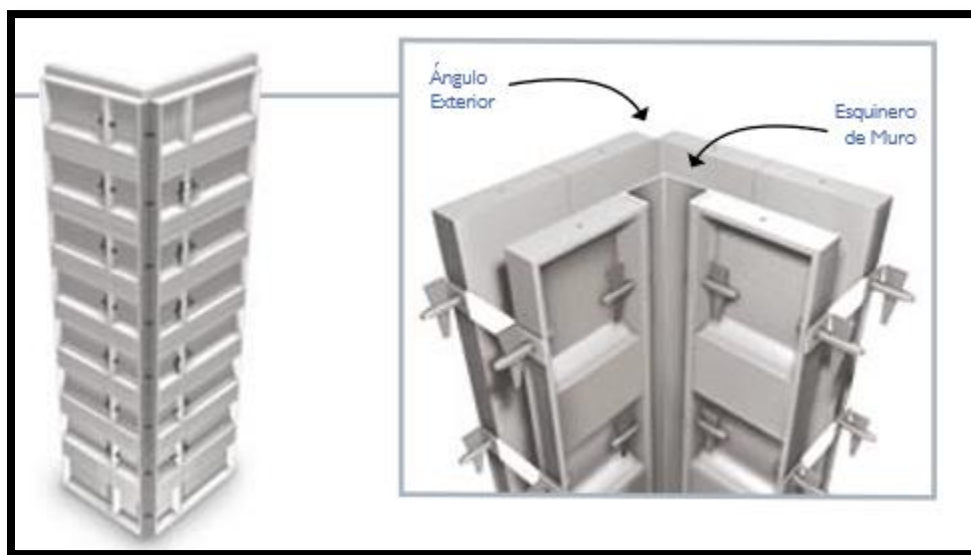


Ilustración 78. Esquina en L

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

Esquina en T:

El ensamble en “T” se forma siempre con tres piezas:

- Dos esquineros de muro.
- Una formaleta de muro de ancho igual al espesor del muro más 2 EQM. Estas piezas son acopladas con pasadores y cuñas

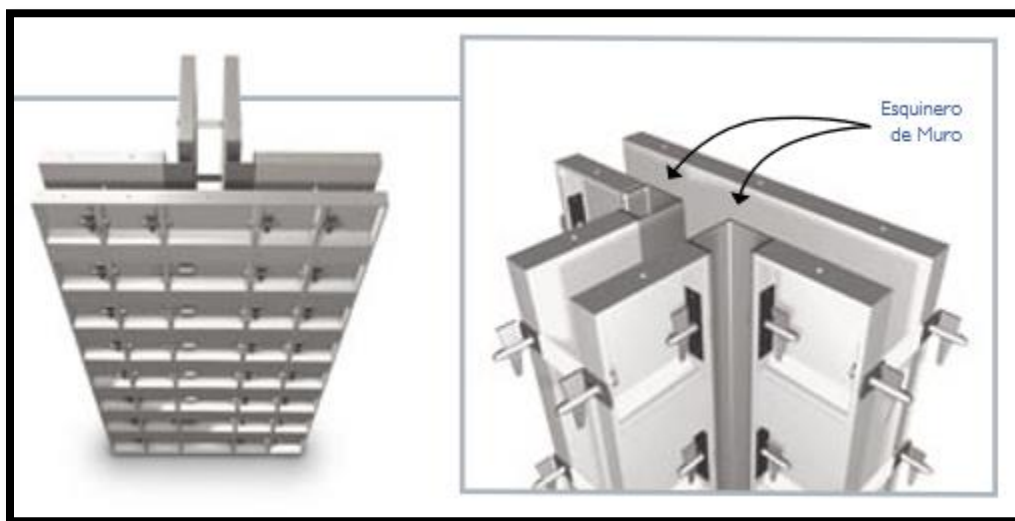


Ilustración 79. Esquina en T

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

Formaleta CAP:

Sirve de complemento a la formaleta estándar para completar la altura total del muro exterior abarcando el espesor de la losa. La ventaja de utilizar este tipo de configuración radica en la utilización de la formaleta estándar, la cual podrá ser adaptada más fácilmente a proyectos futuros.

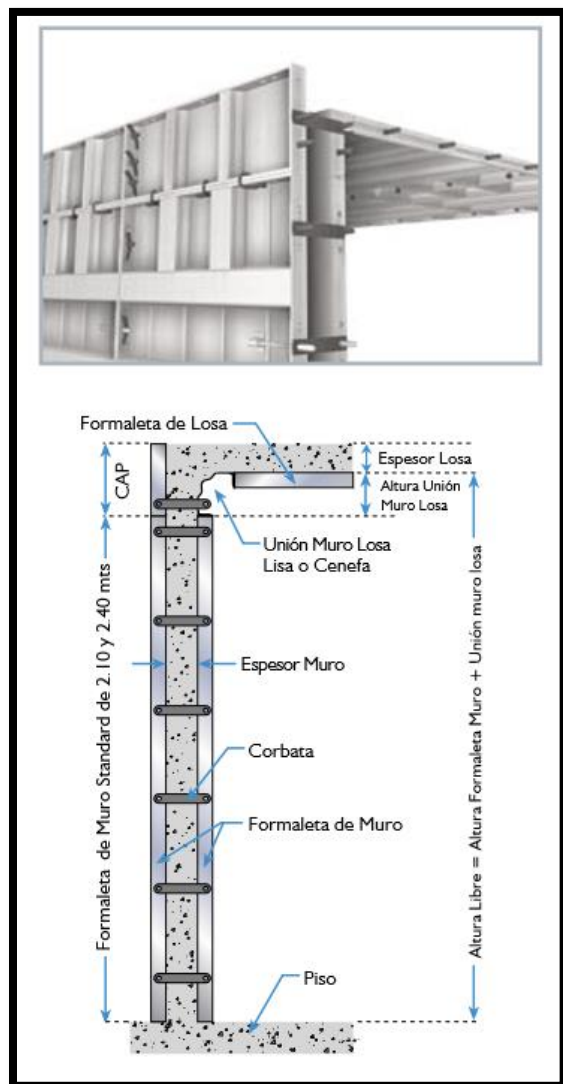


Ilustración 80. Formaleta CAP

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

Formaleta Alfa:

La formaleta alta cubre la altura total del muro exterior más el espesor de la losa determinada. Su ventaja radica en que se manejan menos cantidad de piezas comparado con la formaleta más cap, lo que genera un mejor desempeño y rapidez en el armado y desencofrado.

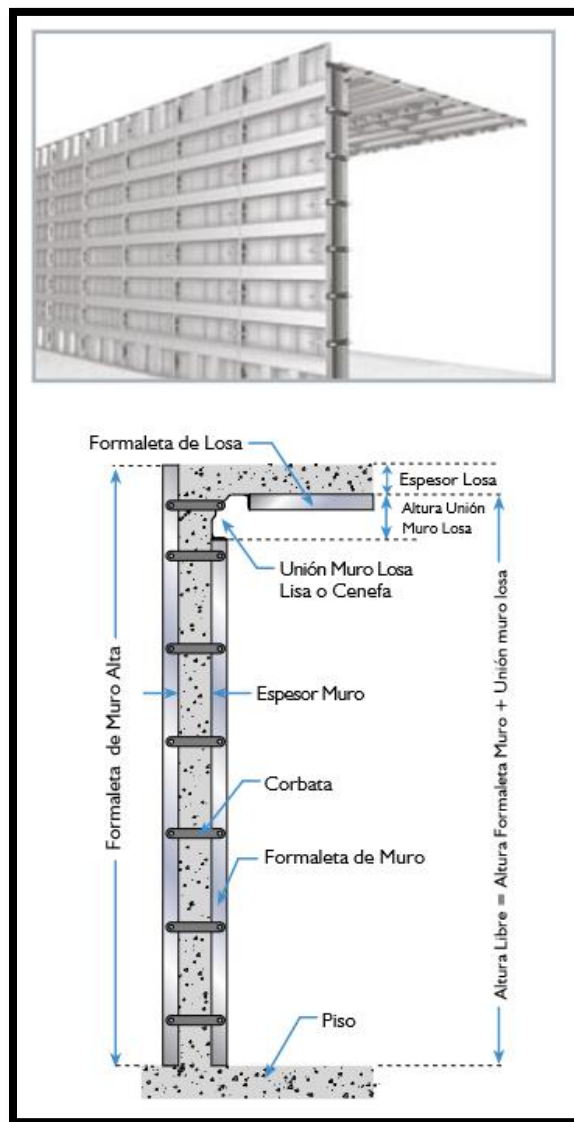


Ilustración 81. Formaleta Alta

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

Formaletas para Culatas:

Determinan la forma, altura y ángulo de inclinación de un muro. Las formaletas para culatas se aseguran a las formaletas de muro con pingrapa en el borde inferior y pasadores y cuñas en los bordes laterales.

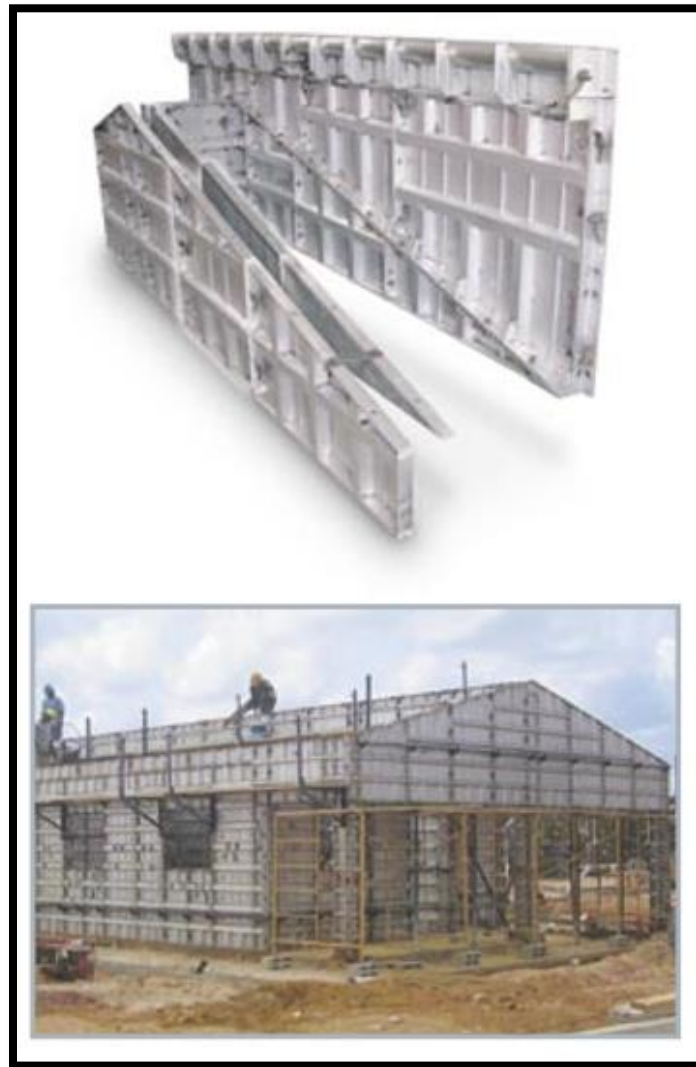


Ilustración 82. Formaletas para Culatas

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

Tapamuro:

Perfil de aluminio de 3/8" de espesor, que se utiliza como cierre de un muro.

Se ensambla igual que los paneles (con pasadores y con cuñas), y en determinadas ocasiones, si la configuración no es estándar, se puede utilizar con pin grapas.

Para muros con espesores mayores de 12 cm, se refuerza el tapamuro, con perfiles en ángulo o perfil tubular.





Ilustración 83. Tapa muro

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

Cuando por el diseño se requieren retrocesos en muros o en vigas dinteles, es necesario la utilización de tapamuros con negativo.

Estos son fabricados con perfilera de aluminio 6061, debidamente reforzados, los cuales se aseguran a las formaletas de muro, con pasador y cuña, o de ser necesario con pin grapas.



Ilustración 84. Tapa muros con negativo

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

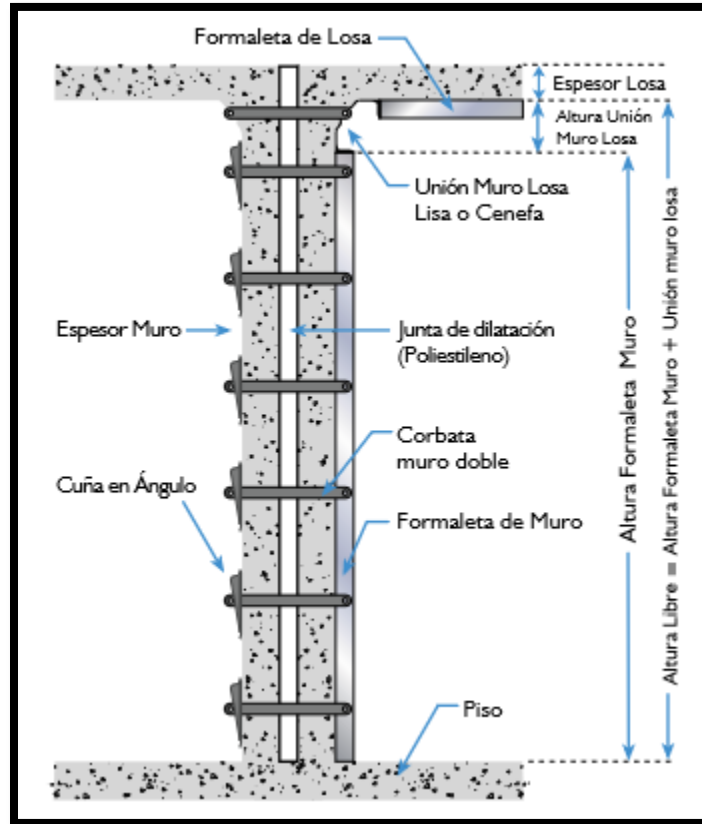


Ilustración 85. Muro doble

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

Cuña en ángulo:

Donde haya muros dobles con junta de dilatación, se utilizan corbatas especiales, que se aseguran al muro construido el día anterior con las cuñas en ángulo.

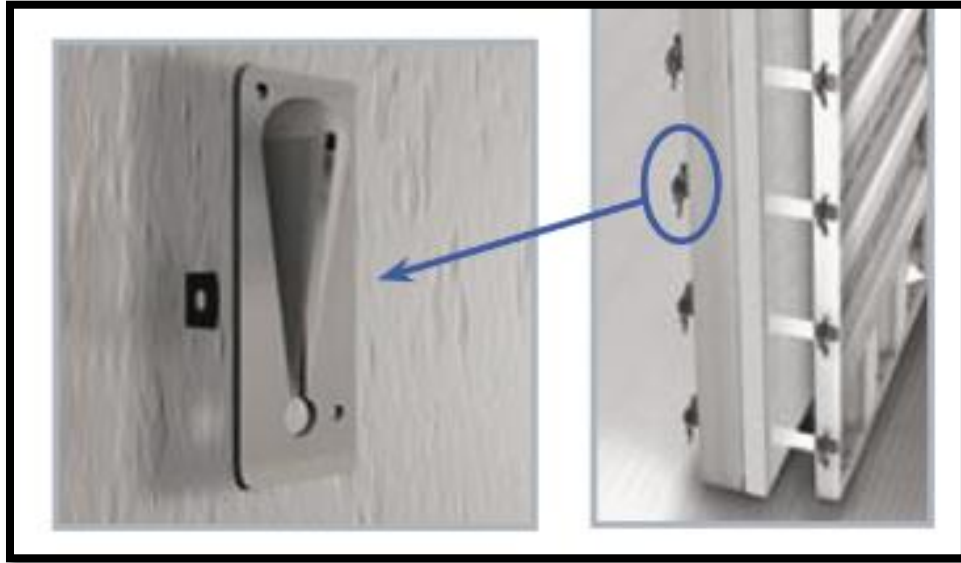


Ilustración 86. Cuña en ángulo

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

## Muro Doble con Junta de Dilatación y Desnivel:

El sistema de muros FORSA, permite utilizar los paneles de muro para construir viviendas en desniveles, ya sea entre una vivienda y otra o dentro de la misma vivienda.

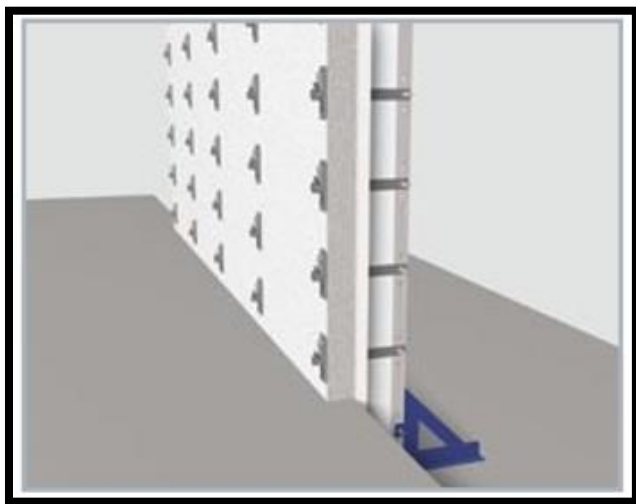
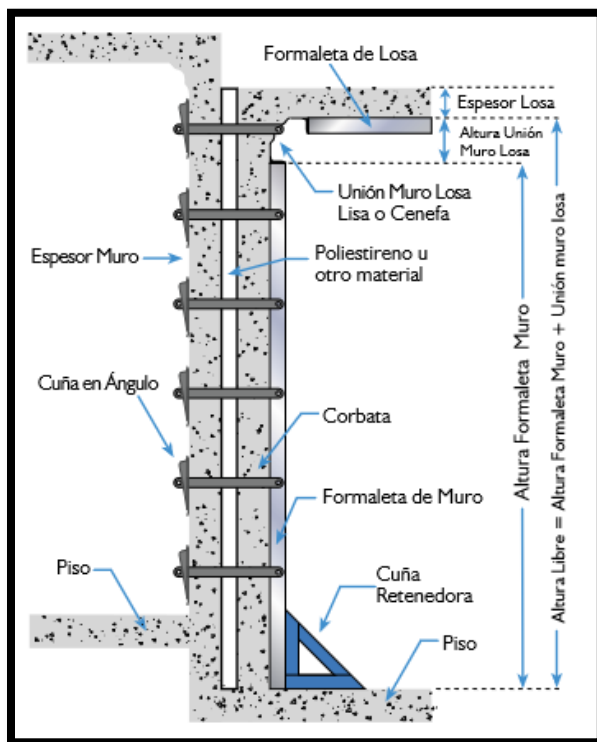


Ilustración 87. Muro Doble con Junta de Dilatación y Desnivel

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

Cuña Retenedora:

Accesorio utilizado para el atraque de la formaleta en su parte inferior, cuando hay desniveles, hasta 50 cm. Para desniveles superiores se utiliza el atraque tradicional, con gatos de construcción. Las formaletas llevan cajeo en las tres perforaciones del bushing para que permitan su utilización en desniveles que sean múltiplos de 5 cm, excepto para aquellos desniveles entre una vivienda y otra de 15, 45, 75 y 105 c



Ilustración 88. Cuña Retenedora

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

### Unión Muro Losa Lisa – Cenefa:

Pieza de aluminio, fabricada en perfilería 6061, que tiene como función servir de conector entre la formaleta de muro y la formaleta de losa para conformar el sistema monolítico de FORSA. Estas piezas están reforzadas en todas sus esquinas haciéndolas muy resistentes a los severos trabajos de desencofre o descimbre a que son sometidas. Deben ser revisadas periódicamente cada 250 usos. Su diseño en forma de ángulo recto o cenefa ofrece como resultado esquinas muy definidas. Se pueden fabricar en alturas de: 5 cm - 10 cm - 15 cm - 20 cm - 30 cm.



Ilustración 89. Unión Muro Losa Lisa – Cenefa

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

Cuchilla:

La unión entre muros y losas se puede efectuar utilizando la cuchilla, la cual es una pieza de aluminio de 10 o 15 cm, que se soporta en la sección superior del panel de muro, generando una altura libre entre piso y losa igual a la altura del panel más el espesor de la cuchilla 7 mm.

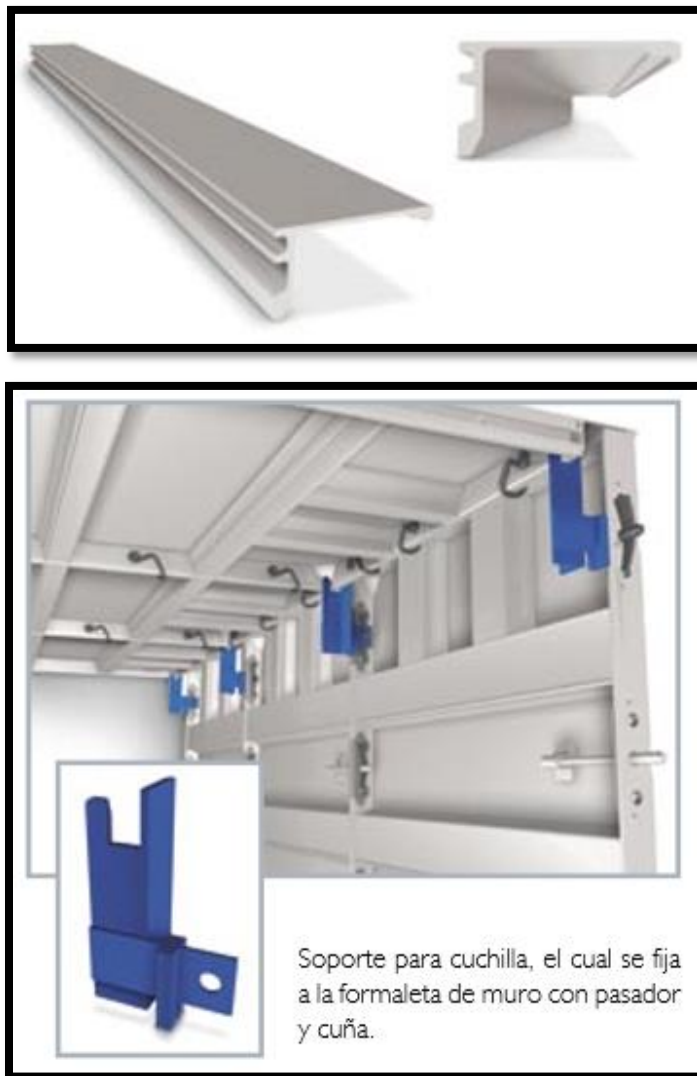


Ilustración 90. Soporte para cuchilla

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

Puntal Nivelador 2004:

Fabricado en acero de alta resistencia, sirve como elemento conector de los gatos o pie derechos a piso. Para garantizar que la losa quede apuntalada desde el día del vaciado y posterior al desencofre en los 2 días siguientes, Forsa entrega 3 juegos.



Ilustración 91. Puntal Nivelador 2004

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

Puntal Nivelador 2005:

Accesorio fabricado en acero al carbono, trabaja igual que el puntal nivelador 2004.



Ilustración 92. Puntal Nivelador 2005

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

Base para gato:

Accesorio que sirve como soporte donde hay unión de cuatro paneles de losa.

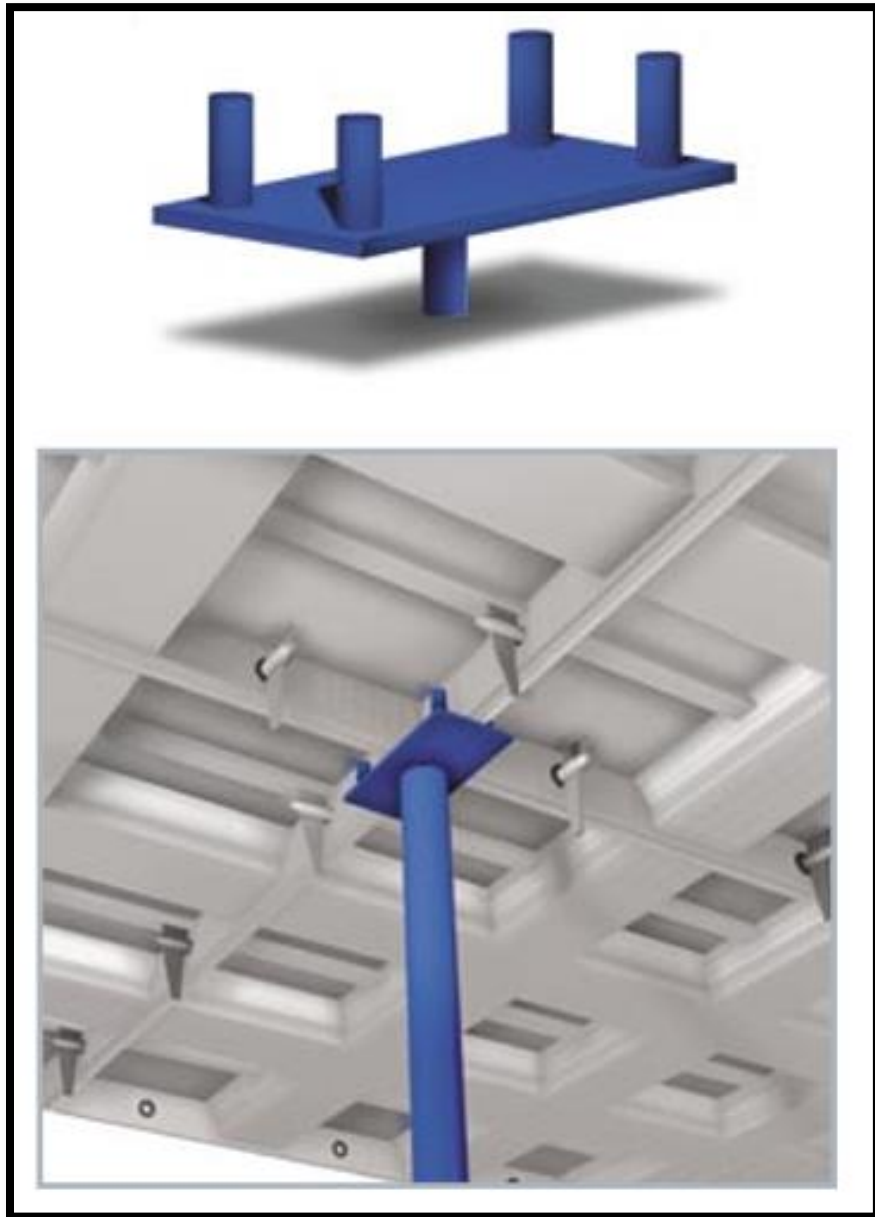


Ilustración 93. Base para gato

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

Formaletas para Losa de Cimentación:

Combinación de formaleta y soporte, para la conformación de cimentaciones de losas. Se fabrican en diferentes alturas y longitudes, de acuerdo con la modulación y diseño requerido. Su fijación se hace directamente al terreno, con varillas pasantes de construcción de 5/8" de diámetro.

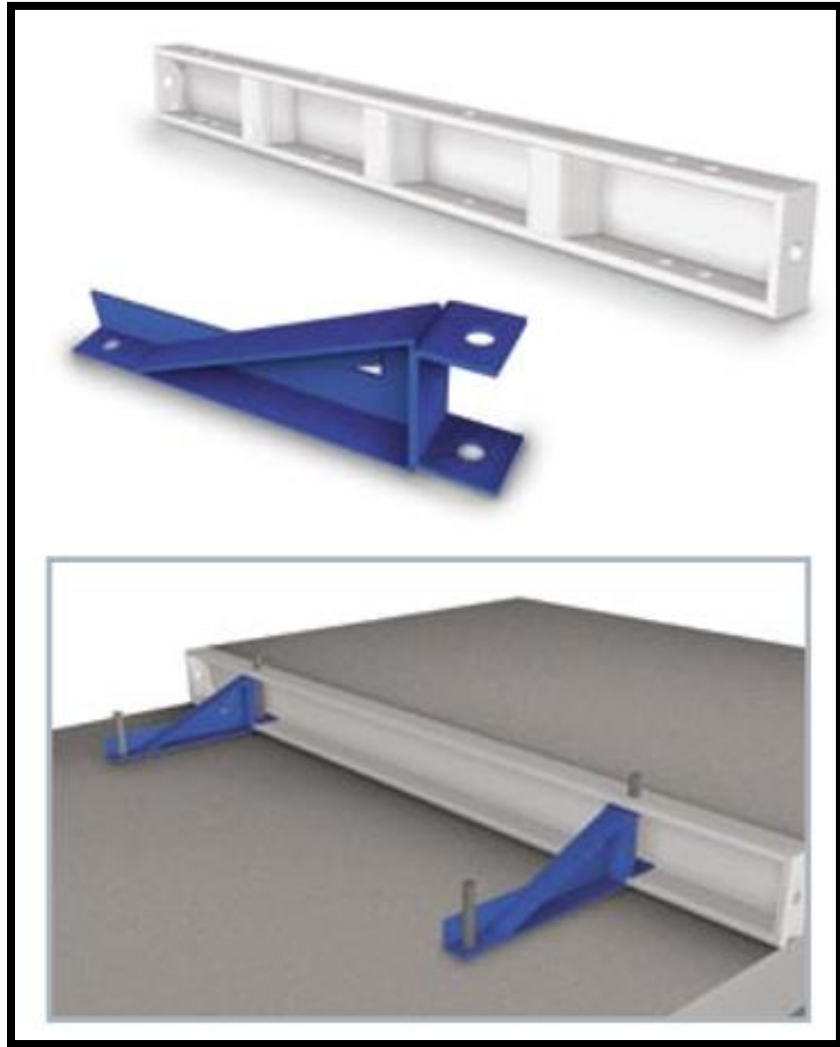


Ilustración 94. Formaletas para Losa de Cimentación

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

## Formaletas para Domos

Se pueden fabricar en alturas de 10 cm o más. Su unión se efectúa con pasador y cuña.

Los diseños arquitectónicos para domos sobrepuestos en la losa son realizados con una combinación de paneles de aluminio y esquineros en ángulo, los cuales son rigidizados con una estructura en perfil angular de acero.

Las formaletas para domo se diseñan en su conjunto con un ángulo de inclinación para facilitar el desencofre.

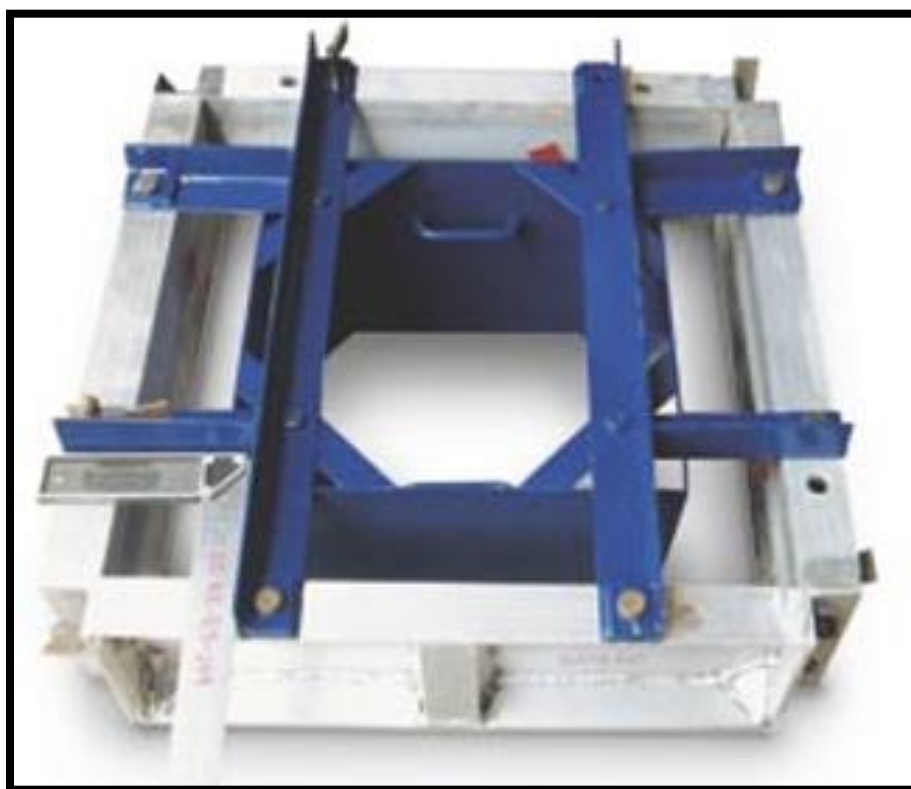


Ilustración 95. Formaletas para Domos

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

Pin Flecha:

En conjunto con la cuña asegura la sujeción de paneles. Su acabado galvanizado es una barrera protectora que le asegura una mayor duración.

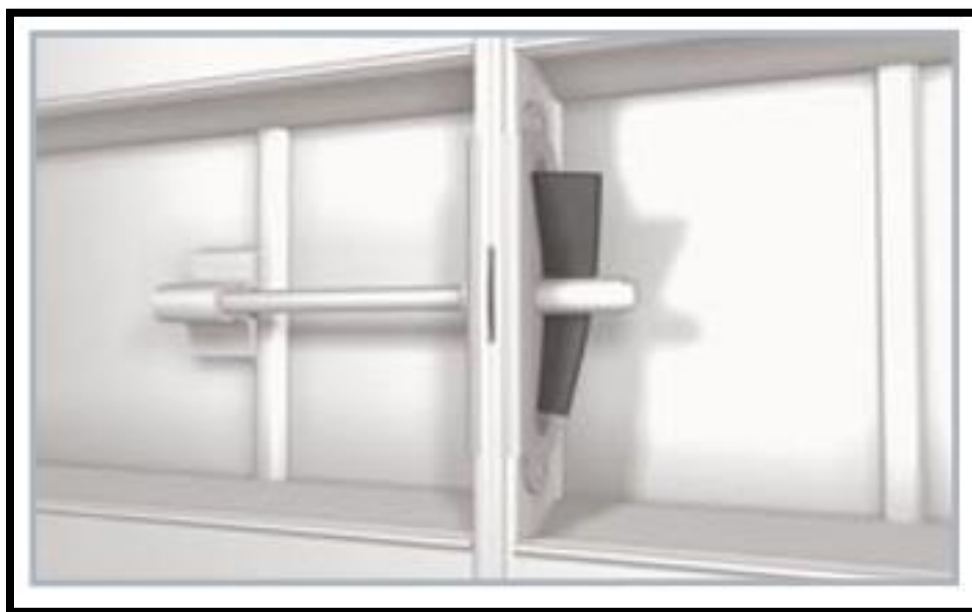


Ilustración 96. Pin Flecha

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

### Grapa Candado:

Accesorio cuya forma de grapa permite la sujeción entre paneles, sin necesidad de accesorios adicionales; esto disminuye la pérdida de elementos en obra. Su acabado galvanizado es una barrera protectora que le asegura una mayor duración.

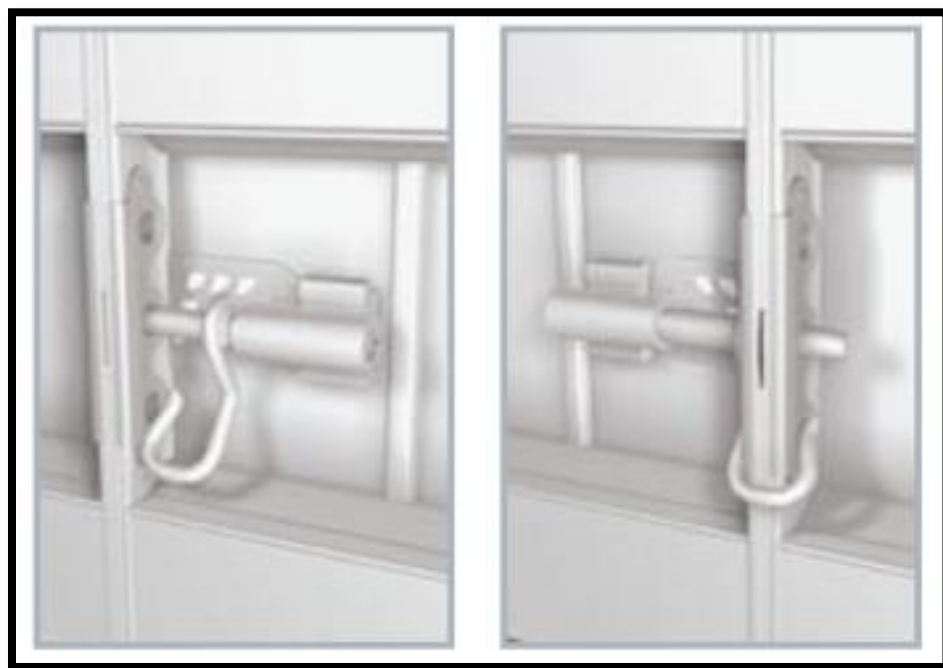


Ilustración 97. Grapa Candado

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

Pasadores:

Accesorio que en conjunto con la cuña sirve para la sujeción de paneles de muro entre sí, con angulares, esquineros de muro y tapamuros; así como para la sujeción básica de paneles de losa. Sirve como accesorio complementario en aquellas sujeciones donde haya fillers y perfiles de ajuste.



Ilustración 98. Pasadores

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

## Pin Grapa

Accesorio utilizado para la sujeción de rieles ranurados con rieles perforados, como:

- Paneles de losa con unión muro losa.
- Paneles de muro con unión muro losa.
- Tapamuros con formaletas de muro.
- Paneles de losa con losa puntal.
- Paneles de losa entre sí.



Ilustración 99. Pin Grapa

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

Cuña:

Trabaja en conjunto con los pasadores y pin flecha. Su forma curva permite insertarla fácilmente disminuyendo el riesgo de daño de la formaleta.

Por su trabajo exigente, se recomienda su revisión y cambio cada 250 usos. Si su desgaste es excesivo y no ajusta con el pasador, se deben cambiar.



Ilustración 100. Cuña

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

Corbatas:

Accesorio de acero al carbono para sujetar y separar las formaletas determinando el espesor del muro. Son instaladas en las uniones de paneles en toda la altura cada 30 cm.

Por su trabajo exigente, se recomienda su revisión y cambio cada 250 usos.

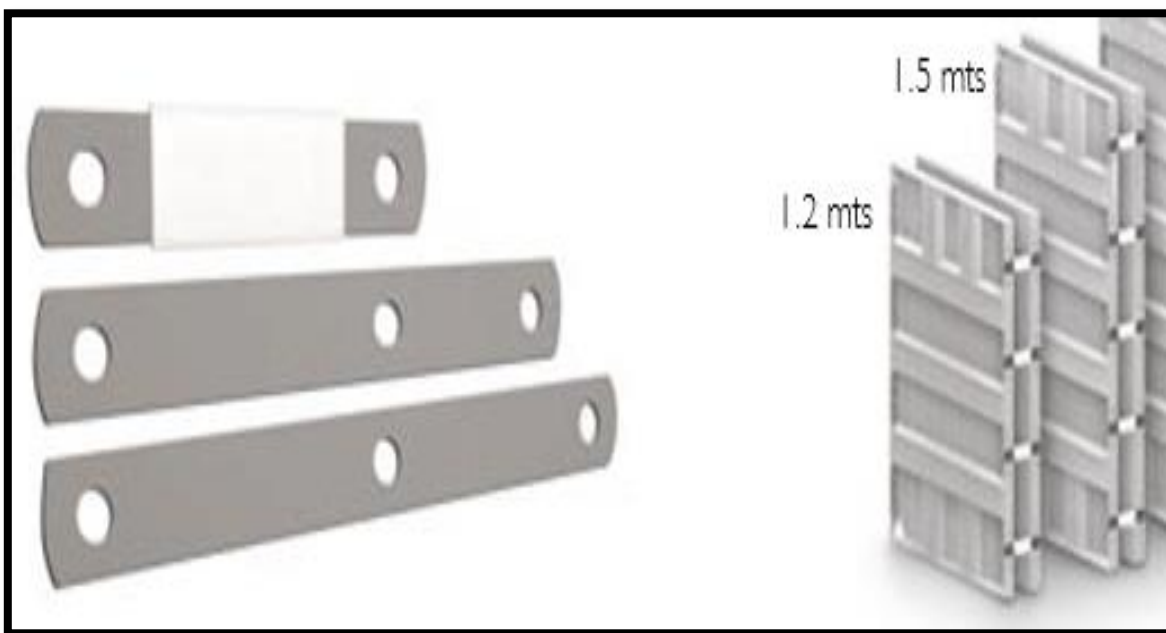


Ilustración 101. Corbatas

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

### Portalineador Horizontal:

Este diseño se utiliza en las formaletas de muro que se sujetan entre sí con pin flecha o pasador y cuña.



Ilustración 102. Portalineador Horizontal

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

### Portalineador Grapacandado:

Este diseño se utiliza en formaletas cuya sujeción se efectúa con grapacandado.



Ilustración 103. Portalineador Grapacandado

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

### Portalineador Vertical:

El portalineador vertical se utiliza para efectuar la alineación vertical en fachadas, entre paneles de muro y culatas o frontones que lo requieran por su altura. Se fijan a los paneles de muro con pasador y cuña.

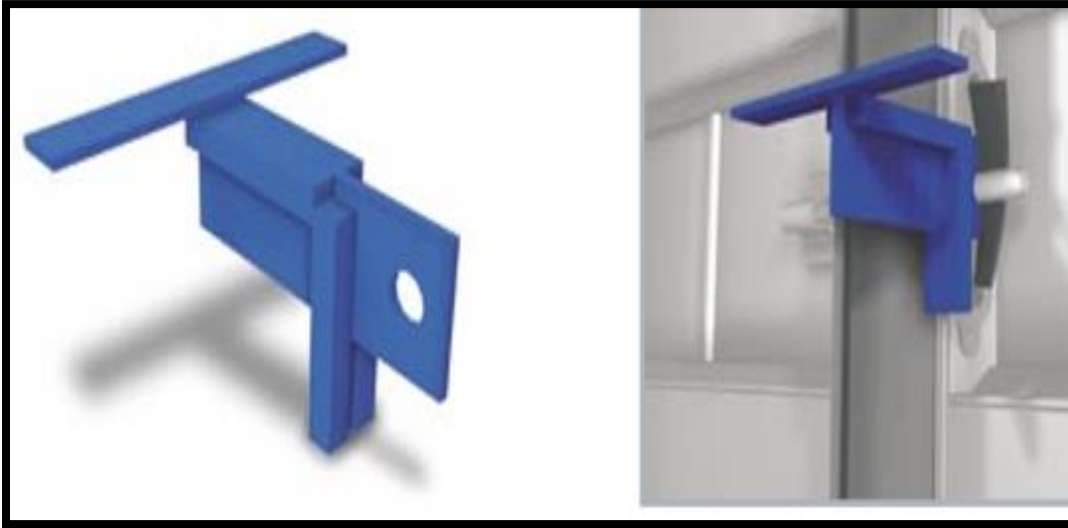


Ilustración 104. Portalineador Vertical

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.

### Separadores Muros y Losas:

Los separadores de muros y losa se utilizan para distanciar las mallas electrosoldadas de las formaletas, de tal manera que el concreto quede recubriendo la malla de manera uniforme hacia ambos lados. Las U de tope sirven para mantener las formaletas alineadas durante el montaje.



Ilustración 105. Separadores Muros y Losas

Fuente: (Catalogo técnico sistema FORZA) Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.).

FORSA.



## CONCLUSIONES

- Cada uno de los estudios de métodos y alternativas de construcción, diferentes a las conocidas tradicionalmente, debe impulsar el desarrollo de una nueva etapa en la construcción del país, permitiendo así, incorporar y adaptar nuevas tecnologías que mejoren la calidad de vida de los panameños, esto como punto central y prioritario que busca la solución del problema de déficit de vivienda.
- La gran demanda actual de la vivienda, el déficit habitacional, los altos costos de la construcción, la calidad cuestionable de las obras destinadas a personas de escasos recursos, son razones por las cuales se hace necesario generar soluciones constructivas a corto plazo forzando a las grandes empresas a crear diferentes elementos constructivos con materiales nuevos e innovadores, los cuales se ven reflejados en su duración, costo final y en la utilización de estructuras prefabricadas no convencionales. Este progreso en la construcción es alcanzado gracias al paso de la construcción convencional a los sistemas más avanzados y más limpios, con mayor planificación, control y organización.
- Tener y cumplir una planificación detallada de todos los procesos es fundamental para garantizar una ejecución posterior óptima. El uso del sistema exige la efectiva comunicación de las cuadrillas, actividades y proveedores.
- Dependiendo de la eficiencia de los equipos, de la mano de obra y de la técnica implementada; se pueden obtener altos rendimientos en los ciclos de trabajo, los cuales pueden llegar a lograr un ciclo completo en 24 horas.

- El sistema constructivo RBS es un sistema que está compuesto por paneles extruidos de PVC, diseñados para ensamblarse fácilmente y adaptarse a cualquier tipo de proyecto. El mismo se utilizaba en Santiago, pero con una menor demanda.
- El sistema manoportable es uno de los sistemas que más se ha utilizado en Santiago ya que el mismo permite la producción en serie de viviendas unifamiliares. Con los moldes se llega a tener de casi una casa vaciada por día de trabajo.
- El sistema de construcción tipo túnel permite la construcción de edificaciones cuya estructura está compuesta por pantallas estructurales y losas, las cuales se construyen monolíticamente en un período de tiempo corto y pueden llegar a ser utilizadas hasta 1,500 veces.
- El sistema túnel fue diseñado para solventar una deficiencia de vivienda en un corto período de tiempo y con mano de obra poco especializada. En la época actual, donde el déficit de viviendas y el desempleo en el país han alcanzado niveles sin precedentes; el sistema túnel podría ser parte de una solución habitacional a gran escala en todo el territorio nacional.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar charlas o repartir panfletos para explicarle u orientar a la ciudadanía sobre el uso de estos materiales y que puedan llegar a utilizarlos.
- Una buena información de las ventajas que traen estos nuevos sistemas de construcción son la base del aumento del uso de los mismos. Incluso decirles a las personas si los mismos necesitan algún tipo de cuidado en específico.
- Capacitar a una mayor cantidad de trabajadores panameños sobre la instalación y mantenimiento de estos sistemas.
- Tener precios más accesibles al público en general al momento de la compra tanto de los materiales, como a la opción de una vivienda de barriada hecha con estos materiales.
- Abrir nuevos mercados, es decir, empresas que se dediquen en la Ciudad de Santiago a la distribución y venta de estos nuevos sistemas constructivos.

## BIBLIOGRAFÍA

- América, P. (s.f.). *Panamá América*. Obtenido de <http://www.panamaamerica.com.pa>
- Argos. (s.f.). *Formaletas para la construcción de sistemas industrializados. 360 en concreto*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/construccion-con-sistemas-industrializados>
- Arquitectura, C. &. (14 de julio de 2014). *Las Vigas – Arquitectura + Estructura*. Obtenido de [Las Vigas – Arquitectura + Estructura: https://joelrequejo.wordpress.com/2014/07/14/vigas/](https://joelrequejo.wordpress.com/2014/07/14/vigas/)
- Baselli, A. (13 de diciembre de 2011). *Sistemas Estructurales de Ltura Activa*. Obtenido de [http://www.mailxmail.com/sistema-estructural-altura-activa-construccion-3\\_h](http://www.mailxmail.com/sistema-estructural-altura-activa-construccion-3_h)
- Catalogo técnico sistema FORZA. (s.f.). *FORZA*.
- Coll, A., & Gustavo, E. (7 de agosto, 2003). *Manual de Ejecución de Edificaciones Tipo Túnel*. Caracas.
- COMUNICACION, E. D. (28 de octubre de 2015). *COMUNICACION*. Obtenido de <https://www.eadic.com/tipos-de-cimentacion-descripciones/>
- Construyendo.com. (2015). *Losas, Construyendo.com*. Obtenido de [Losas, Construyendo.com: http://construyendo.co/temas/articulos/losas.php](http://construyendo.co/temas/articulos/losas.php)
- CYPE Ingenieros, S. (s.f.). *Instalaciones.Panamá. Generador de precios de la construcción*. Obtenido de [http://www.panama.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/Instalaciones.html](http://www.panama.generadordeprecios.info/obra_nueva/Instalaciones.html)
- F. Handle, W. B. (29 de Octubre de 2008). *wikipedia.org*. Obtenido de [wikipedia.org/wiki/Material\\_de\\_construccion: https://es.wikipedia.org/wiki/Material\\_de\\_construccion](https://es.wikipedia.org/wiki/Material_de_construccion)

FORMESAN. (s.f.). *Encofrados Metálicos para Moldeado de Concreto*. Formesan.com.co.

Generador de precios. IECA. (s.f.). Obtenido de [http://www.mexico.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/Estructuras/Concreto\\_reforzado/Vigas/Viga\\_de\\_concreto\\_reforzado.html](http://www.mexico.generadordeprecios.info/obra_nueva/Estructuras/Concreto_reforzado/Vigas/Viga_de_concreto_reforzado.html)

Gómez, J. (s.f.). *Docplayer. Estructuras Metálicas Panamá*. Obtenido de <https://docplayer.es/30568697-Definicion-arq-jose-luis-gomez-amador.html>

González, J. (11 de octubre de 2015). *CONSTRUCCION, Materiales de Construcción*. Obtenido de <http://construccionig.blogspot.com/2015/10/materiales-de-construccion.html>

Lario, E. (octubre de 2011). *Alario*. Obtenido de <https://enriquealario.com/tipos-de-hormigon/>

Martinez, G. C. (septiembre de 2016). Obtenido de <http://ribuni.uni.edu.ni/1346/1/80472.pdf>

Material de construcción, W. (2017). *Material de construcción*. Obtenido de Wikipedia, La enciclopedia libre: [https://es.wikipedia.org/wiki/Material\\_de\\_construcci%C3%B3n#Tipos](https://es.wikipedia.org/wiki/Material_de_construcci%C3%B3n#Tipos)

Mayorga Ortegon , S. A. (2011). *PORQUE EL SISTEMA ROYAL BULDING SYSTEM PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL*. Bogotá, Colombia: Recuperado de <http://www.azembla.com.co> .

Meglio, A. (3 de enero de 2012). *construmatica*. Obtenido de [construmatica.com: http://www.construmatica.com/construpedia/Hormig%C3%B3n](http://www.construmatica.com/construpedia/Hormig%C3%B3n)

*Ministerio de Vivienda* . (s.f.). Obtenido de <http://www.miviot.gob.pa>

*NacionalFM*. (19 de julio de 2018). Obtenido de <http://sertv.gob.pa>

- Niños, V. E. (8 de junio de 2014). *Sistemas Estructurales, Slide share* . Obtenido de Sistemas Estructurales, Slide share : <https://es.slideshare.net/1964victoria/sistemas-estructurales-35624621>
- Pesántez, A., & Esteban, T. (2014). *Sistema Constructivo con uso de Formaletas Metálicas* . Cuenca, Ecuador.
- REC, I., & S.A. (s.f.). *Ingeniería REC; S.A.* Obtenido de <http://www.ingenieriarecsa.com>
- Requejo, J. (14 de julio de 2014). *Las Vigas,wordpress*. Obtenido de Las Vigas,wordpress: <https://joelrequejo.wordpress.com/2014/07/14/vigas/>
- Rojas , Z. (2013). Panamá América. *Content/tecnologías-minimizan-los-costos-en-las-construcciones*, pág. 1.
- Rondón, A., & E., A. (octubre,2011). *Sistema Estructural Tipo Túnel*.
- S.A., F. (2010). *Simulación 3D Encofrado Forsa. Recuperado de* . Obtenido de <http://www.youtube.com/watch?v=7BVcCYRVBuY>
- S.A., R. C. (s.f.). *Royal Constrution Panama S.A.* Obtenido de <http://www.royalpa.com>
- S.A., U. (21 de noviembre de 2017). *UMACON* . Obtenido de UMACON.COM: <http://www.umacon.com/noticia.php/es/tipos-de-hormigon-y-cemento/37266>
- Saenz, M. (2011). *Proceso Constructivo* .
- Santiago, L. R. (s.f.). *La Reserva Santiago* . Obtenido de <http://www.lareservasantiago.com>
- Santiago, L. S. (s.f.). *Los Sueños de Santiago* . Obtenido de <http://www.lossueñosdesantiago.com>
- Semana, R. (s.f.). *Revista Semana* . Obtenido de <http://www.revistasemana.com>
- Sinha, S. (2016). *Arquigrafico.com*. Obtenido de Arquigrafico.com: <https://arquigrafico.com/ventajas-de-las-laminas-de-fibroemento-plycem/>

Ter, L. (s.f.). *Arquitectura Residencial Moderna*. Obtenido de *Vigas*. (s.f.). Obtenido de [https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947489/contido/74\\_vigas.html](https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947489/contido/74_vigas.html)

<https://www.pinterest.com.mx/pin/311029918000110133/?d=t&mt=login>

Wikipedia, c. d. (29 de octubre de 2017). *Concreto*. Obtenido de Wikipedia, La enciclopedia libre.: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Concreto&oldid=120696258>

Wikipedia, L. e. (11 de septiembre de 2013). *Columna (arquitectura)*, *Wikipedia*. Obtenido de *Columna (arquitectura)*, *Wikipedia*: [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Columna\\_\(arquitectura\)&oldid=121295701](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Columna_(arquitectura)&oldid=121295701)

Wikipedia, L. e. (2 de noviembre de 2017). *Cimentación*, *Wikipedia*. Obtenido de *Cimentación*, *Wikipedia*: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Cimentaci%C3%B3n&oldid=121011848>

Wikipedia, L. e. (1 de septiembre de 2017). *Elemento Estructural*, *Wikipedia*. Obtenido de *Elemento Estructural*, *Wikipedia*: [https://es.wikipedia.org/wiki/Elemento\\_estructural](https://es.wikipedia.org/wiki/Elemento_estructural)

Wordpress. (9 de 2009). *Erods.files.wordpress.com*. Obtenido de *Erods.files.wordpress.com*: [https://erods.files.wordpress.com/2009/09/guia\\_aplicaciones\\_plycem\\_1.pdf](https://erods.files.wordpress.com/2009/09/guia_aplicaciones_plycem_1.pdf)

## GLOSARIO

- **Aporticado:** es aquel cuyos elementos estructurales principales consisten en vigas y columnas conectadas a través de nudos formando pórticos resistentes en las dos direcciones principales de análisis.
- **Áridos:** son materiales granulares inertes formados por fragmentos de roca o arenas utilizados en la construcción y en numerosas aplicaciones industriales.
- **Aséptico:** con los interioristas y personas con perfiles enfocados al diseño es normal que se tenga una especie de marca de la casa. Eso quiere decir que en los proyectos dejamos nuestro sello personal tal y como sucede con otros artistas. No se hace de manera consciente, sino que es su manera de proyectar y de trasladarlos a un diseño de interior.
- **Autocompactante:** es un tipo de hormigón que se caracteriza por la capacidad que tiene de fluir y rellenar cualquier parte del encofrado solamente por la acción de su propio peso, sin ser necesaria una compactación por medios mecánicos, y sin existir bloqueo ni segregación: de ahí su denominación auto-compactante.
- **Autoportante:** aquellos productos capaces de soportar todo el peso del apilamiento sin sufrir ningún deterioro.

- **Axiales:** se conoce a la simetría que existe en torno a un eje cuando la totalidad de los semiplanos que se toman desde una determinada mediatriz exhiben las mismas características.
- **Bentonita:** es una arcilla de grano muy fino del tipo de montmorillonita que contiene bases y hierro. Tiene aplicaciones en cerámica, entre otros usos.
- **Biaxiales o triaxiales:** que tiene dos ejes.
- **Calizos:** se refiere a una piedra de manera sedimentaria que está formada químicamente el carbonato de cal y referente a la calcita, se puede formar un grupo de minerales como siderita, arcilla y cuarzo.
- **Clinker:** es el principal componente del cemento portland, el cemento más común y por lo tanto, del hormigón.
- **Cohesión:** se conoce a la acción y efecto de adherirse las cosas entre sí, bien sea materiales o inmateriales, como las ideas.
- **Conglomerante:** se denomina al material capaz de unir fragmentos de uno o varios materiales y dar cohesión. Los conglomerantes son utilizados como medio de unión, formando pastas llamadas morteros o argamasas.

- **Domos:** la idea de domo se emplea en el ámbito de la arquitectura con referencia a una cúpula. Se trata de una bóveda que, con forma de media esfera o similar, permite cubrir parte o totalidad de un edificio.
- **Dovelas:** es un elemento constructivo que conforma un arco y que puede ser de diferentes materiales, como ladrillo o piedra. Actualmente se elaboran en hormigón armado o pretensado. Se caracterizan por su disposición radial.
- **Enchapes:** los enchapes de mármol y de granito se aplican en plancha y se adhieren a la superficie del muro mediante el uso de mortero de cemento. Son costosas, de gran durabilidad, bella apariencia y magnífico acabado. Se emplean en obras de carácter monumental.
- **Enfoscado:** o repellido es una capa de mortero empleada para revestir una pared o un muro. En los enfoscados se puede utilizar mortero de cemento, mortero de cal, mortero de tierra, o bien un mortero bastardo que sería mezcla de las anteriores.
- **Extrusionado:** es un proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija. El material se empuja o se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada.

- **Fraguado:** es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad de hormigón, producido por la desecación y recristalización de los hidróxidos metálicos con los óxidos metálicos presentes en el Clinker que compone el cemento.
- **Freático:** se aplica al manto o capa de agua subterránea formada por la filtración de las aguas de lluvia que alimenta los manantiales.
- **Graníticos:** de granito, que tiene relación con él o alguna de sus propiedades. Granito es una roca ígnea plutónica formada esencialmente por cuarzo, feldespato alcalino, plagioclasa y mica.
- **Gresite:** es un material de construcción para revestimientos y su nombre viene de azulejo de gres cuando se presenta en pequeños formatos, aproximadamente desde 2x2cm, hasta 4x4cm, además se le añade fibra de vidrio durante su fabricación.
- **Grilla:** es una herramienta que se usa para crear formas con armonía geométrica en el proceso del diseño de un logo. Las grillas son, con frecuencia, llamadas guías de construcción, dependiendo de la forma en que las líneas de la grilla son usadas.
- **Homogeneidad:** es la estandarización de las propiedades de un producto; objetivo que persigue la homogeneización. Investiga la correlación entre dos individuos o simplemente mezcla que pasa a hacer algo figurado.

- **Ignifugo:** este término suele emplearse para calificar al material que tiene resistencia al fuego y a las altas temperaturas. Usar materiales ignífugos en una construcción, de este modo, supone una protección ante un eventual incendio. Hay sustancias que impiden la combustión y la propagación de las llamas en las maderas, por ejemplo. También es posible encontrar pinturas y barnices ignífugos.
- **Manoportable:** es un sistema industrializado modular manual especial para moldeado de concreto, de fácil manejo, multiusos, con medidas estandarizadas, que proporcionan uniformidad en superficies a la vista y seguridad en concretos estructurales.
- **Monolítica:** es el tipo de construcción en el cual el edificio es esculpido o excavado en un único bloque de material pétreo. Son aquellos en los que su centro es un grupo de estructuras fijas, las cuales funcionan entre sí. Un conjunto de procedimientos de servicio que llevan a cabo las llamadas del sistema.
- **Ortoedro:** es un prisma rectangular ortogonal, cuyas caras forman entre si ángulos diedros rectos. A estos prismas rectos, y se los denomina también paralelepípedos rectangulares.
- **Peralte:** se denomina a la pendiente transversal que se da en las curvas a la plataforma con el fin de compensar con un componente de su propio peso, y lograr

que la resultante total de las fuerzas se mantenga paralela al plano horizontal, actuando de fuerza centrípeta dirigida en todo momento hacia el centro de la curva.

- **Pladur:** material de construcción que se compone de placas de yeso, separadas por una de celulosa o catón, que se emplea en decoración y acabado de interiores.
- **Portland:** cemento compuesto de una mezcla de caliza y arcilla, que fragua muy despacio y es muy resistente; al secarse adquiere un color semejante al de la piedra de las canteras inglesas de Portland.
- **Repisas:** es un elemento de la arquitectura o del diseño que sirve como sostén de algo. Se trata de un estante alargado en sentido horizontal que se fija a una pared para que puedan apoyarse cosas sobre su superficie.
- **Silíceos:** se define como concerniente y relativo al sílice. Se dice de una sustancia o compuesto de origen mineral similar, semejante a la sílice también denominada químicamente como el óxido de silicio, aplicada también otras variantes.
- **Uniaxiales:** describe un cristal o mineral que tiene una dirección, paralelo al eje principal, por la que se produce refracción simple.
- **Vinilo:** fabricados en material de gran resistencia y anti brillos para su fácil colocación y durabilidad, disponible en varios tamaños y en más de cincuenta

colores. Stickers de diseño que contiene la ilustración de uno de sus planos arquitectónicos. Dibujar es más rápido y deja menos espacio para las mentiras.

- **Vinisol:** ofrece una solución integral de decoración, con baldosas de vinilo las cuales son ideales para vivienda, centros hospitalarios, jardines infantiles. Hay diferentes tipos tales como: palo santo, zapan, Sahara, entre otros.

# ANEXOS

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO**  
**CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO DE VERAGUAS**  
**ENCUESTA PÚBLICA – LICENCIATURA EN ARQUITECTURA**

**Modelo de encuesta para el Estudio de las Nuevas Metodologías de Construcción en el distrito de Santiago, Provincia de Veraguas para la distribución de productos al público en general**

**1. ¿Cuántos habitan en esta vivienda?**

-----

**2. ¿Situación laboral de la persona principal de la familia?**

-----

**1. ¿En qué área se encuentra ubicada dicha vivienda y en que otro lugar le gustaría que estuviese ubicada?**

-----

**4. ¿Siente usted que ha cambiado la calidad de vida de usted y su familia?**

-----

-----

**5. ¿Tiene usted conocimiento de que material está construida su vivienda?**

-----

**6. En términos generales, ¿Cuál es su grado de satisfacción con la vivienda?**

-----

**7. ¿Qué tiempo tiene de residir en dicha vivienda?**

-----

**8. Podría decirme si su vivienda es de ayuda del gobierno o pago de letra mensual?**

-----

**9. ¿Ha tenido algún inconveniente con la vivienda en el aspecto de la estructura?**

-----

**10. Recomendaría usted a otras personas a utilizar estos materiales de construcción?**

-----

**Gracias por su colaboración**



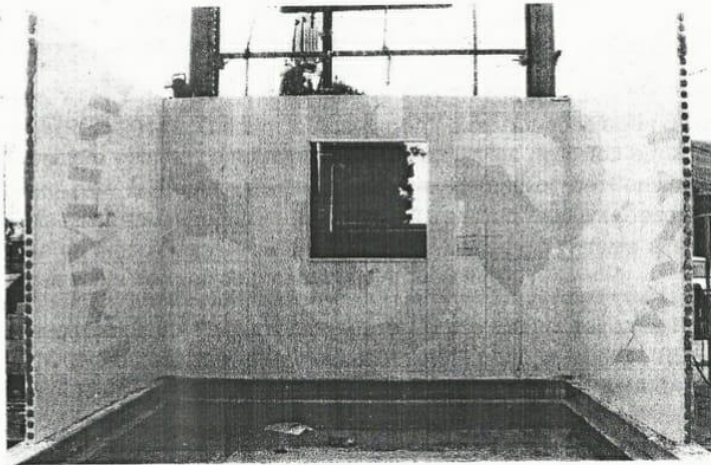
# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ

"Camino a la excelencia a través del mejoramiento continuo"

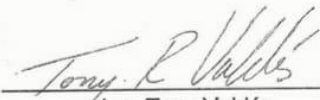
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ  
CENTRO EXPERIMENTAL DE INGENIERÍA  
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS  
SOLICITUD DE TRABAJO No. CEI 04 - 016 - 2017  
INFORME No. CEI 04 - 0182 - 2017

INFORME DEL  
ESTUDIO EXPERIMENTAL AL SISTEMA ALTERNATIVO DE CONSTRUCCIÓN  
"RBS (ROYAL BUILDING SYSTEM)".

SOLICITADO POR:  
"ROYAL CONSTRUCTION PANAMA, S.A."



PRESENTADO POR:

  
Ing. Tony Valdés  
Jefe del Laboratorio

  
CENTRO EXPERIMENTAL  
DE INGENIERÍA  
LABORATORIO DE  
ESTRUCTURAS

  
Ing. Ramiro Vargas, Ph.D.  
Director del Centro Experimental de Ingeniería

República de Panamá, 22 de febrero de 2018.

Apdo. 0819-07289, Panamá, República de Panamá  
Central Telefónica: 560-3000  
www.utp.ac.pa



# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ

"Camino a la excelencia a través del mejoramiento continuo"

## LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

Universidad Tecnológica de Panamá, Campus Víctor Levi Sasso  
Vía Ricardo J. Alfaro, Teléfono: 560-3538

especímenes. Los gráficos de carga versus deformación (desplazamiento o deflexión) de cada tipo de espécimen se encuentran individualmente en los informes anexos a este informe.

**Tabla 6.1** Resumen de máxima carga experimental aplicada a los especímenes.

Ensayo	Elemento	Carga máxima aplicada (kN)		
		Nº 1	Nº 2	Nº 3
Compresión	COM - 1,08 m	87,1	96,6	68,6
	COM - 2,66 m - P	143,9	198,5	157,8
Carga paralela al plano	LPL - 2,02 m	39,5	42,7	*
	LPL - 2,69 m	48,7	55,2	48,7
	LPL - 4,44 m	53,6	53,8	49,0
	LPL - 4,47 m - P	40,6	47,0	42,5
Flexión	FLEX - 1,06 m	16,8	18,4	18,1
Carga perpendicular al plano	LFU - 3,63 m	18,0	16,4	16,8

\*Ensayo no realizado a discreción del cliente.

**Tabla 6.2** Resistencias promedio del concreto de los especímenes a los 28 días.

Ensayo	Elemento	Resistencia del concreto (MPa)		
		Nº 1	Nº 2	Nº 3
Compresión	COM - 1,08 m	**	**	**
	COM - 2,66 m - P	**	**	**
Carga paralela al plano	LPL - 2,02 m	3,7	3,7	**
	LPL - 2,69 m	5,8 ✓	5,8	3,7
	LPL - 4,44 m	2,0	3,7	2,0
	LPL - 4,47 m - P	2,0	**	2,0
Flexión	FLEX - 1,06 m	**	2,0	2,0
Carga perpendicular al plano	LFU - 3,63 m	**	**	**

\*\*No se realizó muestreo del vaciado de estos especímenes.

Los resultados de los ensayos efectuados corresponden únicamente a las muestras indicadas en este informe. Este documento es estrictamente confidencial y no se facilitará información del mismo a terceros, salvo autorización por escrito del propietario. La publicación o reproducción total o parcial de este documento requiere la autorización escrita del laboratorio. Cliente: Royal Construction Panama, S.A. Solicitud: CEI 04 - 016 - 2017. Informe: CEI 04 - 0182 - 2017.



### 7. CONCLUSIONES

- ROYAL CONSTRUCTION PANAMA, S.A. por medio del Laboratorio de Estructuras del Centro Experimental de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Panamá, ha sometido su sistema alternativo de construcción "**RBS (ROYAL BUILDING SYSTEM)**" a ensayos experimentales; este sistema alternativo está enfocado para la construcción de viviendas unifamiliares. Este estudio es exclusivo para el sistema alternativo descrito en la sección 3 de este informe. La aplicación del sistema en estructuras distintas a viviendas unifamiliares será decisión y responsabilidad de las autoridades o entidades correspondientes y del ingeniero estructural responsable del diseño, con la verificación del manual de cálculos.
- La Tabla 6.1 muestra el resumen de las máximas cargas aplicadas a los especímenes. Los gráficos de carga vs deformación (desplazamiento o deflexión) que se obtuvieron para cada espécimen de los diferentes tipos de ensayos son información importante para evaluar el comportamiento del sistema.
- Mediante el presente informe técnico es posible establecer la capacidad de los elementos en base a los resultados experimentales a escala completa según la construcción desarrollada para las pruebas de laboratorio, considerando las diferencias entre las condiciones de conectividad de los ensayos y las de una vivienda, así como también el tamaño y posición de las aberturas de ventana y puerta, como lo es en el caso de los ensayos de carga perpendicular al plano (LFU) con abertura de ventana, y los ensayos de carga paralela al plano (LPL) y de compresión (COM) con aberturas de puerta.
- La verificación de la capacidad estructural del sistema alternativo "**RBS (ROYAL BUILDING SYSTEM)**" obtenida de los ensayos realizados por el Laboratorio de Estructuras deberá ser revisada por un profesional idóneo responsable para la confección del Manual de Diseño del sistema constructivo, según lo establece el punto 3.1 del procedimiento para la Aprobación de Sistemas Alternativos de Construcción de la Vivienda Unifamiliar en la República de Panamá contenido en el Reglamento para el Diseño Estructural en la República de Panamá (REP-2014).

Los resultados de los ensayos efectuados corresponden únicamente a las muestras indicadas en este informe. Este documento es estrictamente confidencial y no se facilitará información del mismo a terceros, salvo autorización por escrito del propietario. La publicación o reproducción total o parcial de este documento requiere la autorización escrita del laboratorio. Cliente: Royal Construction Panama, S.A. Solicitud: CEI 04 - 016 - 2017. Informe: CEI 04 - 0182 - 2017.

Página 12 de 15

Apdo. 0819-07289, Panamá, República de Panamá

Central Telefónica: 560-3000  
www.utp.ac.pa





## LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

Universidad Tecnológica de Panamá, Campus Víctor Leví Sasso  
Vía Ricardo J. Alfaro, Teléfono: 560-3538

- La capacidad experimental establecida mediante este informe técnico, considerando la configuración de los especímenes, condiciones de ensayo, propiedades estructurales y condiciones de apoyo o conectividad, son válidas en cualquier zona del país; sin embargo, la demanda de cargas de gravedad y laterales varían según el Reglamento para el Diseño Estructural (REP-2014) para cada región.
- Para garantizar la obtención de capacidades estructurales iguales o superiores a las obtenidas en el presente programa de ensayo, se deberán utilizar formaleas de PVC con características iguales o superiores a las que componían los especímenes; el concreto con resistencia igual o superior al empleado en el vaciado de los especímenes según se muestra en la tabla 6.2 de este informe. En cuanto al refuerzo se deberá respetar el espaciado máximo utilizado en las paredes y el diámetro mínimo de las barras de acero corrugado. El espesor de pared no debe ser inferior a 6,4 cm. Se debe replicar la conexión de las paredes con las fundaciones según la utilizada en los especímenes.

### 8. RECOMENDACIONES

Consideraciones que debe tener el cliente para la construcción de su sistema alternativo:

- El diseñador estructural de la vivienda estimará la longitud máxima sin arriostramiento lateral mediante paredes o elemento de techo, para garantizar la estabilidad lateral de la vivienda ante las demandas de cargas.
- Estructurar las viviendas siguiendo los detalles constructivos utilizados en la construcción de los especímenes ensayados y garantizando la estabilidad lateral de la vivienda.
- Los detalles de fundaciones dependerán de la capacidad de soporte del suelo, las condiciones del sitio donde se cimentará la vivienda y la presencia o ausencia de suelos expansivos.
- Realizar los controles de calidad de los materiales y los controles de las construcciones de las viviendas para que se realicen siguiendo prácticas constructivas aceptables para el sistema en cuestión, entre los que podemos

Los resultados de los ensayos efectuados corresponden únicamente a las muestras indicadas en este Informe. Este documento es estrictamente confidencial y no se facilitará información del mismo a terceros, salvo autorización por escrito del propietario. La publicación o reproducción total o parcial de este documento requiere la autorización escrita del laboratorio. Cliente: Royal Construction Panama, S.A. Solicitud: CEI 04 - 016 - 2017. Informe: CEI 04 - 0182 - 2017.





# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ

"Camino a la excelencia a través del mejoramiento continuo"

## LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

Universidad Tecnológica de Panamá, Campus Víctor Levi Sasso  
Vía Ricardo J. Alfaro, Teléfono: 590-3536

mencionar: control de calidad del concreto utilizado, manejo apropiado de las formaletas de PVC, control de calidad del acero de refuerzo, entre otros.

- El Manual de Diseño del sistema ensayado debe contener todos los detalles estructurales del armado de las paredes, incluyendo la conectividad entre paredes que se han utilizado para los ensayos en el Laboratorio de Estructuras, para garantizar la estabilidad lateral de las paredes. En el REP-2014 se establece el contenido mínimo del manual de diseño.

### 9. COMENTARIOS

- La Universidad Tecnológica de Panamá no se hace responsable si los detalles o el método constructivo de las viviendas son modificados o aplicados en forma inadecuada. Los manuales de instalación que se puedan generar del sistema como resultado de este informe son responsabilidad del Ingeniero Civil idóneo autor del manual.
- Cualquier cambio al sistema alternativo "**RBS (ROYAL BUILDING SYSTEM)**", que difiera con lo presentado en el Laboratorio de Estructuras, será responsabilidad del ingeniero civil idóneo en la República de Panamá, de la compañía **ROYAL CONSTRUCTION PANAMA, S.A.** o del ingeniero civil idóneo responsable del diseño estructural del proyecto, y se exonerará a la Universidad Tecnológica de Panamá de cualquier tipo de responsabilidad.
- Ni los ensayos realizados por la Universidad Tecnológica de Panamá, ni la aprobación del sistema por parte de la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura eximen de la obligatoriedad de que cada proyecto tenga como responsable a un profesional idóneo en las áreas de ingeniería y/o arquitectura.

### 10. REFERENCIAS

- REP – 2014. Reglamento para el Diseño Estructural en la República de Panamá.
- ASTM -E575-05(2011). Standard Practice for Reporting Data from Structural Test of Building Constructions, Elements, Connections, and Assemblies.

Los resultados de los ensayos efectuados corresponden únicamente a las muestras indicadas en este informe. Este documento es estrictamente confidencial y no se facilitará información del mismo a terceros, salvo autorización por escrito del propietario. La publicación o reproducción total o parcial de este documento requiere la autorización escrita del laboratorio. Cliente: Royal Construction Panama, S.A. Solicitud: CEI 04 – 016 – 2017. Informe: CEI 04 – 0182 – 2017.

Página 14 de 15

Apdo. 0819-07289, Panamá, República de Panamá

Central Telefónica: 560-3000

www.utp.ac.pa



REPÚBLICA DE PANAMÁ  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
(Ley 15 del 26 de Enero 1959)

Resolución No-JTIA-022-18 de 23 de mayo de 2018.

**POR MEDIO DE LA CUAL SE APRUEBA EL SISTEMA ALTERNATIVO DE CONSTRUCCIÓN PARA LA PEQUEÑA VIVIENDA UNIFAMILIAR RBS (ROYAL BUILDING SYSTEM).**

**LA JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
CONSIDERANDO:**

Que la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura (JTIA), es una entidad de derecho público creada mediante la Ley 15 de 26 de enero de 1959, modificada por las leyes No. 53 de 4 de febrero de 1963 y No. 21 de 20 de junio de 2007.

Que en concordancia con el artículo 12 de la Ley 15 de 1959, la Resolución de la JTIA No. 187 de 01 de julio de 2014, esta adopta el Reglamento para el Diseño Estructural en la República de Panamá (REP-14).

Que en el Capítulo 7 referente a, "La pequeña Vivienda" del REP-2014, se indican los métodos que deben considerarse para la construcción de una vivienda unifamiliar de una planta que se apoya directamente sobre el suelo.

Que la Sección 7.5.9.1, "Sistema Alternativo", del Capítulo 7 antes señalado expresa:  
La aceptación de un sistema alternativo requiere estricto cumplimiento de los requisitos descritos en el documento "Procedimiento para la Certificación de Sistemas Alternativos de Construcción de la Vivienda Unifamiliar en la República de Panamá", emitido mediante resolución por la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura. La aceptación del sistema alternativo será expedida por la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura.

Que la empresa **ROYAL CONSTRUCTION PANAMA, S.A.**, mediante Nota s/n, fechada de 13 de abril de 2018, sometió a consideración, evaluación y aprobación de la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura, el Sistema Alternativo de Construcción para la pequeña vivienda unifamiliar RBS (**ROYAL BUILDING SYSTEM**).

Que mediante Nota No. 160-18 fechada de 19 de abril de 2018, la JTIA remitió al Comité Consultivo Permanente (CCP) del REP-14, la solicitud de la empresa **ROYAL CONSTRUCTION PANAMA, S.A.**, junto con el informe del Centro Experimental de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Panamá, para su revisión y análisis.

Que el CCP REP-14, luego de analizar la solicitud y estudio presentado por la empresa **ROYAL CONSTRUCTION PANAMA, S.A.**, opina que el concepto estructural es satisfactorio, toda vez que el sistema constructivo presentado, consiste en:

1. Losa sobre suelo y fundaciones de pared: Las dimensiones, la resistencia de concreto y el refuerzo se determinan mediante cálculo estructural y siguiendo las recomendaciones del estudio geotécnico.
2. Paredes de concreto reforzado vaciadas en paneles huecos de PVC con ranuras hembra – macho para ensamblar paneles contiguos. Para conectar paredes perpendiculares se utilizan piezas esquineras de PVC. Las paredes se refuerzan verticalmente con barras a la altura del antepecho y dos barras con viga de amarre arriba de dinteles de aperturas.
3. Techo: cubierta y estructura metálica.
4. **Diseño estructural según el REP 2014:** El manual de diseño describe el procedimiento de diseño estructural.

Además el Sistema Constructivo RBS (ROYAL BUILDING SYSTEM) debe cumplir con el diseño estructural según REP-2014 y tener en cuenta lo señalado en la Sección 7.0 CONCLUSIONES, la Sección 8.0 RECOMENDACIONES y la Sección 9.0 COMENTARIOS del Informe CEI-04-0182-2017.

Que en la Reunión Ordinaria de 22 de mayo de 2018, el Pleno de la JTIA conoció el Informe presentado por el CCP REP-14, observando que se había cumplido con las formalidades estructurales y que el Sistema Alternativo de Construcción para la pequeña vivienda unifamiliar RBS (ROYAL BUILDING SYSTEM), cumple con lo establecido en el REP-14.

Que con base a ello, el Pleno de la JTIA, en uso de sus facultades legales:

#### RESUELVE:

**PRIMERO:** APROBAR el Sistema Alternativo de Construcción para la pequeña vivienda unifamiliar de RBS (ROYAL BUILDING SYSTEM), sometido por la empresa ROYAL CONSTRUCTION PANAMA, S.A., el cual fue analizado por el Laboratorio de Estructuras del Centro Experimental de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Panamá.

**SEGUNDO:** SEÑALAR que el Sistema Alternativo de Construcción para la pequeña vivienda unifamiliar RBS (ROYAL BUILDING SYSTEM) consiste en:

1. Losa sobre suelo y fundaciones de pared: Las dimensiones, la resistencia de concreto y el refuerzo se determinan mediante cálculo estructural y siguiendo las recomendaciones del estudio geotécnico.
2. Paredes de concreto reforzado vaciadas en paneles huecos de PVC con ranuras hembra – macho para ensamblar paneles contiguos. Para conectar paredes perpendiculares se utilizan piezas esquineras de PVC. Las paredes se refuerzan verticalmente con barras a la altura del antepecho y dos barras con viga de amarre arriba de dinteles de aperturas.
3. Techo: cubierta y estructura metálica.
4. **Diseño estructural según el REP 2014:** El manual de diseño describe el procedimiento de diseño estructural.

La aplicación del sistema alternativo debe tener en cuenta la sección 7.0 CONCLUSIONES, la sección 8.0 RECOMENDACIONES y la sección 9.0 COMENTARIOS del informe CEI-04-0182-2017.

**TERCERO:** AUTORIZAR el uso del Sistema Alternativo de Construcción para la pequeña vivienda unifamiliar de RBS (ROYAL BUILDING SYSTEM).

**CUARTO:** CUMPLIR con todo lo señalado en el Reglamento de Seguridad Humana de la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura (RHS).

**QUINTO:** ENVIAR copia autenticada de la presente Resolución a los distintos municipios de la República de Panamá y al Patronato del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Panamá.







#### FUNDAMENTO DE DERECHO:

1. Ley 15 de 1959, decretos reglamentarios y resoluciones complementarias.
2. Resolución de la JTIA 188 de 9 de febrero de 1983, por medio de la cual se adopta el Reglamento para el Diseño Estructural en la República de Panamá y se nombra un Comité Consultivo para el estudio y actualización del mismo, publicado en la Gaceta Oficial 19765 de 7 de marzo de 1983.



**Cuadro 16. NÚMERO, ÁREA Y COSTO DE LAS CONSTRUCCIONES PARTICULARES EN ALGUNOS  
 DISTRITOS DE LA REPÚBLICA, POR CLASE, SEGÚN DISTRITO: PRIMER SEMESTRE DE 2018**

Distrito	Número, área y costo de las construcciones particulares (P)											
	Total			Residenciales			No residenciales					
	Número	Área (en m <sup>2</sup> )	Costo (en balboas) (1)	Número	Área (en m <sup>2</sup> )	Costo (en balboas) (1)	Número	Área (en m <sup>2</sup> )	Costo (en balboas) (1)	Número	Área (en m <sup>2</sup> )	Costo (en balboas) (1)
Aguadulce.....	160	18,830	4,647,261	153	11,277	2,388,141	7	7,553	2,259,120			
Antón.....	119	12,356	3,632,431	112	11,879	2,953,258	7	477	679,173			
Arraiján.....	981	130,909	39,302,240	959	111,378	34,329,470	22	19,531	4,972,770			
Boquete.....	85	11,360	4,281,254	82	8,656	3,555,254	3	2,704	726,000			
Bugaba.....	282	20,916	4,489,308	269	19,575	3,951,722	13	1,341	537,586			
Colón.....	96	56,491	9,461,614	79	10,421	3,088,000	17	46,070	6,373,614			
Chame.....	75	16,063	4,773,863	68	14,139	4,499,240	7	1,924	274,623			
Chitré.....	177	32,405	6,933,608	174	16,835	3,476,183	3	15,570	3,457,425			
David.....	353	53,444	18,153,907	328	31,195	11,704,847	25	22,249	6,449,060			
La Chorrera.....	1,004	91,153	22,784,863	991	72,698	16,795,343	13	18,455	5,989,520			
Las Tablas.....	110	11,131	3,252,397	107	10,551	3,031,826	3	580	220,571			
Los Santos.....	39	5,118	1,108,609	36	3,838	909,254	3	1,280	199,355			
Panamá.....	1,084	706,783	242,787,388	1,034	509,582	198,815,064	50	197,201	43,972,324			
Penonomé.....	514	45,675	9,198,049	500	39,394	8,319,895	14	6,281	878,154			
San Miguelito.....	14	4,745	1,942,975	10	3,555	1,543,394	4	1,190	399,581			
Santiago.....	333	80,836	29,698,703	314	25,785	8,191,622	19	55,051	21,507,081			

FACTORES	SISTEMA TRADICIONAL		SISTEMA INDUSTRIALIZADO DE MUROS Y LOSAS EN CONCRETO			
	APORTICADO	MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	FORMALETA FORSA	FORMALETA DE ACERO PREFABRICADOS	FORMALETA PLASTICA	
<p>Ilustración gráfica de cada sistema constructivo</p> <p>La rentabilidad es el factor que miden los constructores y este se ve traducido en la reducción de costos de los siguientes subfactores:</p> <p>La rentabilidad es el factor que miden los constructores y este se ve traducido en la reducción de costos de los siguientes subfactores:</p> <p>1- Velocidad de construcción</p> <p>Facilidad de ejecución</p>						
	<p>NO es Monolítico</p> <p>- 1 Etapa: se arman las columnas y vigas de amarre con formaletas de madera o acero y se vacía el concreto</p> <p>- 2 Etapa: se vacía la losa.</p> <p>- 3 Etapa: muros divisorios en mampostería (ladrillo)</p>	<p>NO es Monolítico</p> <p>- Se utilizan blocks estructural de concreto o arcilla para los muros.</p> <p>- 1 Etapa: se arma la primera hilada de ladrillo utilizando pega (cemento) entre block y block.</p> <p>- Se continua subiendo el muro pegando el block hilera tras hilera.</p> <p>- 2 Etapa: armada de dinteles y losa y luego se vacía el concreto.</p>	<p><b>Sistema MONOLITICO:</b></p> <p>- 1 Etapa: Se arman las formaletas de muro y losa incluidos los vanos de puertas y ventanas y los detalles arquitectonicos que tenga el proyecto. Se vacía el concreto en el mismo día.</p>	<p>NO es Monolítico</p> <p>- 1 Etapa: el primer día se arman las formaletas de muro. y se vacía el concreto.</p> <p>- 2 Etapa: el segundo día se arma la losa y se vacía el concreto.</p>	<p>NO es Monolítico</p> <p>- 1 Etapa: el primer día se arman las formaletas de muro. y se vacía el concreto.</p> <p>- 2 Etapa: el segundo día se arma la losa y se vacía el concreto.</p>	<p><b>Sistema MONOLITICO:</b></p> <p>- 1 Etapa: Se arman las formaletas de muro y losa incluidos los vanos de puertas. Se vacía el concreto en el mismo día.</p>

FACTORES	SISTEMA TRADICIONAL		SISTEMA INDUSTRIALIZADO DE MUROS Y LOSAS EN CONCRETO			
	APORTICADO	MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	FORMALETA FORSA	FORMALETA DE ACERO PREFABRICADOS	FORMALETA PLASTICA	
<p>La rentabilidad es el factor que miden los constructores y este se ve traducido en la reducción de costos de los siguientes subfactores:</p> <p>1- Velocidad de construcción</p> <p>Facilidad de ejecución</p>	<p>- Sistema muy artesanal que requiere de varios procesos.</p>	<p>- La pega de los block es lenta y requiere de muchos controles para garantizar la verticalidad de los muros.</p>	<p><b>Sistema mecanizado</b> agil y de facil armado con pocos accesorios para el ensamble entre panles</p>	<p><b>Sistema mecanizado</b> agil y de facil armado. Requiere de mas accesorios para el ensamble entre paneles</p>	<p>Sistema mecanizado pero muy pesado</p>	<p><b>Sistema mecanizado</b> agil y de facil armado con pocos accesorios para el ensamble entre panles</p>
	<p>- Una semana para una vivienda</p>	<p>- Una semana para una vivienda</p>	<p>Se logra <b>una vivienda completa al día.</b></p>	<p>- <b>Dos días</b> para una vivienda.</p>	<p>- <b>Dos días</b> para una vivienda.</p>	<p>Se logra <b>una vivienda completa al día.</b></p>
		<p>Cada Block de concreto pesa 8 Kilos.</p>	<p><b>Sistema manoportable:</b> El panel estándar es de 240 x 60 cm y pesa 27 Kilos.</p>	<p><b>Sistema manoportable:</b> El panel standart es de 1.00 x 50 y pesa</p>	<p><b>NO manoportable.</b> requiere indispensablemente de grua.</p>	<p><b>Sistema manoportable:</b> El panel standart es de 1.10 x 55 y pesa</p>

FACTORES	SISTEMA TRADICIONAL		SISTEMA INDUSTRIALIZADO DE MUROS Y LOSAS EN CONCRETO			
	APORTICADO	MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	FORMALETA FORSA	FORMALETA DE ACERO PREFABRICADOS	FORMALETA PLASTICA	
2- Numero de piezas por mt2 de muro y losa	Para logra un Mt2 de muro se requieren minimo acarrear y pegar 33 ladrillos.	Para logra un Mt2 de muro se requieren minimo acarrear y pegar 33 ladrillos.	Paneles más grandes que disminuyen dramáticamente la cantidad de piezas necesarias por Mt2 de muro.	Paneles mas pequeños por Mt2 de muro.	Paredes completas que se unen entre si por medio de soldadura.	Mano de obra <b>menos especializada</b> , ya que el sistema es muy simple y de pocas piezas.
3- Costo mano de obra: Cantidad de personal en obra	Se requiere mucho personal en cada una de las etapas.	Se requiere mucho personal en obra en cada una de las etapas.	<b>Menos</b> mano de obra, ya que hay muchas menos piezas que ensamblar y acarrear	<b>Mas</b> mano de obra que con FORSA por mayor de número de piezas a ensamblar y acarrear.	Menos mano de obra pero <b>requiere indispensablemente de una grua</b> para izar los paneles	<b>Menos</b> mano de obra, aunque hay mas piezas una vez ensamblados los paneles, se transportan varios paneles juntos por su peso liviano.
	Se requiere muy buen carpintero para hacer todos las formaletas de columnas, vigas y losas porque de el dependen las dimensiones	Se requieren muy buenos pegadores de Block para garantizar un muro homogéneo	Mano de obra <b>menos especializada</b> , ya que el sistema es muy simple y de pocas piezas.	Mano de obra <b>menos especializada</b> , ya que el sistema es relativamente simple	Mano de obra <b>muy especializada</b> para soldar los paneles	Mano de obra <b>menos especializada</b> , ya que el sistema es muy simple y facil de unir los paneles entre si.

FACTORES	SISTEMA TRADICIONAL		SISTEMA INDUSTRIALIZADO DE MUROS Y LOSAS EN CONCRETO			
	APORTICADO	MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	FORMALETA FORSA	FORMALETA DE ACERO PREFABRICADOS	FORMALETA PLASTICA	
4- Costo de materiales	Se generan mucho desperdicio y escombros por el corte del ladrillo y la manipulación.	Se generan mucho desperdicio y escombros por el corte del blocky la manipulación.	- Precisión en el presupuesto de materiales. - Mayor control del consumo de materiales. - Poco desperdicio de materiales	- Precisión en el presupuesto de materiales. - Mayor control del consumo de materiales. - Poco desperdicio de materiales	- Mayores costos en transporte de los paneles de la planta a la obra.	- Precisión en el presupuesto de materiales. - Mayor control del consumo de materiales. - Poco desperdicio de materiales
	Mucho desperdicio en el mortero (cemento, arena y agua)	Mucho desperdicio en el mortero (cemento, arena y agua)	Requiere desencofrante	Requiere desencofrante	NO requiere desencofrante pero requiere soldadura.	NO requiere desencofrante
	Mucha madera para formaletear columnas, vigas y losa.	Mucha madera para las losa.	NO requiere utilizar madera	NO requiere utilizar madera	NO requiere utilizar madera	NO requiere utilizar madera
	Requiere mucho apuntalamiento: cerchas, puntales o gatos, polines, guadua etc	Requiere mucho apuntalamiento: cerchas, puntales o gatos, polines, guadua etc	NO requiere mucho apuntalamiento	NO requiere mucho apuntalamiento	NO requiere mucho apuntalamiento	NO requiere mucho apuntalamiento

FACTORES	SISTEMA TRADICIONAL		SISTEMA INDUSTRIALIZADO DE MUROS Y LOSAS EN CONCRETO			
	APORTICADO	MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	FORMALETA FORSA	FORMALETA DE ACERO PREFABRICADOS	FORMALETA PLASTICA	
5- Acabados en la estructura (obra gris)	Se requieren demasiados controles para garantizar un concreto aparente.	Requiere necesariamente de	- Concreto la vista de muy buena apariencia.	- Concreto la vista de muy buena apariencia.	Por el uso de soldadura para unir los paneles, requiere repellos que generan parches.	- Concreto la vista de muy buena apariencia.
	La madera es de pocos usos y genera muchos resanes para lograr una superficie lisa.	repello para lograr una superficie lisa.	Menos costo en los acabados, ya que deja un mejor terminado, sin "panzas" ni texturas que ocultar.	Mayor costo en acabados pues requiere mas repello en la unión entre los paneles.	Mas reprocesos para lograr un solo muro.	Menos costo en los acabados, ya que deja un mejor terminado, sin "panzas" ni texturas que ocultar.
	Para mantener la geometria de la estructura se requieren muchos controles en los plomos y nivelaciones.	Para mantener la geometria de la estructura se requieren muchos controles en los plomos y nivelaciones.	Se mantienen las dimensiones y la geometria de la vivienda conservando los angulos a 90°	Se mantienen las dimensiones y la geometria de la vivienda conservando los angulos a 90°	Se mantienen las dimensiones y la geometria de la vivienda conservando los angulos a 90°	Todas las piezas son fabricadas con el proceso de inyección, por lo tanto se garantiza cierres perfectos, perpendicularidad de superficies, dimensiones exactas y siempre iguales.

FACTORES	SISTEMA TRADICIONAL		SISTEMA INDUSTRIALIZADO DE MUROS Y LOSAS EN CONCRETO			
	APORTICADO	MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	FORMALETA FORSA	FORMALETA DE ACERO PREFABRICADOS	FORMALETA PLASTICA	
6- Inversión inicial en equipos Número de usos del equipo	- No requiere inversión en equipos. - Inversión en ladrillo, madera y cemento	- No requiere inversión en equipos. - Inversión en Block y cemento	- Si requiere Inversión en equipo. - Valor M12 de formaleta: US 370 - 1500 usos	- Si requiere Inversión en equipo. - Valor M12 de formaleta: US 250 - 500 usos	Requiere comprar todos los paneles prefabricados que requiera cada vivienda	- Si requiere Inversión en equipo. - Valor M12 de formaleta US 180 - 500 usos
7- Diseño arquitectónico	- Proyectos simples y complejos. - Detalles arquitectonico en una segunda etapa	- Proyectos simples sin detalles arquitectonicos. - Detalles arquitectonicos en una segunda etapa	- <b>Proyectos simples y complejos.</b> - Incluye todos los detalles arquitectonicos en el molde.	- <b>Proyectos simples</b> sin detalles arquitectonicos. - Detalles arquitectonico en una segunda etapa	- <b>Proyectos simples</b> sin detalles arquitectonicos - Detalles arquitectonico en una segunda etapa	- <b>Proyectos simples</b> sin detalles arquitectonicos. - Detalles arquitectonico en una segunda etapa.
8- Aplicación según estrato social						
- Vivienda estrato alto - 6	Aplica Aplica		No aplica No aplica	No aplica No aplica		
- Vivienda estrato medio - 5 y 4	Aplica Aplica		Aplica Aplica		No aplica No aplica	
- Vivienda estrato medio bajo - 3	Aplica Aplica		Aplica Aplica	Aplica Aplica		
- Vivienda social VIS - 2 y 1	Aplica Aplica		Aplica Aplica	Aplica Aplica		



## OBRAS DESTACADAS FORSA

SANTIAGO DE VERAGUAS, **PANAMÁ**

**Cliente:** Tekerros  
**Obra:** Sueños de Santiago

El equipo tiene un diseño especial para lograr:

- Rebordes en ventanas frontales.
- Columnas circulares.
- Arcos en entrada principal.

Con estos mismos equipos el cliente está realizando mas de 500 casas adicionales en Sona, Panamá.



## OBRAS DESTACADAS FORSA

SANTIAGO DE VERAGUAS, **PANAMÁ**

**Cliente:** Tekerros  
**Obra:** Sueños de Santiago

Nuestro cliente construye una primera etapa de 330 casas de 60m<sup>2</sup> con 2 equipos **FORSAalum**.

### Características de la obra:

- Excelentes prácticas constructivas, dándole gran relevancia al control de niveles de losa y a la consecución de plomos en los paneles de muro.
- Preparan el concreto en obra con excelente calidad, logrando las características (fluidez, manejabilidad y tamaño máximo de los agregados) necesarias para ser vaciado en los moldes **FORSA**.

