

Propuesta de una solución modular constructiva para una edificación multifamiliar
que permite la mutación de espacios según sea la necesidad

PROTEGIDO TRABAJO DE TITULACIÓN
previo a la obtención del título de ARQUITECTO
Denisse Andrea Aguilera Moyano

Universidad de Especialidades Espíritu Santo
Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil
Tutor: Arq. Lourdes Menoscal
Febrero 2013

PROTEGIDO

|Dedicatoria

PROTEGIDO

A mis padres, a quienes no solamente dedico este trabajo de titulación sino cada meta y cada triunfo que logro.

Mis hermanos, para demostrarles que las cosas en la vida no son fáciles. Todo sueño por cumplir requiere de mucho esfuerzo y sacrificio y, sobretodo, a Dios en el camino.

PROTEGIDO

| Agradecimiento

Agradezco a Dios por sobre todas las cosas, por estar a mi lado y guiar mi camino en todo momento, por darme fuerzas, salud, y siempre iluminar mi mente y mis ideas.

A mis padres, por ser mi pilar y apoyo incondicional, por formarme como persona, brindarme una carrera y un futuro. Gracias por confiar en mí y su infinita paciencia. Sin ustedes, nada de esto sería posible.

A mis hermanos Daniela, Danilo y Doménica, por ser mi mejor equipo, estar a mi lado siempre que los necesite y brindarme su apoyo incondicional. ¡Los adoro!

A mi mejor amiga Estrella, por estar a mi lado a lo largo de esta carrera y demostrar que no se necesita ser humano para ser la mejor amiga que alguien pueda tener.

A Stitch, mi conejita, que también ha sido una de mis fuentes de inspiración en mi vida.

A Diego, por apoyarme ante toda circunstancia y no dejarme nunca decaer; gracias por ser parte de todo este proceso tan difícil que ha sido mi carrera, por tenerme paciencia, acompañarme y ayudarme, en todo momento, incluso en las amanecidas.

A mis actuales jefes, los arquitectos Luis Vera G. y Carolina Romero, por apoyarme y confiar en mis capacidades, comprenderme y brindarme el tiempo para realizar este trabajo de titulación.

También quiero agradecer a las personas que me guiaron con ideas, brindaron recursos y ayudaron a que mi trabajo de titulación sea posible, a mi colega y amiga Andrea Baquerizo, a mi decana y tutora Lourdes Menoscal, mis profesores, mis amigos y profesionales que he conocido a lo largo de este camino importante en mi vida.

1 Introducción

- 1.1 Tema
- 1.2 Planteamiento del Problema
 - 1.2.1 Déficit habitacional en el Ecuador y Guayaquil
 - 1.2.2 Crecimiento urbanístico de la ciudad de Guayaquil y soluciones habitacionales actuales
 - 1.2.3 Planteamiento del problema
- 1.3 Justificación
- 1.4 Objetivos
 - 1.4.1 Objetivo General
 - 1.4.2 Objetivos Específicos
- 1.5 Metodología
 - 1.5.1 Métodos
 - 1.5.2 Población y muestra
 - 1.5.3 Técnicas e Instrumentos
 - 1.5.4 Hipótesis
 - 1.5.5 Variables
 - 1.5.6 Operacionalización de las Variables

2 Marco Teórico

- 2.1 Paneles prefabricados de junta seca
- 2.2 Junta para paneles prefabricados
- 2.3 Análisis de alternativas de materiales
 - 2.3.1 Madera
 - 2.3.1.1 Propiedades físicas y características técnicas de la madera
 - 2.3.1.2 Ventajas y desventajas de la madera
 - 2.3.1.3 Casos Análogos de paneles prefabricados de junta seca en madera
 - 2.3.1.3.1 Quiosco Rio Florida en Vitoria
 - 2.3.1.3.2 Prefabricados Confort Wall
 - 2.3.2 Plancha de Acero Galvanizado
 - 2.3.2.1 Propiedades físicas y características técnicas de las planchas de acero galvanizado.
 - 2.3.2.2 Ventajas y desventajas de las planchas de acero galvanizado
 - 2.3.2.3 Casos Análogos de paneles prefabricados de junta seca en planchas de acero galvanizado
 - 2.3.2.3.1 Casa Marco Polo
 - 2.3.2.3.2 Panel AR-2000 con Aislamiento
 - 2.3.3 Hormigón aligerado para paneles prefabricados
 - 2.3.3.1 Propiedades físicas y técnicas del hormigón aligerado para paneles prefabricados
 - 2.3.3.2 Ventajas y desventajas del hormigón aligerado para paneles prefabricados
 - 2.3.3.3 Casos Análogos de paneles prefabricados de junta seca en hormigón aligerado.
 - 2.3.3.3.1 Torre Gestesa
 - 2.3.3.3.2 Construpanel
- 2.4 Resumen comparativo de tipologías
- 2.5 Conclusiones

Capítulo 3 Diseño del producto

- 3.1 Requerimientos de diseño
- 3.2 Criterios de diseño para la estructura
- 3.3 Criterios de diseño para las instalaciones
- 3.4 Diseño del hormigón
 - 3.4.1 Agregados y especificaciones técnicas
 - 3.4.2 Dosificación y resistencia del hormigón
- 3.5 Fases del proceso constructivo del panel
- 3.6 Análisis de costos y mano de obra
- 3.7 Diseño preliminar descartado

Capítulo 4 Conclusiones y recomendaciones (PARTE A)

PROTEGIDO

Capítulo 5 Introducción

- 5.1 Antecedentes
- 5.2 Objetivos
 - 5.2.1 Objetivos Específicos

Capítulo 6 Marco teórico

- 6.1 Análisis tipológico
 - 6.1.1 Casos Análogos
 - 6.1.1.1 Súper Unidad de Vivienda #12
 - 6.1.1.2 Torres del Parque
 - 6.1.1.3 Conjunto Residencial Ciudad Jardín
 - 6.1.1.4 Conjunto Habitacional Pedregulho
 - 6.1.1.5 82 Viviendas en Carabanchel
 - 6.1.1.6 Conjunto Residencial Sayab
 - 6.1.2 Conclusión de tipologías

Capítulo 7 Diseño Arquitectónico

- 7.1 Criterios de Diseño
- 7.2 Análisis del Sitio
 - 7.2.1 Ubicación del proyecto
 - 7.2.2 Normativas del terreno del Proyecto
 - 7.2.3 Topografía y Suelos
 - 7.2.4 Orientación y Clima
 - 7.2.5 Vegetación
 - 7.2.6 Vías de acceso
 - 7.2.7 Vistas
 - 7.2.8 Infraestructura
 - 7.2.9 Equipamiento urbano del sector
 - 7.2.10 Competencia
- 7.3 Programa Arquitectónico
 - 7.3.1 Definición del conjunto residencial
 - 7.3.2 Programa de necesidades
 - 7.3.3 Cuadro esquemático de espacios
- 7.4 Diseño de la implantación general
 - 7.4.1 Cuadro de áreas
- 7.5 Diseño de torre de departamentos tipo
 - 7.5.1 Cuadro de áreas
- 7.6 Presupuesto referencial de piso tipo en torre de departamentos

- 7.1 Criterios de Diseño
- 7.2 Análisis del Sitio
 - 7.2.1 Ubicación del proyecto
 - 7.2.2 Normativas del terreno del Proyecto
 - 7.2.3 Topografía y Suelos
 - 7.2.4 Orientación y Clima
 - 7.2.5 Vegetación
 - 7.2.6 Vías de acceso
 - 7.2.7 Vistas
 - 7.2.8 Infraestructura
 - 7.2.9 Equipamiento urbano del sector
 - 7.2.10 Competencia
- 7.3 Programa Arquitectónico
 - 7.3.1 Definición del conjunto residencial
 - 7.3.2 Programa de necesidades
 - 7.3.3 Cuadro esquemático de espacios
- 7.4 Diseño de la implantación general
 - 7.4.1 Cuadro de áreas
- 7.5 Diseño de torre de departamentos tipo
 - 7.5.1 Cuadro de áreas
- 7.6 Presupuesto referencial de piso tipo en torre de departamentos

- 10.1 Listado de imágenes
- 10.2 Listado de tablas
- 10.3 Datos obtenidos de primera mano
- 10.4 Dosificación del hormigón
- 10.5 Ensayo de resistencia a la compresión
- 10.6 Especificaciones técnicas de los materiales
- 10.7 Ordenanza para sector Vía a la Costa
- 10.8 Normas INEN
- 10.9 Referencias para presupuesto de proyecto de edificio de viviendas

PROTEGIDO

PROTEGIDO

INTRODUCCIÓN

Capítulo 1

- 1.1 Tema
- 1.2 Planteamiento del problema
- 1.3 Justificación
- 1.4 Objetivos
- 1.5 Metodología



IMAGEN 01: Contraste cualitativo de vivienda en Guayaquil
Fuente: (Kelman,2004)



IMAGEN 02: Déficit habitacional cualitativo
Fuente: (Poder, 2012)

1.1 Tema

PROPUESTA DE UNA SOLUCIÓN MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACIÓN DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

1.2 Planteamiento del Problema

1.2.1 Déficit habitacional en el Ecuador y Guayaquil

En el Ecuador, el déficit habitacional del país es un problema que se ha tratado de solucionar por parte de los gobiernos y municipios de turno, no obstante, esta cifra sigue en aumento al pasar de los años.

En primera instancia, el déficit habitacional se define como conjunto de las necesidades insatisfechas de la población en materia habitacional, existentes en un momento y un territorio determinados (Dirección General de Equipamiento Urbano y Vivienda, 1977). Se determinan dos tipos de déficit habitacional: déficit cuantitativo y déficit cualitativo. Según Marcano (2010), el déficit cuantitativo se expone como la proporción de hogares que comparten una unidad de vivienda con uno o más

hogares, u hogares viviendo en unidades improvisadas. El déficit cualitativo, en cambio, es la proporción de hogares que no tienen una tenencia segura de la vivienda, que están construidas con materiales desechables o de baja calidad, les falta algún o varios servicios básicos, agua potable, electricidad o alcantarillado, o cuando el número de personas en el hogar por cuarto es superior a tres.

Gracias al último Censo de Población y Vivienda 2010 del Ecuador (INEC, 2012) se calcula el déficit habitacional cuantitativo y cualitativo para el Ecuador:

Este cuadro explica que existe un porcentaje del 36.61% de hogares en el Ecuador que no posee vivienda propia, es decir, vive en viviendas alquiladas, prestadas, no posee vivienda, entre otras situaciones. Además, en el Ecuador existe un 4.75% de hogares con déficit cuantitativo, siendo la calidad de materiales constructivos y estructurales, el factor más elevado en deficiencia en hogares en el país. El déficit cualitativo alarma aun más en cifras ya que se detalla que existe un 20.25% de hogares con deficiencia mayormente en el área de servicios públicos tales como el problema de escaso o nulo servicio de agua y alcantarillado.

VARIABLE: ECUADOR		
Características	Total	%
Total hogares	3,748,919	100.00%
Hogares sin déficit (sin casa propia)	1,372,492	36.61%
Hogares en déficit		
Hogares en déficit cuantitativo	177,990	4.75%
Estructura (Vivienda inadecuada-materiales inestables o sin paredes)	390,841	10.43%
Cohabitación (Hogares secundarios de cualquier tamaño que comparten la vivienda con otros hogares)	57,642	1.54%
Hacinamiento no mitigable (cinco o más personas por cuarto)	85,486	2.28%
Hogares en déficit cualitativo	759,217	20.25%
Estructura (PISOS: pisos de tierra o arena)	453,380	12.09%
Hacinamiento mitigable (más de tres y menos de cinco personas por cuarto)	261,352	6.97%
Servicios públicos		
Agua	1,050,335	28.02%
Alcantarillado	1,739,786	46.41%
Energía Eléctrica	255,370	6.81%
Basuras	863,508	23.03%
Estructura (COCINA: no hay lugar adecuado para cocinar)	690,786	18.43%

TABLA 01: Déficit Habitacional Cuantitativo y Cualitativo en el Ecuador
Fuente: (INEC, 2012)

VARIABLE: GUAYAS		
Características	Total	%
Total hogares	940,712	100.00%
Hogares sin déficit (sin casa propia)	671,968	71.43%
Hogares en déficit		
Hogares en déficit cuantitativo	43,406	4.61%
Estructura (Vivienda inadecuada-materiales inestables o sin paredes)	86,622	9.21%
Cohabitación (Hogares secundarios de cualquier tamaño que comparten la vivienda con otros hogares)	16,972	1.80%
Hacinamiento no mitigable (cinco o más personas por cuarto)	26,624	2.83%
Hogares en déficit cualitativo	202,223	21.50%
Estructura (PISOS: pisos de tierra o arena)	103,616	11.01%
Hacinamiento mitigable (más de tres y menos de cinco personas por cuarto)	82,977	8.82%
Servicios públicos		
Agua	249,641	26.54%
Alcantarillado	501,260	53.29%
Energía Eléctrica	76,688	8.15%
Basuras	164,921	17.53%
Estructura (COCINA: no hay lugar adecuado para cocinar)	236,456	25.14%

TABLA 02: Déficit Habitacional Cuantitativo y Cualitativo en la provincia del Guayas
Fuente: (INEC, 2012)

La ciudad de Guayaquil, la ciudad más grande y poblada del Ecuador, de manera específica, posee resultados similares de déficit habitacional respecto al país entero. Acorde al Censo de Población y Vivienda 2010 del Ecuador (INEC, 2012), Guayas, provincia cuya capital es Guayaquil, posee las siguientes cifras de déficit habitacional cualitativo y cuantitativo, mostradas en la tabla 02.

Así, las cifras de déficit habitacional cualitativo y cuantitativo se ratifican respecto a las cifras nacionales. Sin embargo, el número de hogares sin casa propia se eleva a un 71.43%. Este porcentaje responde a la cantidad de personas que migran diariamente a la ciudad a trabajar provenientes de ciudades alternas. Adicionalmente, es importante notar que gracias a migración interna del campo a la ciudad de Guayaquil existente desde los tiempos de creación de la ciudad (Hidalgo & Atienza, 2004), la población de Guayaquil proviene de otras zonas del país sin establecerse por completo, por lo que el alquiler es su mejor opción. Según el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEC, 2012), el alquiler de departamentos es el tipo de vivienda particular con mayor incremento, siendo en el año 2001 de 9.1% a un 11.7% en el año 2010.

De esta manera, al entender que el déficit habitacional, tanto cualitativo como cuantitativo, es afectado proporcionalmente por el número de hogares, la tasa de crecimiento del territorio determinado afecta a la cifra determinada. La población de la ciudad de Guayaquil posee una tasa de crecimiento calculada en el año 2011 igual al 1.08% (Metro Ecuador, 2010). A pesar de que existen soluciones planteadas por instituciones gubernamentales y privadas, la cifra de déficit habitacional sigue siendo planteada como problema para la ciudad y el país. Por ello es necesario incorporar nuevas ideas y alternativas que busque mejoren tanto la calidad de vida de la población como brindar vivienda propia a los hogares de la ciudad, ya que, si bien no es fácil erradicar el problema, podría disminuir el porcentaje de déficit habitacional.



IMAGEN 03: Déficit habitacional en Latinoamérica
Fuente: (JOTAEFEB, 2011)



IMAGEN 04: Vista de la ciudad de Guayaquil
Fuente: (ThoiryK, 2012)

1.2.2 Crecimiento urbanístico de la ciudad de Guayaquil y soluciones habitacionales actuales

El proceso urbanístico de la ciudad de Guayaquil se plantea con fuerza desde finales del siglo 17, con la movilización de la población a la “Ciudad Nueva” ubicada en el actual sector céntrico de la ciudad, como consecuencia de las invasiones piratas que ocurrían debido a su característica facilidad de ingreso por el río Guayas.

Remontándonos hacia tiempos actuales, hacia fines de los años 40, la ciudad de Guayaquil se convierte en centro comercial de la producción bananera (Calderón, 1989). Este factor impulsa el crecimiento de la población ya que las personas de otras ciudades, rurales o urbanas, migraban a la ciudad de Guayaquil en busca de bienestar económico. Según el Censo Nacional realizado en 1962, la zona urbana de Guayaquil recibió el 64% de las migraciones internas en el país. Esto permite convertir a la ciudad en un punto de articulación para la producción, circulación y venta del banano.

De igual manera que Guayaquil aumentaba en población, esta crecía en el ámbito de promoción inmobiliaria. Dentro de esta etapa, se funda en Banco Ecuatoriano de la Vivienda y la Caja del Seguro Social lo que permite iniciar un proceso de adquisición de terrenos y vi-

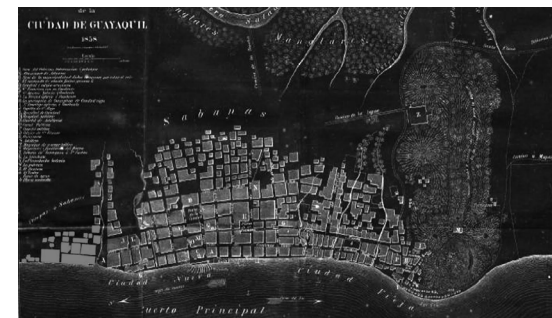


IMAGEN 05: Plano de Guayaquil 1858
Fuente: (Berrú, 2011)

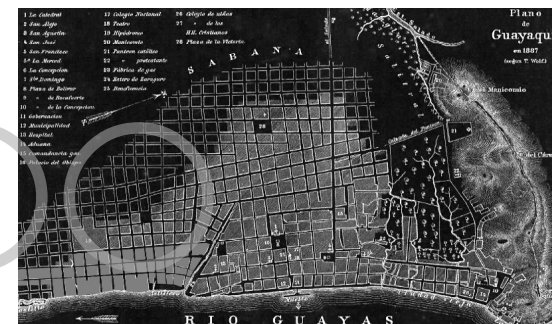


IMAGEN 06: Plano de Guayaquil 1887
Fuente: (Berrú, 2011)



IMAGEN 07: Plano de Guayaquil 1920
Fuente: (Berrú, 2011)

PROYECTO

viendas para los guayaquileños. El sector céntrico de la ciudad se desempeñó como zona comercial y financiera de la ciudad, mientras la zona del sur y norte fue ocupada por la clase media y alta. El Estado adueñaba la zona oeste de la ciudad para impulsar en el ámbito inmobiliario, sin embargo, esta era una zona inundable que requería una gran inversión económica para su habitabilidad.

Pero, el tema urbanístico no se consolidó debido a la crisis bananera de los años 60 ya que ésta, desestabilizó la economía de la ciudad y disminuyó las inversiones tanto municipales como estatales (Calderon, 1989). Cabe mencionar que el propósito de urbanizar en este tiempo era tratar de erradicar los asentamientos irregulares para poder estructurar la ciudad, sin embargo, la accesibilidad a estos proyectos inmobiliarios se destinaban generalmente a la clase media y alta, por lo que no se obtuvo grandes resultados en esta época (Acosta M., 2009).

Así, el crecimiento urbanístico de la ciudad se lo puede fraccionar en dos tipos: sector informal y sector formal. El sector formal lo ocupan las urbanizaciones que planifican y proyectan el uso del suelo para el diseño de zonas urbanizables con servicios básicos e

infraestructura. Sin embargo, el sector informal, aquel con mayor afectación en la ciudad debido a las migraciones internas, son aquellos asentamientos no planificados que ocupan el suelo sin planeación previa. (Rodríguez G., 2011).

En los años 70, gracias a los ingresos al país por venta de petróleo al exterior, se vuelve a impulsar el sector de la producción de viviendas en la ciudad debido al papel asumido por la Junta Nacional de Viviendas. Para este tiempo, las migraciones internas habían triplicado la población de Guayaquil haciendo crecer cuatro veces su área construida en relación al año 1950 (Hidalgo & Atienza, 2004).

Pero este beneficio se eclipsa en los años 80, debido a la crisis económica por el petróleo en el país, reduciendo la inversión en vivienda y apareciendo programas de vivienda de interés social básicos, con superficies mínimas de 30, 36 y 72 m² con posibilidades de expansión. En esta década, la ciudad de Guayaquil presenta un caos a nivel urbano debido a los trabajadores informales, basura, congestión del centro de la ciudad, entre otros, por lo que la población prefiere las invasiones tales como las zonas cercanas a la recién construida Vía Perimetral. Esta situación incremen-

ta el déficit habitacional cualitativo de la ciudad, debido a que los asentamientos poseen poca o nula infraestructura y servicios básicos. El Estado implementa soluciones inmediatas como el Plan Techo para el sector social bajo de la ciudad y la creación del Banco Ecuatoriano de la Vivienda, en donde el Estado se convierte en prestamista para mejoramientos habitacionales por autoconstrucción.

Una nueva gestión y dirección de recursos municipales en los años 90 dio un impulso a la ciudad cambiando la perspectiva y las costumbres para buscar la regeneración urbana. Guayaquil, que estaba convertida en calles y avenidas llenas de basura, busca la reconstrucción de la ciudad con la planificación de obra pública municipal con proyectos viales, saneamiento, servicios básicos, entre otros. En el sector de vivienda, se busca la legalización de la tierra para solucionar la problemática de urbanización informal creada por los procesos migratorios internos que sobrepasaban las planificaciones realizadas. Así, por medio de la obtención de un "Titulo de Propiedad", se da un primer paso para controlar los asentamientos informales. Sin embargo, aun en la actualidad, Guayaquil posee problemas de asenta-

miento informal que resulta como consecuencia de la cifra creciente del déficit habitacional cuantitativo y cualitativo.

Las soluciones habitacionales actuales provienen de apoyo por parte del gobierno estatal, gobierno municipal y la empresa privada. El cabildo de la ciudad de Guayaquil, en los últimos años,

trabaja en el sector de vivienda con programas como Mi Lote, Mucho Lote y Mucho Lote 2, otorgándole vivienda a familias de sector medio y medio-bajo y bajo. De igual manera, el gobierno estatal, por medio del MIDUVI, ayuda económicamente por medio de bonos de vivienda respondiendo a la necesidad de vivienda en la ciudad. A su vez, el MI-

DUVI posee presencia como ente para el desarrollo habitacional de la ciudad ya sea como impulsor de programas de vivienda como prestamista para la compra o mejoramiento de viviendas.

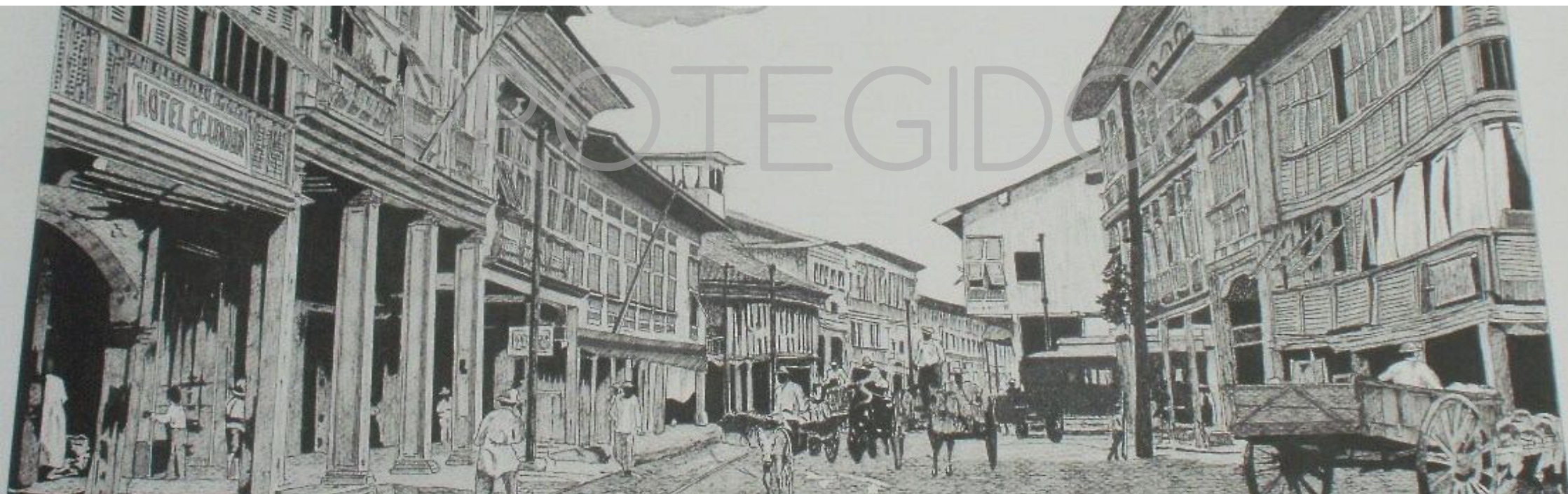


IMAGEN 08: Guayaquil antiguo
FUENTE: (Mercado Libre, 2011)

1.2.3. Planteamiento del problema

El déficit habitacional de la ciudad de Guayaquil sigue en incremento y si bien, la respuesta no solo se encuentra en la construcción de más viviendas sino en factores económicos y sociales, el aporte que se debe dar a la ciudad no solo debe ser en número, sino en calidad de vida. Se debe advertir que el tipo de vivienda que ofrecen los gobiernos ya sea municipales o estatales son viviendas de poca superficie, con acabados e infraestructura básica.

Un ejemplo de ello llega a ser el programa Mucho Lote II, ubicado en la Vía Terminal Terrestre-Pascuales. Este desarrollo habitacional, si bien prevé disminuir el déficit habitacional de la ciudad, se ha implantando en un bosque protector de la ciudad, cambiando la normativa de uso de suelo en el área para ser urbanizable. El precio que se paga por disminuir el déficit habitacional llega a ser una irrecuperable huella ecológica de la ciudad. Por ello, un planteamiento de este trabajo de investigación es la solución habitacional en altura, tal como se ha planteado en ciudades similares a Guayaquil como Lima o Bogotá. Este tipo de solución permite optimizar el uso de huella ecológica en el terreno adquirido. Este tipo de solución habitacional

se da por primera vez en el año 1938 en la ciudad de Guayaquil, con la construcción del Edificio Vignolo, siendo los años 50, gracias al auge bananero, la década de proyección y construcción de edificios de departamentos en altura en la ciudad.

Es importante anotar, que la ciudad, a su vez, presenta un problema de bajo índice verde urbano según el INEC (INEC, 2012), de 1.13 m²/ha de 4.69 m²/hab. Estos resultados responden a motivar al campo inmobiliario hacia construcciones eco amigables que no resten área verde si no que aporten al ecosistema.

A su vez, las viviendas unifamiliares que ofrecen los programas de vivienda restan en propuestas ecológicas, es decir, propuestas pensadas para que gasten menos energía eléctrica, se trate y reutilice las aguas, que su construcción genere poco desperdicio, entre otros principios de arquitectura sustentable. Se proponen por lo general, casas de una o dos plantas adosadas y con poca área verde. Este sistema, si bien, es más rentable, utiliza extensiones de huella ecológica que perjudican al ecosistema. Además, el planteamiento de construir una vivienda en la actualidad debe enfocarse a la sustentabilidad del edificio con sistemas de



IMAGEN 09: PLAN HABITACIONAL MUCHO LOTE
Fuente: (SkyscraperCity, 2012)

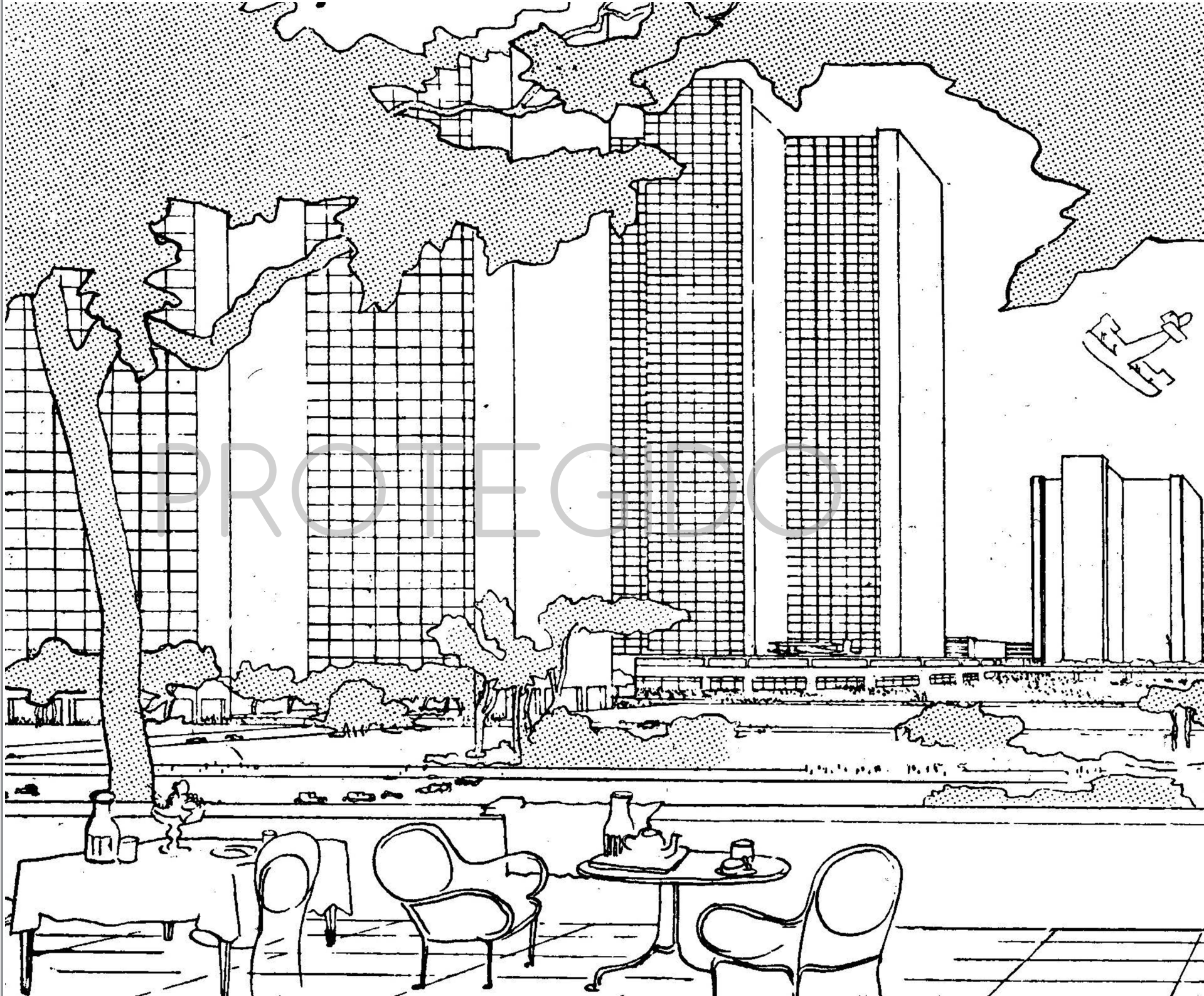
tipo activos como la recolección de aguas, optimización de recursos y residuos, entre otros, o pasivos como protección solar.

Desde su concepción, el edificio debe ser diseñado para cumplir los parámetros de la arquitectura sustentable que no necesita ser costoso para apli-

carlos en el diseño. Una alternativa que logra reducir costos y, si es aplicado correctamente, beneficia al ecosistema disminuyendo los recursos materiales utilizados para su fabricación e instalación, se logra mediante la construcción por modulo, aplicada en prefabricados.

En conclusión, es necesario que tanto el estado como el municipio sigan teniendo en cuenta el problema de vivienda de la ciudad, pero se requiere de propuestas nuevas que incluyan el tema de la sostenibilidad y que optimicen el territorio a utilizarse, para el beneficio económico, social y ecológico de la ciudad.

IMAGEN 10. Desarrollo urbanístico en vertical.
Fuente: (Cuenca Rosillo, et al., 2011)



1.3 Justificación

El presente trabajo de investigación busca una propuesta de sistema constructivo basada en paneles prefabricados de junta seca. Esta metodología constructiva va a permitir que los espacios internos puedan modificarse según los requerimientos del cliente.

Se concibe el proyecto arquitectónico hacia una propuesta de densificación vertical como respuesta al desarrollo urbanístico horizontal que se ha establecido en la ciudad de Guayaquil. Por ello, se pretende aplicar un sistema constructivo que permita obtener las facilidades de ampliación y originalidad que beneficia al tener una vivienda unifamiliar propia, lo que será una variable de estudio para la investigación. El panel prefabricado a diseñarse busca destacarse frente a métodos constructivos tradicionales como mampostería y hormigón armado, al mostrarse como solución, amigable con el ambiente, reduciendo desechos con un proceso de armado eficaz, reduciendo tiempos de obra, entre otros. El diseño arquitectónico debe prevalecer sobre el material constructivo, por ello, el acabado, la estética y el confort son características que debe mostrar el panel a diseñarse. Los materiales en los que se constituye el panel prefabricado se estudiarán bus-

cando la relación calidad-precio, además, de no provocar un choque cultural con el mercado a ofrecer el panel, ya que si bien se busca innovar en el medio, se desea que el panel sea aceptado estéticamente en una sociedad acostumbrada a las construcciones de hormigón armado con junta húmeda. Además, en el desarrollo del panel prefabricado se estudiarán técnicas que permitan mejorar el confort climático de los usuarios de la edificación para así reducir costos de climatización en los departamentos.

También, se considera esencial estudiar el diseño de los espacios dentro de una edificación y el módulo a diseñarse para así lograr una optimización de recursos que permita una construcción económica y asequible para los usuarios. Además, la propuesta de diseño arquitectónico buscara la optimización de recursos hídricos como la recolección y reutilización de aguas lluvias para el uso en las fachadas verdes y áreas exteriores, buscando llegar a los hogares guayaquileños con aprendizajes y actitudes amigables con el ambiente. El confort climático es un factor clave en el diseño de edificaciones sustentables lo que se buscara con el diseño de pieles de protección de radiación solar, entre otros.

1.4 Objetivos

1.4.1

Objetivo General

Diseñar una propuesta constructiva en base a paneles prefabricados de junta seca como opción a utilizarse en fachadas de edificaciones de vivienda densificada verticalmente.

1.4.2

Objetivo Específicos

Determinar los beneficios en la utilización de paneles prefabricados de junta seca que se desarrollan en este trabajo de titulación, que servirá en la construcción de edificaciones de viviendas en altura.

Lograr la optimización de recursos materiales, económicos y de ensamblaje del sistema constructivo en prefabricado que permitirá obtener espacios interiores eficientes y funcionales dentro de la edificación modular.

Aplicar la propuesta constructiva de junta seca en un proyecto arquitectónico de vivienda densificada en altura para la clase media ubicado en una determinada zona de crecimiento de Guayaquil según su plan de ordenamiento territorial

PROTEGIDO

1.5 Metodología

La investigación contempla dos tipos de metodología: tipo documental y tipo experimental. Se considera una investigación de tipo documental la que analiza información escrita sobre el tema objeto de estudio, para este caso, se requiere conocer los materiales constructivos prefabricados en junta seca que existen en el mercado. En el Ecuador, existe poca experiencia en el uso y fabricación industrial del prefabricado de junta seca salvo al uso de la madera, caña guadua, y cerramientos de hormigón.

También se investigará sobre tipologías constructivas modulares forráneas que puedan ser consideradas en el diseño de un módulo constructivo. Este resultante procederá del análisis y estudio del material que provea mayor beneficio para el cliente y logre cumplir con los requerimientos y especificaciones necesarias planteadas.

Como parte de este estudio de investigación, también se realizarán muestras experimentales del sistema constructivo propuesto para determinar su optimización tanto en el uso de materia prima, su manipulación, resistencias, instalación y rendimiento en serie. Las conclusiones generadas en esta experimentación verificarán su viabilidad o no frente a sistemas constructivos comunes, comparando sus ventajas y desventajas.

Los enfoques cualitativo y cuantitativo serán usados en conjunto para un

mejor análisis de estudio de los sistemas constructivos y la información obtenida de primera mano. La investigación es cuantitativa al analizar las características técnicas del sistema prefabricado frente a otros sistemas existentes, y así, otorgarle un valor al producto para su viabilidad como proceso constructivo en edificaciones de densificación vertical para la ciudad de Guayaquil. De igual manera, por medio de una entrevista a un arquitecto técnico en prefabricados de hormigón de la ciudad de Guayaquil, será posible obtener información del mercado dirigido y la aceptación del prefabricado en el área de la construcción.

A su vez, la investigación presenta un enfoque cualitativo ya que busca atender al impacto social del sistema prefabricado en la ciudad para poder llegar al mercado dirigido y a la población. Así, por medio de la arquitectura y el urbanismo, se incentivará a la conciencia ambiental y al interés por los materiales eco-amigables. El material a diseñarse debe satisfacer las necesidades y deseos del mercado tales como la seguridad y calidad que proveen sistemas tradicionales como la mampostería de bloque de cemento. De esta manera, se busca entender a la población estudiada, para así, desarrollar la propuesta del módulo de panel prefabricado de junta seca como material constructivo que logre comprobar su aplicabilidad en el sector estudiado.

1.5.1 Métodos

Los métodos empleados para la presente investigación son el método comparativo y el método analítico. El método comparativo se efectúa al estudiar tipologías de paneles prefabricados de junta seca que se considere aplicable para el proyecto y el entorno. Estas tipologías reunirán características que pueden compararse entre si, para obtener las características y material ideal para el desarrollo del panel prefabricado producto de esta investigación. La comparación de las tipologías permite tener amplitud de información hacia las necesidades y soluciones que ya han sido objeto de estudio, para poseer una visión mas fija de lo más conveniente a diseñar.

El método analítico permite descomponer el objeto de estudio, que es el diseño de un panel prefabricado para la fachadas de una edificación de viviendas densificada verticalmente, para poder estudiar sus beneficios y su aplicación en el campo de la construcción para comprobar su viabilidad ante aspectos económicos, sostenibles, arquitectónicos y sociales.

PROTEGIDO

1.5.2 Población y muestra

La población elegida para objeto de estudio son familias de clase media que ya hayan pasado por un proceso de superación y trabajo, por lo que busquen establecerse en los beneficios que le aporta vivir en una edificación multifamiliar.

El sector elegido para el diseño del conjunto residencial es sector km. 15 vía a la Costa. La selección de este terreno responde al estudio realizado por el municipio de la ciudad de Guayaquil en el año 2000 con su plan de ordenamiento territorial (M.I. Concejo Cantonal de Guayaquil, 2000) el cual determina al sector vía a la Costa como una zona de expansión a futuro. Esta proyección se ha cumplido en la actualidad gracias al cambio en uso de suelo a ZONA RESIDENCIAL, lo que ha permitido urbanizar en el sector. A más de hallar un área libre que cumpla con los requerimientos, se busca una zona con sentimiento ecológico, concepto en el que se basa el proyecto de diseño. De esta manera, se decide ubicar un terreno colindante a los bosques protegidos de Cerro Blanco, que permite ganar vistas y da el reto de buscar conciencia ambiental evitando la destrucción e intervención masiva al área colindante y propia del terreno.

La población estimada se gene-

raliza a miembros principales de familias pequeñas de hasta dos hijos, pueden tener entre 30 y 40 años, esto teniendo como criterio que la gente joven es más accesible a ideas eco-amigables. También se escoge este sector social por la accesibilidad económica que puede tener una persona a esta edad por adquirir un departamento en una edificación densificada verticalmente.

El tipo de muestra elegido para realizar la investigación es el muestreo con fines especiales, muestreo de tipo no probabilístico que pretende llegar a grupos muy específicos, escogidos en base a criterios previamente establecidos, propuestos para esta investigación:

Clase:	Media
Edad:	30 - 40 años
Estado civil:	Familias pequeñas de hasta dos hijos
Criterio:	Aceptación y conciencia ambiental
Ciudad:	Guayaquil
Sector:	Vía a la Costa

1.5.3 Técnicas e Instrumentos

El trabajo de titulación utilizará las técnicas de entrevista y ficha de observación a fin de obtener datos de tipo primarios que permitan comprobar la hipótesis propuesta.

Entrevista a profesionales: La entrevista posee como instrumento una guía de preguntas que pretende interrogar a dos arquitectos profesionales que permitan enriquecer la información con su experiencia en temas de viviendas multifamiliares y la construcción prefabricada en la ciudad de Guayaquil, respectivamente.

Ficha de observación a empresa similar: La observación directa permite entender el procedimiento de fabricación de paneles prefabricados tipo sándwich desde que se elabora en plantas industriales hasta que está listo a su transporte. Se visita a la empresa AISLAPOL S.A. para, por medio de un instrumento ficha de observación, se recopila información sobre áreas y condiciones para la elaboración del panel prefabricado, su almacenaje, empaque y transporte. Además, se busca entender las necesidades de personal, maquinarias y espacio para realizar este tipo de trabajo. Es importante estudiar el manejo del producto fabricado y los controles de calidad que

se posee hasta su instalación en obra.

Ficha de observación-experimentación: La experimentación con el panel prefabricado diseñado para el presente trabajo de titulación requiere de constante observación directa para entender su proceso de elaboración, almacenaje, empaque, transporte e instalación en obra. Mediante una ficha de observación, obtener ahí los pasos a seguir y establecer los controles de calidad para la elaboración del panel prefabricado producto.

PROTEGIDO

PROTEGIDO

1.5.4 Hipótesis

El uso de micro perlita de poliestireno expandido para la elaboración de un panel de muro de fachada prefabricado permite aligerar de la mezcla de hormigón y mejorar el confort térmico de los ambientes interiores.

1.5.5 Variables

- Variable independiente:

El uso de microperlita de poliestireno expandido para la elaboración de un panel de muro de fachada prefabricado.

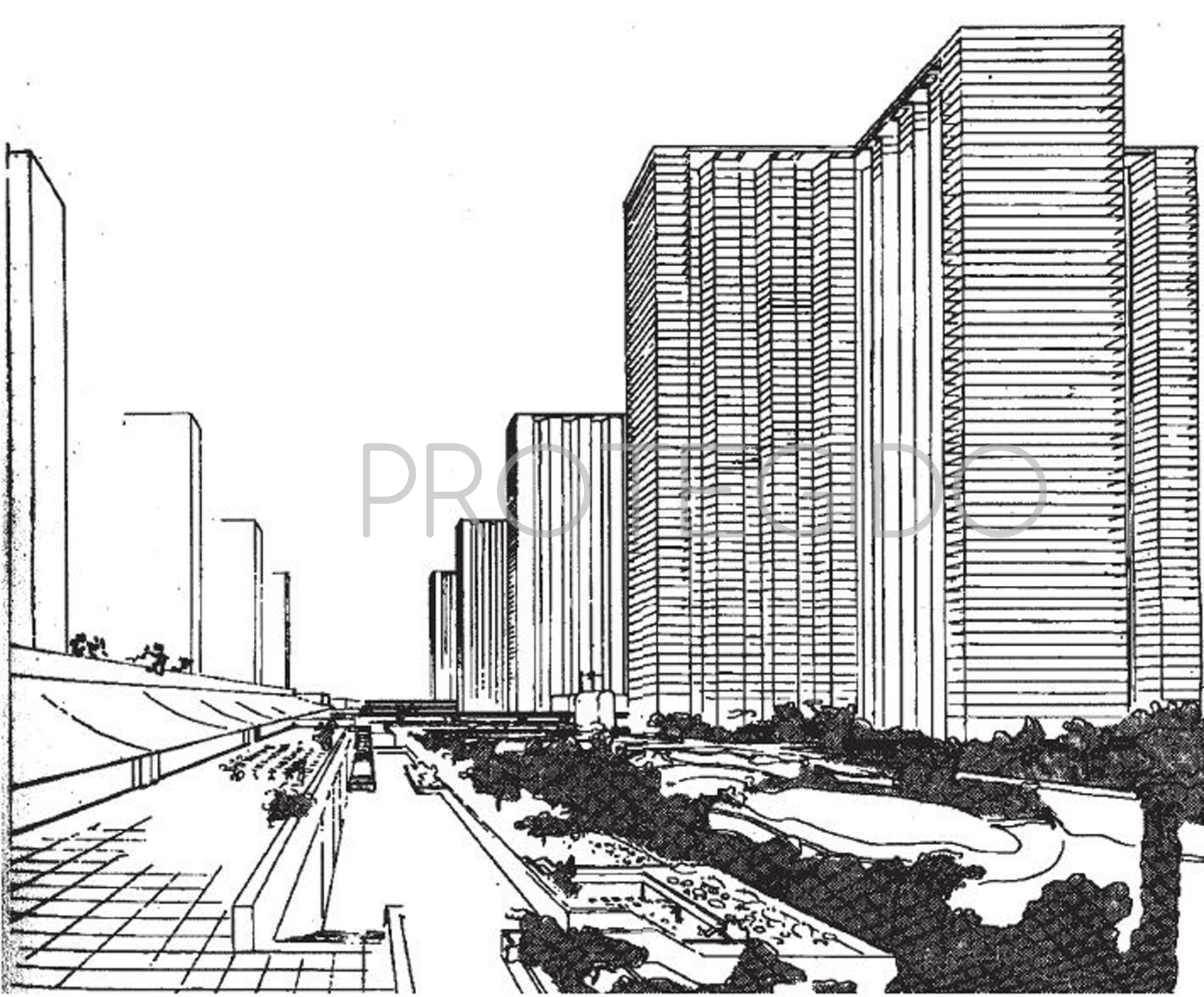
- Variable dependiente:

Permite aligerar de la mezcla de hormigón y mejorar el confort térmico de los ambientes interiores.

1.5.6 Operacionalización de las Variables

VARIABLES	CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Uso de micro perlita de poliestireno expandido para la elaboración de un panel de muro de fachada prefabricado	Propuesta alternativa modular de panel de fachada prefabricado en hormigón aligerado por micro perlita de poliestireno expandido	Costos	Considerar costos desde la obtención de la materia prima hasta su montaje en obra.	¿En qué medida la construcción prefabricada economiza el precio final de construcción?	Ficha de observación que determine proceso de industrialización del producto
		Características técnicas	Nivel de resistencia a las cargas que inciden en la fachada de una edificación en altura	¿Cuán más resistente es el panel prefabricado de hormigón aligerado respecto a otras alternativas de mampostería de fachada?	Pruebas de laboratorio que verifiquen la resistencia del producto
		Acabado	Medir nivel de aceptación del producto en el medio	¿Qué tipo de acabados se encuentran vigentes en el medio y mercado dirigido?	Entrevista dirigida a experto en el tema
		Manejo en obra	Verificar la trabajabilidad del producto en obra	¿Qué beneficios ofrece la construcción prefabricada en el montaje en obra?	Obtención de rendimientos en obra
Permite aligerar de la mezcla de hormigón y mejorar el confort térmico de los ambientes interiores	Reemplazo de porcentaje de agregado grueso en mezcla de hormigón	Peso	Realizar dosificación del hormigón reemplazando porcentaje de agregado grueso por poliestireno expandido	¿Qué porcentaje de poliestireno expandido se debe reemplazar en el hormigón que brinde la mejor relación peso/resistencia?	Pruebas de laboratorio que verifiquen la resistencia del producto
			Permitir el mínimo espesor para el panel prefabricado de hormigón.		
		Confort térmico y acústico	Diseñar un panel prefabricado cuyos componentes aporten al confort térmico y acústico de los interiores de los departamentos	¿En qué medida el poliestireno expandido aporta al confort térmico y acústico del producto final de hormigón?	Determinar coeficientes de aislación de los componentes principales del panel prefabricado
		Eco amigabilidad del material	Estudiar los beneficios al medio ambiente y al ser humano que ofrece el material y su afectación ante mantenimiento y demolición.	¿De qué manera el uso de hormigón aligerado y la construcción prefabricada beneficia al ecosistema?	Determinar beneficios e inconvenientes del material y el sistema prefabricado que lo aseguren como un material eco amigable

TABLA 03: Operacionalización de las Variables
Realizado por: Denisse Aguilera



PROTECIDO

IMAGEN 11: Densificación habitacional en altura
Fuente: (Cuenca Rosillo, et al., 2011)

PROTEGIDO

PROTEGIDO

MARCO TEÓRICO

Capítulo 2

- 2.1 Paneles prefabricados
- 2.2 Junta para paneles prefabricados
- 2.3 Análisis de alternativas de materiales
- 2.4 Resumen comparativo de tipologías
- 2.5 Conclusiones



IMAGEN 12: Prefabricación para cerramiento de fachada
Fuente: (Hormipresa, 2011)

2.1 Paneles prefabricados de junta seca

La construcción mediante paneles prefabricados de junta seca es un tipo de sistema industrializado modular, cuyo trabajo de producción y fabricación se realiza en plantas, donde las condiciones de ejecución, control y calidad pueden ser monitorizadas de forma absoluta. Así, su proceso industrial se realiza en un entorno controlado y altamente cualificado para obtener las partes de un producto final, que será ensamblado en un emplazamiento definitivo.

Para el propósito del trabajo de investigación, se debe establecer una diferencia entre paredes exteriores de fachada y las paredes interiores o tabiques, ya que se busca el diseño de una pared exterior de fachada prefabricada. Una pared exterior de fachada es un elemento vertical que asegura el cerramiento del edificio, cuyas caras están expuestas a las diversas condiciones climatológicas. Un tabique es un elemento vertical que forma el subsistema de divisiones de los espacios interiores, separando las distintas estancias entre sí. En ambos casos se pueden formar por materiales de albañilería o paneles prefabricados, ya sea de junta seca o junta húmeda.

De esta manera, se puede distinguir, en función de su versatilidad de uso, que existen dos tipos de paredes: paredes fijas y paredes desmontables. Una pared fija es aquella que permanece invariable a lo largo de la vida del edificio. En cambio, una pared desmontable puede variar su posición en función del uso sin alterar sus propiedades. Esta característica es aquella que permite diferenciar a una pared de junta seca con una pared de junta húmeda. Una pared, ya sea albañilería o panel prefabricado, si su junta es húmeda, es decir, se realiza con mortero o se consolida con otros materiales gracias a alguna unión conglomerante, siempre será una pared fija. Por lo general, una pared desmontable es un panel prefabricado de junta seca.

La junta seca es la unión que sí es posible desmontar, ya que no modifica los elementos concurrentes, logrando un ensamblaje de partes que se percibe como un todo. Un elemento de prefabricado de junta seca busca la simplicidad de los elementos presentes en ella, piezas que se comprenden a partir del material y de la labor que cumplen en el conjunto, y que ofrecen una forma y dimensión optimizada para su función. (Collado Trabanco, 2005)

Tanto un panel prefabricado de junta seca como cualquier otra pared fija o desmontable, debe cumplir exigencias de tipo fundamental para su uso y calidad, tales como:



Estabilidad



Resistencia al Fuego



Aislamiento Térmico



Aislamiento Acústico



Estanqueidad



Estabilidad: Aunque se considere un elemento sin función estructural, un panel prefabricado de junta seca debe presentar cierta capacidad portante que colabore con la estabilidad del conjunto. Existen tres tipos de estabilidad:

- Estabilidad vertical: cuando la estabilidad del conjunto frente a cualquier esfuerzo se garantiza con la unión con el suelo y el techo. De esta manera, la altura queda limitada, con longitud ilimitada.
- Estabilidad horizontal: las uniones laterales garantizarán la estabilidad del conjunto, ya sean columnas, muros, entre otros. Así, la longitud del elemento queda limitado, con altura ilimitada.
- Estabilidad mixta: La estabilidad limita al panel en ambas direcciones de longitud y altura.

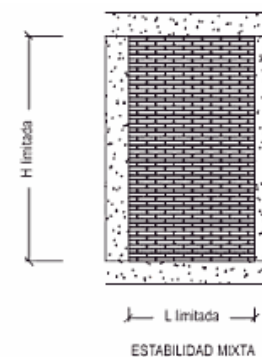
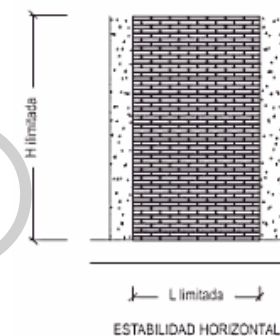
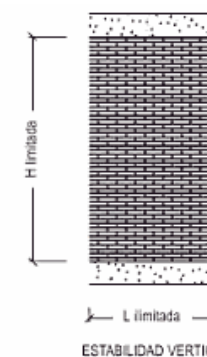


IMAGEN 13: Tipos de estabilidad
FUENTE: (Collado Trabanco, 2005)



Resistencia al fuego: En caso de producirse un incendio, el panel debe aislar el fuego impidiendo la propagación de las llamas, humo y/o gases, así como la transmisión de calor de un espacio a otro. Por tanto, un panel debe tener cierta resistencia al fuego que permita la evacuación de personas y mantengan sus propiedades durante un cierto tiempo.



Aislamiento térmico: Las características de un panel prefabricado de junta seca debe buscar proteger de cambios de temperatura, a los espacios de una edificación para que éstos sean más adecuados y confortables.



Aislamiento acústico: La capacidad acústica a aislar dependerá en función a los espacios que se divide. Se debe comprender que elementos secundarios como vanos para puertas o ventanas, ductos de instalaciones, pueden disminuir la capacidad aislante de los espacios y por ello, ésta característica no prevalece en el panel a diseñar.



Estanqueidad: Las uniones entre paneles, unión panel-elemento estructural, entre otros, creará puntos débiles donde el agua lluvia y humedad exterior podría ingresar a los espacios interiores. El diseño del panel y el material seleccionado debe ser capaz de no permitir el ingreso de agua a los espacios, además de lograr que sus juntas no formen moho y humedad.

Estas exigencias serán estudiadas y comparadas en los diferentes paneles prefabricados de junta seca a estudiarse en este trabajo de investigación.

Un panel prefabricado para fachada de junta seca, indistintamente de su material, es un producto mayormente industrial formado por un alma de material aislante y dos caras de tableros derivados del material seleccionado. En cuanto a su proceso de fabricación, cada panel posee su tecnología y equipos de producción desarrollados para su proceso. Una manera de clasificar a los paneles prefabricados estudiados son paneles prefabricados especiales, y paneles prefabricados simples.

Un panel prefabricado especial permite mejorar algunas de las propiedades de los paneles simples, como el aislamiento térmico, propiedades mecánicas, etc. Entre los ejemplos para el desarrollo de estas propiedades se encuentran:

- Con cámara de aire: Se incorpora una cámara de aire, incorporando el uso de rastreles o con un diseño de forma especial, en medio de las dos caras de los tableros.
- Aislamiento acústico mejorado: Su composición permite mejorar el aislamiento acústico del interior de la vivienda.
- Incorporación de materiales de refuerzo.
- Auto portante: Contiene elementos resistentes, para así, ser parte de la estructura primaria.
- Ecológicos: Uso de componentes biodegradables en lo posible y buscar tratamiento contra insectos, protección hidrófuga de base acuosa, entre otros.

Un panel prefabricado simple no busca mejorar alguna otra cualidad del material escogido, es decir, prácticamente modifica la materia prima para laminarla como panel.

Para el desarrollo de esta investigación, se requiere escoger que tipo de panel es factible diseñar para el proyecto propuesto y averiguar las necesidades del cliente y del edificio para poder aplicar, si existe la necesidad, las técnicas para desarrollar propiedades en los paneles prefabricados de fachada de junta seca.



IMAGEN 15: Panel aligerado de hormigón
FUENTE: (Fainco,2008)



IMAGEN 17: Panel de chapa metálica con material aislante
FUENTE: (Shanghai Laiao Refrigeration Equipment Co., Ltd., 2012)



IMAGEN 14: Panel de madera con material aislante
FUENTE: (Madeen Architecture & Construction, LLC, 2012)



IMAGEN 16: Tipo de panel ecológico
FUENTE: (Stramit USA, 2013)



IMAGEN 18: Tipo de panel ecológico
FUENTE: (Stramit USA, 2013)

2.2

Junta para paneles prefabricados

Un sistema constructivo con base en paneles prefabricados, en este caso, para la fachada del edificio, consta básicamente de los paneles, los mecanismos de anclaje y fijación y las juntas que existen entre los mismos. Las características de estos elementos constitutivos dependen de su forma, de su procedimiento de ejecución y su comportamiento con el paso del tiempo. Si bien es cierto, todo acto constructivo requiere de la composición de piezas y uniones, ambos elementos son determinantes para el resultado final.

Una unión se refiere, de manera indistinta, a la forma como se resuelven los encuentros entre los diversos elementos participantes y al lugar donde se realiza este encuentro. En cambio, una junta se define como el lugar de encuentro de los distintos componentes constructivos para ser fijados o unidos. Así, una junta no es lo mismo que una unión, entendiéndose que en una junta puede producirse más de una unión. (Martin, 1981)

Según Barluenga, existen cuatro principales procedimientos de unión: adhesión, conexión, sujeción y trabazón. (Barluenga Badiola, 2002) Estos procedimientos necesitan ser estudiados a fin de decidir sobre uno de ellos para el desarrollo del sistema constructivo.



IMAGEN 19: Casa Farnsworth
FUENTE: (CaViCa, 2010)



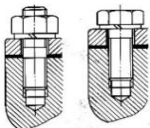
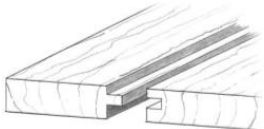
 <p>Junta soldada Fuente: (McGraw Hill, 2003)</p>	<p>Adhesión</p> <p>Utilización de técnicas como pegado, encolado, engomado o soldadura.</p>
 <p>Conexión por piezas de anclaje Fuente: (The full wiki, 2009)</p>	<p>Conexión</p> <p>Uso de técnicas de anclaje, atado, grapado, espiga, púa y clavado.</p>
 <p>Sujeción con tornillos Fuente: (Mechanical Parts, 2011)</p>	<p>Sujeción</p> <p>Utilización de técnicas como el perno, gancho, tornillo, remache, entre otros.</p>
 <p>Machimbre en madera Fuente: (Rodríguez, 2010)</p>	<p>Trabazón</p> <p>Comprende técnicas de unión que incluyan una fase previa de conformación de los componentes a unir y que no precisan, de la presencia de otros elementos de unión. Un ejemplo puede ser el machihembrado, ya que no hace uso de elemento adicional más que la forma de los materiales a unirse.</p>

TABLA 04: Principales procedimientos de unión
Realizado por: Denisse Aguilera

Además de la decisión de un procedimiento de unión para el desarrollo de la junta por la que se compone el sistema constructivo prefabricado de junta seca, es importante considerar los materiales constitutivos de todos los

elementos. Entre las condicionantes de la selección del sistema constructivo y la junta a utilizarse se enumera la disponibilidad de la materia prima, los requisitos constructivos, compositivos y estructurales, tecnología de obtención

de la materia prima, fabricación y ejecución disponible para un lugar y momento determinado. Además, si va a ser utilizado en la fachada de un edificio, la estética y el entorno cultural, arquitectónico y urbanístico depende de los elementos que componen el sistema constructivo de paneles prefabricados en junta seca.

Una junta, además de cumplir su objetivo de unir elementos, sirve estructuralmente, como un transmisor de esfuerzos de compresión. Toda unión se comporta como un lugar de transmisión a través de la discontinuidad de las piezas. Estos esfuerzos se dan en los extremos de los elementos concurrentes que buscan ser conducidas a través de la junta.

Desde la antigüedad, se utiliza la junta para la construcción de utensilios y espacios habitables. Los procedimientos de unión se pueden cumplir según la naturaleza del material escogido. La innovación del uso del mortero dada con los romanos, si bien permitió que se logre la construcción en superficies irregulares, se perfecciono la estanqueidad de intersticios, y logra el acomodo de piezas y miembros irregulares, también rompe la regularidad y proporción de la forma.

El sistema constructivo moderno, gracias al desarrollo de la inge-

niería constructiva y la industria, ha permitido la inserción de nuevos materiales tales como hierro, cristal, polímeros, entre otros. Con sistemas a modo de piel se logra desligar a la pared no portante y el esqueleto del edificio.

La pared es el elemento más desarrollado e investigado en el sistema constructivo moderno por ser considerado piel y fachada del edificio, lo que da lugar a un nuevo tipo de junta, que por primera vez, transmite esfuerzos tan diferentes cualitativamente como son la resistencia mecánica, el movimiento, el aislamiento térmico, la estanqueidad al aire, la impermeabilidad o el aislamiento. La junta responde a la demanda establecida por la pared-cortina ya que los fenómenos que acontecen sobre la piel del edificio se analizan independientemente, y la industria ofrece materiales y dimensiones idóneas para cada caso, es decir la selección de la pared sigue siendo un camino de especialización similar al estudio del esqueleto del edificio. (Seco, 1998, pág. 9)

Para los paneles de fachada, las juntas aparecen como consecuencia de la limitación del tamaño de los paneles. En relación proporcional, mientras mas grande es el panel, menor numero de juntas utiliza. De igual manera, se debe considerar que las jun-

tas pueden ser el punto mas sensible del sistema constructivo, ya que al ser realizadas en obra, están sujetas a posibles errores de ejecución y, consecuentemente, a posibles fallos funcionales.

En términos generales, las juntas para sistemas de paneles prefabricados de fachada en junta seca deben cumplir una serie de requerimientos que aparecen en la normativa internacional ISO 3447: Juntas en Edificios. Entre los más importantes a ser considerados se encuentran:

- Mantener las mismas características de los paneles en cuanto a cumplimiento de exigencias funcionales de los paneles de fachada, en especial, de aislamiento acústico, acondicionamiento higrotérmico, comportamiento frente a acciones de fuego, entre otros.
- Garantizar la estanqueidad frente al agua y el viento.
- La estanqueidad frente al agua y el viento y el aislamiento higrotérmico se debe resolver mediante elementos diferentes dentro de la junta, de tal manera que no exista dependencia que un fallo en la junta dañe todo el panel o el sistema constructivo.

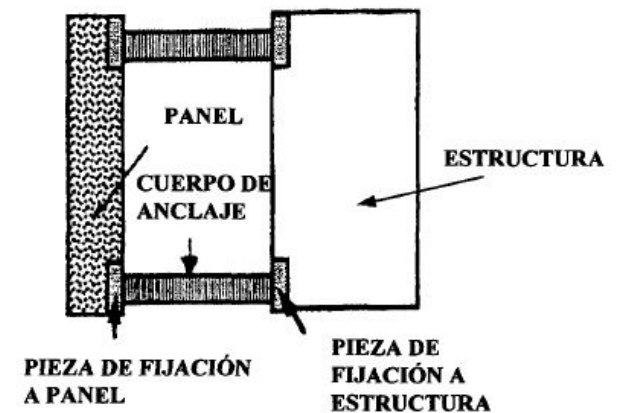


IMAGEN 20: Esquema de las partes de un anclaje de paneles de fachada
FUENTE: (Bartluenga Badiola, 2002)

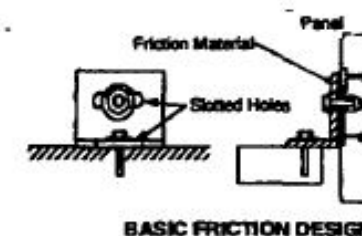
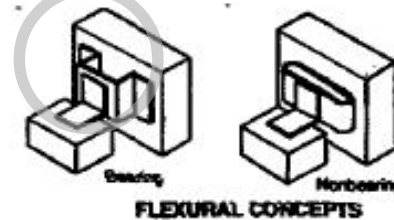


IMAGEN 21: Diseños conceptuales de anclajes avanzados
FUENTE: (Bartluenga Badiola, 2002)

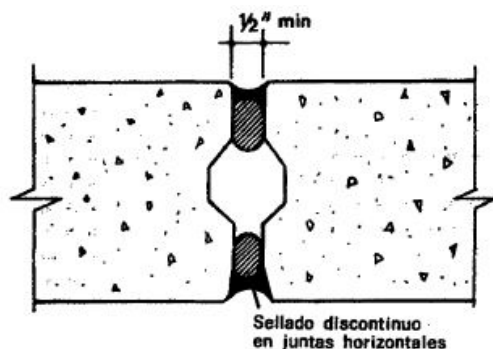


IMAGEN 22: Ejemplo de junta cerrada o sellada
FUENTE: (Bartuenga Baidola, 2002)

Sellado del aire con esponja de neopreno de células cerradas, en forma de cordón cuadrado de aproximadamente 1,5 veces la anchura teórica de la junta

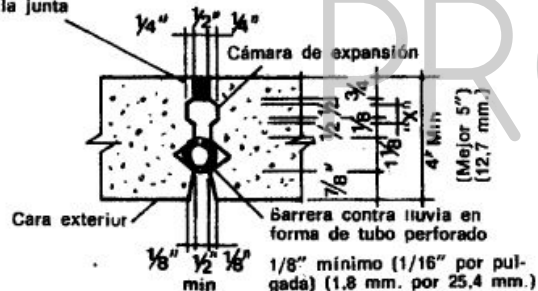


IMAGEN 23: Ejemplo de junta abierta o drenada
FUENTE: (Bartuenga Baidola, 2002)

- El aspecto de la junta debe mejorar los valores plásticos del cerramiento, realizando un tratamiento arquitectónico de las juntas.
- Compensar los movimientos producidos por las oscilaciones de

la temperatura y asentamientos.

- Absorber las diferencias dimensionales, dentro de las tolerancias de fabricación y montaje.
- Posibilitar la reparación o reposición económica de los materiales que las constituyen.

En fin, el sistema constructivo de paneles prefabricados de junta seca debe cumplir en gran parte los requerimientos dados por ISO 3447, pero a su vez, se deben cumplir elementos que definen el diseño de la junta tales como forma, dimensiones, material, procedimiento de ejecución, comportamiento y durabilidad.

Como arquitectos, otro aspecto a considerar para el diseño de la junta es el aspecto exterior de la junta. Si bien es posible ocultar o disimular la junta, también es potencial enfatizarlas hasta el punto de convertirlas en elementos de composición de fachada, de tal manera, que se cumple el requerimiento ISO de brindar un tratamiento arquitectónico a las juntas. Aun más, si el sistema constructivo va a ser empleado para la fachada de un edificio, el diseñador arquitectónico debería incluir a las juntas en el proceso de diseño como sustento de decisión hacia este tipo de construcciones modulares.

IMAGEN 24: Nuevas alternativas de cerramiento de fachada
FUENTE: (Waterloo Architecture, 2013)

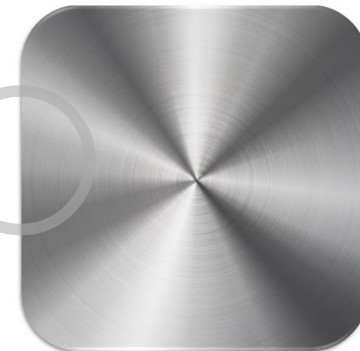


2.3 Análisis de alternativas de materiales

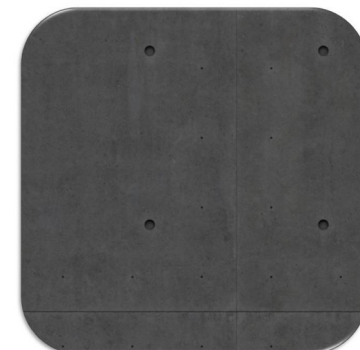
La selección de un material, la materia prima para el desarrollo del panel prefabricado para fachada en junta seca, requiere de un estudio de sus características, ventajas y desventajas para finalmente, analizar su aplicación como panel prefabricado en el área de fachada de un edificio multifamiliar. Se han seleccionado tres grupos grandes de materia prima como son la madera, el acero y el hormigón. Su elección se debe a la aceptación que goza como grandes grupos de materiales utilizados en el área de la construcción, lo que por consiguiente, posee buena aceptación en el mercado local. De igual manera, la materia prima es fácilmente adquirida en el mercado y existe mucha competencia entre proveedores del material. Finalmente, se seleccionara aquella que cumpla de mejor manera los requerimientos que se buscan en un panel prefabricado, requerimientos en la junta, y criterios de diseño de tipo funcional y arquitectónico.



Madera



Acero Galvanizado



Hormigón

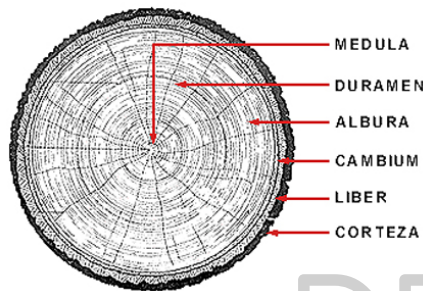


IMAGEN 25: Sección de un árbol
FUENTE: (Rubio Montsant, 2004)

La madera es la parte fibrosa de los árboles ubicada debajo de la corteza de su tronco. A pesar de que comúnmente, se entiende a la madera por cualquier parte del árbol, de forma ingenieril y profesional, se debe aprender a distinguir y localizar las zonas del árbol las que se puede desarrollar madera, valorando características tales como fortaleza, durabilidad, flexibilidad, aspecto, lo cual varía según la especie, variedad y zona del árbol.

Verticalmente, el árbol se desarrolla en etapas sucesivas hasta alcanzar una altura estimable. Luego se comienza a ensanchar para así, dar cuerpo a su estructura primaria y fortalecerla proporcionalmente a su crecimiento. La savia bruta que es absorbida por las raíces, asciende por la estructura central del árbol hasta llegar a las ramas. En sus hojas, se realiza la fotosíntesis transformándose en savia elaborada. En su descenso por la parte perimetral del tronco, el nuevo líquido alimenta al cuerpo del árbol, llenándolo de vida y generando nuevas células de madera. A medida que el árbol sigue creciendo, su parte central se consolida al ir perdiendo la circulación de la savia. De esta manera se transforma

en madera, siendo esqueleto y sostén del árbol, volviéndose más rígida a medida que pase el tiempo. (Viña Rodríguez, 1996)

Cuando se secciona un árbol, es posible apreciar las siguientes partes:

- **Médula:** Parte central del tronco constituido por tejido flojo y poroso donde se parten los radios medulares hacia la periferia.
- **Duramen:** Madera de la parte interna del tronco que posee mayores resistencias.
- **Albura:** Madera de la sección externa del tronco, de color más claro. Es la zona más viva, saturada de savia y sustancias orgánicas, el cual, con el tiempo se transforma en duramen.
- **Cambium:** Constituye la base del crecimiento en espesor del árbol. Se forma por células de paredes delgadas, las que se transforman en divisiones sucesivas en nuevas células.
- **Corteza:** Capa exterior que sirve para proteger los tejidos del árbol.

La selección de una madera determinada no solo basta conocer sus partes sino el tipo de madera a re-



IMAGEN 26: Árbol ciprés
FUENTE: (Montero, 2011)



IMAGEN 27: Árbol haya
FUENTE: (Euroresidentes, s/f)

querir, el tipo de árbol, entre otros. La clasificación mas habitual que se utiliza para definir los tipos de madera es:

Madera blanda: También llamados arboles siempre verdes, son arboles resinosos que no se despojan de sus hojas al final de cada estación. Son fáciles de trabajar y sus hojas pueden tener colores blanquecinos. Entre los arboles siempre verdes se encuentra el pino, abeto, ciprés, entre otros.

Madera dura: También llamados arboles deciduos, son arboles de hoja caduca excepto en regiones cálidas. Entre los arboles deciduos se encuentra el roble, el haya o el ébano.

Sin embargo, se busca encontrar que madera es utilizable para el desarrollo de paneles prefabricados para fachada en junta seca. Debido a las dimensiones que poseen los paneles de madera, la madera laminada es la opción mas viable a utilizar en este tipo de prefabricados. La madera laminada se forma con piezas de madera, unidas con adhesivo por sus extremos y caras, logrando que las fibras queden paralelas al eje del elemento. De esta manera es posible obtener elemen-

tos con mayores dimensiones del que se resaltan sus propiedades físicas mecánicas comparado con la madera maciza.

Las piezas fabricadas de madera laminada, por lo general, se emplean para cubrir obras de grandes luces o longitudes, gracias a su capacidad de soportar cargas de varias magnitudes. Según Echeverri, la alta durabilidad y rendimiento de este material se debe a su mantenimiento y tratamiento y por ello, la madera laminada posee mejores índices de estas características respecto a la madera común. La resistencia mecánica de la madera laminada lo logra el proceso de encolado al que se someten las piezas, ya que puede aumentar en un 30 por ciento su eficiencia respecto a una madera maciza de igual sección. (Barrera, 2010)

La madera laminada, al ser un producto industrializado derivado a la madera, permite la modulación que se requiere en paneles prefabricados de fachada. Entre los tipos de paneles que se pueden utilizar para este fin se enumeran tableros de madera compensada, tableros OSB, aglomerados, tableros de MDF, entre otros.

2.3.1.1 Propiedades físicas y características técnicas de la madera

La madera posee propiedades físicas altamente variables aun dentro de una misma especie, árbol o trozo tomado del mismo árbol. Esto depende de muchos factores del árbol tales como crecimiento, edad, contenido de humedad, clases de terreno, distintas partes del tronco, entre otros. Por ello, de manera general, se explican las siguientes propiedades y factores que posee la madera:

Color: La diferencia de color que se observa entre la albura y el duramen se desarrolla cuando el tejido localizado hacia el centro del tronco deja de transportar agua y sus conductos se llenan de sustancias que, además de darle el color característico, aumenta la densidad, la fortaleza y la resistencia al ataque de los insectos. Generalmente las maderas duras tienen un color más oscuro o intenso y las maderas blandas presentan unos colores más blancos.

Textura: Se denomina textura al tamaño de los elementos anatómicos de la madera. Existen tres diferenciaciones de textura: gruesa, media y fina. La textura gruesa ocurre cuando los elementos de la madera son muy grandes y se ven fácilmente. En cambio, una madera de textura

fina posee una apariencia homogénea ya que sus elementos casi no se diferencian. Por último, la textura media es una situación intermedia entre las dos anteriores.

Grano: Se denomina grano a la dirección que tienen los distintos elementos anatómicos respecto al eje del tronco, e influirá en las propiedades mecánicas de la madera y en la facilidad de trabajar con ella. Según la dirección de los elementos anatómicos podemos diferenciar distintos tipos de grano como: grano recto, grano inclinado, grano entrecruzado y grano irregular. Un grano recto ocurre cuando los elementos se sitúan paralelos al eje del árbol. La madera con este tipo de grano presenta buena resistencia mecánica y facilidad de trabajo. Una madera de grano inclinado se da cuando los elementos forman un ángulo con el eje del árbol, y la madera posee baja resistencia mecánica y mayor dificultad de trabajo. Una madera de grano entrecruzado es cuando los elementos también se disponen formando un ángulo con respecto al eje, pero cada anillo difiere opuestamente con su anillo anterior, por lo que presenta dificultades para su trabajo. Finalmente, una madera de grano irregular sucede



IMAGEN 28: Diferentes colores y texturas de la madera
FUENTE: (Made-in-China.com, 2012)

cuando los elementos se disponen de forma irregular, siendo este tipo de grano el que se encuentra en los nudos, ramificaciones del tronco, zonas heridas, etc. En la mayoría de veces, la madera presenta propiedades de grano irregular.

Veteado: También conocido como las aguas de la madera, es el dibujo que muestra la madera al ser cortada, y se debe al modo de corte y a la distribución de los elementos anatómicos, es decir, al grano. Entre los diferentes tipos de veteados de madera se enumeran diseño liso, diseño rallado, diseño angular, diseño veteado, diseño jaspeado y diseño espigado. Un diseño liso lo presentan las maderas de textura fina, y da lugar a un color homogéneo. El diseño rallado ocurre debido a las líneas formadas por los vasos leñosos cortados longitudinalmente y los canales de resina. El diseño angular es debido al corte transversal de los anillos de crecimiento. Un diseño veteado tiene el mismo origen que en la madera de diseño angular, pero con las franjas paralelas entre sí. En el diseño jaspeado, el origen del dibujo son las células radiales cuando éstas son anchas. Un diseño espigado aparece en las maderas de grano entrecruzado, cuando la disposición de los elementos anatómicos de la madera cambia acor-

de cada anillo de crecimiento del tronco.

Olor: Ciertas maderas poseen un olor característica al cortarse. El aroma de la madera se debe a compuestos químicos almacenados principalmente en el duramen.

Peso: El peso de un cuerpo depende de la intensidad del campo gravitatorio en el lugar del espacio ocupado por el cuerpo. Sin embargo, el peso de la madera depende de varios otros factores tales como:

- **Humedad:** una madera recién aserrada pesa más que una madera con un tiempo de secado prolongado, obviamente, por su contenido de agua en su interior. Además, normalmente la madera conserva de un 15 a un 20% de agua. Esta concentración es mayor en fibras jóvenes que en las viejas, y en maderas blandas que en las duras.
- **Resina:** una madera que contiene resina pesa más que una que no la contenga.
- **Edad:** el duramen de los árboles maduros es más denso y pesado que aquel en los árboles jóvenes.
- **Velocidad de crecimiento:** La madera de un árbol con un crecimiento lento es más denso y pesado que en un árbol con crecimiento acelerado.

- **Presencia de albura:** La albura es más liviana que el duramen por lo tanto, si una muestra posee más albura pesará menos que una muestra con mayor contenido de duramen.

- **Densidad:** La densidad refiere a la medida de cuánto material se encuentra comprimido en un espacio determinado, es decir, la cantidad de masa por unidad de volumen. Mientras más compacta es la madera, mayor será su peso.

Resistencia a la polilla: La albura de casi todas las maderas posee mayor susceptibilidad en mayor o menor grado a insectos barrenadores y a la polilla, mientras que el duramen varía desde más susceptible hasta inmune. Sin embargo, actualmente utilizando productos químicos, es posible controlar esta resistencia desde el árbol.

Flexibilidad: Los árboles jóvenes y las maderas blandas, húmedas o calientes son más flexibles que la madera seca.

Plasticidad: Esta propiedad física en la madera permite la compresión de las fibras sin que se resquebrajen.

Concentración: Normalmente la madera conserva de un 15 a un 20% de agua. Esta concentración es mayor en fibras jóvenes que en las viejas,

y en maderas blandas que en las duras.

Conductibilidad: Es la capacidad de las maderas de dejar pasar electricidad o calor a través de ellas. La madera seca es mala conductora de calor y electricidad.

De igual manera, la madera difiere sus características técnicas de la madera respecto a factores físicos del árbol. Sin embargo, es necesario ser específico en la caracterización técnica para el análisis de su aplicabilidad como panel

prefabricado en fachada. Por ello, tal como se explica en el apartado anterior, la madera laminada posee mayor utilidad como material para panel prefabricado en fachada. La siguiente tabla refiere a las características técnicas que van a ser comparadas y analizadas con los demás materiales en un próximo apartado, sin embargo, en este caso, se obtienen datos sobre la madera laminada:

MADERA LAMINADA		
	UNIDAD	
PROPIEDADES FÍSICAS		
Densidad	kg/m ³	0.50
Peso	kg/m ³	500
Resistencia	kg/m ²	400
Peso/Resistencia	-	1.25
PROPIEDADES MECÁNICAS		
Flexión	kp/cm ²	120
Tracción Paralela	kp/cm ²	120
Tracción Perpendicular	kp/cm ²	1.5
Compresión Paralela	kp/cm ²	110
Compresión Perpendicular	kp/cm ²	28
Cortante	kp/cm ²	12
Módulo de Elasticidad	kp/cm ²	110,000
AISLAMIENTO TÉRMICO		
Coefficiente de Expansión Térmica	-	5.1 x 10 ⁻⁶
Coefficiente de Conductividad Térmica	Kcal/h/m ² °C	0.15
AISLAMIENTO ACÚSTICO		
Coefficiente de Absorción Acústica (Rango: 250 a 500 Hz)	-	0.10
Coefficiente de Absorción Acústica (Rango: 1000 a 2000 Hz)	-	0.30

Tabla 05: Características técnicas de la madera laminada
Fuente: (Barrera, 2010), (Arriaga Martitegui & Blasco Casanovas, s.f.), (Peraza, Arriaga, & Peraza, 2004)

2.3.1.2 Ventajas y desventajas de la madera

Para poder enumerar las diversas ventajas que posee la madera, esta debería seccionarse en dos grupos reconociendo a la madera según el estado, es decir, beneficios que traen las plantaciones de madera, y los beneficios como material constructivo.

Beneficios de las plantaciones de madera:

- La madera es un recurso renovable. Un bosque talado puede ser repoblado por medio de un plan de reforestación y así proporcionar madera unos años después.
- Existen bosques en la mayor parte del planeta, lo que resulta un material económico por su accesibilidad.
- Las plantaciones forestales son uno de los grandes sumideros de dióxido de carbono en el planeta. De esta manera, el consumo de madera

activa, es decir, en constante reforestación, actúa en contra de los gases responsables del efecto invernadero.

- Los árboles regulan el ciclo hidrológico contribuyendo de forma eficaz al incremento de la humedad relativa y pluviosidad locales. Esto se logra mediante la circulación de agua desde las raíces hasta las hojas para llevar a cabo la fotosíntesis.
- Los árboles protegen al suelo frente a la erosión hídrica y eólica ya que la copa de los árboles reduce la velocidad de las gotas de lluvia en su impacto al suelo y produzca erosión.
- Los árboles permiten mantener la vida silvestre y la biodiversidad ya que fauna y flora encuentran refugio y alimento en ellos.

PROTEGIDO



IMAGEN 29: Beneficios de la madera como plantaciones forestales
FUENTE:(Onilev@, 2011)



Beneficios de la madera como material constructivo:

- Debido a su estructura y baja densidad, el consumo de energía en los procesos de transformación, transporte y puesta en obra de la madera es bajo, y por tanto, lo es también las emisiones de CO₂ y del resto de gases del efecto invernadero.
- La madera es un material biodegradable y no contaminante, susceptible de ser incorporado al humus.
- La madera, al ser un mal conductor de calor, la transmisión hacia el interior de los altos temperaturas es muy baja, por lo que mientras la madera no este carbonizada, ésta mantiene características resistentes en condiciones normales pese existan condiciones de incendio.
- Con un diseño y puesta en obra correctos, las soluciones constructivas en madera pueden ser muy durables a pesar del transcurso de los años.
- La madera es un material resistente a la acción de un gran número de compuestos químicos, presentando un buen comportamiento a la acción de los ácidos y las soluciones de sales de ácidos.
- Siempre y cuando sea made-

ra tratada, la madera es un excelente material constructivo ya que evita costosas labores de mantenimiento.

- La madera, gracias a su diversidad de tableros y maderas tratadas, se adapta a cualquier estilo, permitiendo y fomentando la originalidad de diseños tanto como estructura, paneles prefabricados, acabado exterior, entre otros.
- Por su ligereza y fácil ajuste en obra, la madera permite aminorar los tiempos de montaje respecto a otros materiales.
- El uso de sistemas constructivos con madera favorece la construcción en junta seca reduciendo problemas asociados a la presencia de agua y en obra durante la ejecución.
- La madera en una vivienda regulariza la humedad del medio interior ya que esta mantiene un equilibrio higroscópico con el medio tomando y cediendo humedad hasta equilibrarla.
- La madera mejora el confort acústico interno de los edificios ya que es un material que reduce la reverberación de las ondas sonoras.
- La madera puede lograr reducir el consumo de energía en los edificios por lo que se considera un buen aislante térmico.

IMAGEN 30: Originalidad y flexibilidad de la madera como estructura y acabado
Fuente: (+WITH-, 2012)

Las desventajas de la madera generalmente aparecen como material constructivo, entre las que se pueden enumerar las siguientes:

- El Municipio de la ciudad de Guayaquil, en el año 1905, expide la Ordenanza de Construcción y Ornato en la que prohíbe el uso de madera en fachadas, soportales y tumbados, añadiendo que las construcciones con materiales combustibles podían tener hasta tres pisos de altura. Este inconveniente imposibilita el uso de paneles de madera en la fachada de edificios multifamiliares. (Ekonegocios, 2012)
- Para la fabricación de madera laminada se requiere de instalaciones de gran área, maquinaria especializada y transporte a obra.
- La madera laminada en su proceso de elaboración requiere de condiciones especiales de humedad, temperatura y presión para que la resultante sea un producto de calidad.
- Como todo material de construcción, la madera es susceptible al deterioro con el tiempo. Los

principales causantes de su deterioro son los hongos e insectos debido a la naturaleza orgánica de la madera, si es que no ha sido tratada correctamente.

- Poco conocimiento y experiencia en la ciudad sobre el diseño estructural y fabricación de paneles prefabricados de madera laminada.
- Generalmente, a la madera se la considera como un material combustible peligroso y por ello no es utilizado en viviendas. Sin embargo, la resistencia al fuego de la madera es mejor que en otros materiales ya que la velocidad de combustión es lenta, siendo esta característica importante para calcular el tiempo de evacuación de una edificación. (Urbán Brotóns, 2012)

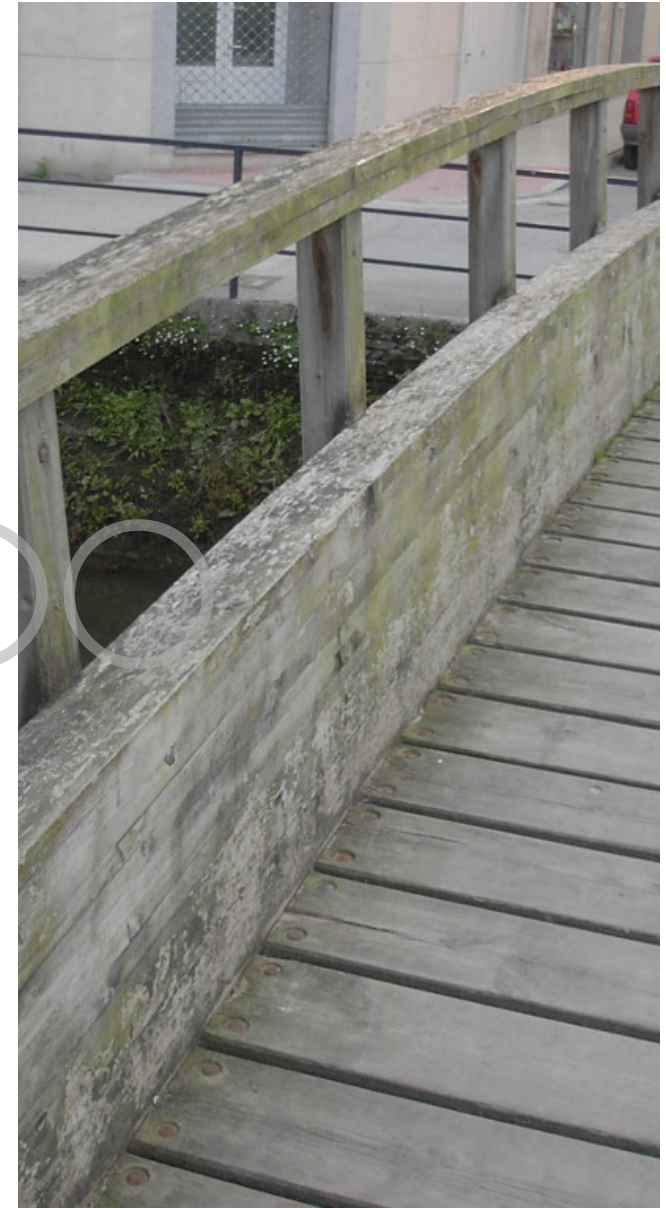


IMAGEN 31: Deterioro de la madera
Fuente: (Mantenimiento de Madera, Protección y Tratamiento S.L., 2013)

2.3.1.3 Casos Análogos de paneles prefabricados de junta seca en madera

Luego del análisis del material madera, el cual se encuentra en la lista de materiales a ser opciones para el propósito de este trabajo de investigación, se requiere conocer de ejemplos de aplicaciones del material en la vida real, para así poder notar el alcance tanto técnico, como estético que este posee. El primer proyecto, Quiosco Rio Florida, busca explorar la construcción prefabricada en junta seca enfatizando la aplicación de la madera en sus uniones y ensamblaje. El segundo caso análogo representa un producto constructivo en el mercado extranjero, Confort Wall, basado en paneles sándwich de madera de grandes beneficios técnicos y climáticos



IMAGEN 32: Prefabricados Confort Wall
FUENTE: (Spartan, s/f)



IMAGEN 33: Quiosco Rio Florida en Vitoria
FUENTE: (Ercilla & Campo, s/f)

2.3.1.3.1

Quiosco Rio Florida
en Vitoria

FICHA INICIAL

Ubicación:

Parque de la Florida, Vitoria, Álava,
España

Arquitectos:

Roberto Ercilla, Miguel Ángel Campo

Año:

1994-1995

Superficie:

150 m²

Presupuesto:

150000 dólares

Edificación tipo:

Restaurante público en parque



IMAGEN 34: Quiosco Rio Florida en Vitoria
FUENTE: (Ercilla & Campo, s/f)

DESCRIPCIÓN:

El proyecto arquitectónico se basa en una construcción prefabricada desmontable cuyo material constructivo son piezas de pino Oregon sometido en el taller a un proceso de vacsolizado vaciado. Además, se realiza un posterior tratamiento de los conductos internos de la madera para protegerla contra los efectos de la humedad, debido al emplazamiento exterior de la edificación. Las conexiones de las piezas se realizan en obra con pletinas de acero galvanizado.

La facilidad de montaje y la rapidez de ejecución fueron los criterios principales de diseño para este proyecto que obtuvo en el año 1994 el primer premio para su construcción en el concurso convocado pro el Ayuntamiento de Vitoria.

El programa arquitectónico requiere principalmente de área de restaurante, bar, terraza, almacén y servicios. La construcción, realizada por medio de ensamblaje de piezas de madera, se ajusta a un proceso de montaje en seco, exceptuando las losas de hormigón que sirven de apoyo estructural para el restaurante y la terraza, los forjados del bar y los muros de contención de hormigón que delimitan las áreas de servicio de manera bajo rasante. La estructura de

madera se implanta sobre una losa de hormigón armado de 12 cm de espesor.

De manera detallada, la estructura se realiza por medio de elementos de madera de pino Oregón con su respectivo procedimiento de vacsolizado, además de la imprimación protectora superficial a poro abierto. Las dimensiones manejadas para el diseño de este quiosco son:

Escuadrías: 15 x 15 cm

Separación entre pies derecho: 3.70 m

Distancia entre vigas superiores e inferiores: 3.20 m

Las uniones se fabrican con cuatro tipos de conectores en acero galvanizado, con los que se solucionan todos los nudos. Dos de ellos resuelven los encuentros superiores, tanto intermedios como esquineros, en cambio los otros dos resuelven encuentros de losas tanto intermedios como esquineros.

Pieza A:

Forma de T (intermedia)

Pletina 150x150x10 mm y 220x150x10 mm

Pieza B:

Forma de L (esquinera)

2 Pletinas 230x150x10 mm

Pieza C:

Forma de T (intermedia)

2 Pletinas 140x140x10 mm

Pieza D:

Forma de L (esquinera)

2 Pletinas 140x140x10 mm

La selección del material se vincula a la necesidad de fácil montaje y desmontaje para reducir los plazos de ejecución. Las piezas de acero galvanizado se taladran antes del galvanizado con perforaciones de 12 mm de diámetro que permite atornillar para conectar las piezas de acero con las piezas de madera. Como regla general de montaje, se establece colocar primero la columna en el que se dispondrá la pieza de acero a la que luego acometerán las vigas, ya que luego no sería posible la colocación de los pies derechos de madera.

Finalmente, las instalaciones se resuelven ocultando sus recorridos en el falso techo de madera. Para las piezas

de iluminación, se diseña su ubicación de tal manera que se dispongan en los encuentros de las piezas de madera para facilitar la fácil reposición de las piezas y su corte. Además, se retrasa ligeramente el plano de las piezas de iluminación respecto al tumbado, para hacerlas poco evidentes y evitar el deslumbramiento. Para las demás instalaciones, se ocultan dentro de tres tubos de acero inoxidable ubicados hacia el ingreso.



IMAGEN 35: Quiosco Rio Florida en Vitoria
FUENTE: (Ercilla & Campo, s/f)

2.3.1.3.2 Prefabricados Confort Wall

FICHA INICIAL

Ubicación:
C/ aRBOCET. 1843340 Montbrijo del
Camp - España
Empresa:
Vilas Anderson S.L.



IMAGEN 36: Prefabricados Confort Wall
FUENTE: (Spartan, s/f)



IMAGEN 37: Prefabricados Confort Wall
FUENTE: (Spartan, s/f)

DESCRIPCION:

Prefabricados Confort Wall (producto adaptado a mercado con clima tropical) provee un sistema de autoconstrucción prefabricada en seco basado en la estructura de entramado ligero. La autoconstrucción se permite ya que se entrega al cliente un kit de montaje, ya sea un proyecto a medida, o una casa unifamiliar dentro del catalogo de productos. La línea House Kit posee productos calculados para la construcción de viviendas de planta baja, mas una planta alta de crecimiento con unas luces libres hasta de 4 m. Sin embargo, si se desea de mayores luces o tipologías de edificios mayores se requerirá de un calculo estructural adicional para el diseño de los paneles.

A pesar de que se incluye un kit completo de materiales para la construcción de la vivienda, su innovación se da en los paneles prefabricados. El sistema estructural de entramado ligero se fundamenta en las paredes de carga que se constituyen a medida que se ensamblan las distintas secciones-paneles. La estructuración a manera de entramado ligero posee ventajas tales como disminuir la sección de la cimentación e incrementar su

estabilidad frente a movimientos sísmicos.

Las secciones se forman por tres materiales básicos:

- Perfiles metálicos internos que se unen entre si configurando una estructura solida y estable
- Placas exteriores e interiores de gran dureza especificados para su uso en zonas húmedas, garantizando una alta resistencia al fuego y permitiendo acabados tradicionales como pintura.

- Núcleo interno de alta densidad que da solidez al panel, elevado aislamiento térmico y permitiendo la preinstalación de las ingenierías eléctricas y sanitarias.

Estos materiales básicos poseen características determinantes que logran cumplir con los parámetros de construcción sostenibles como aspectos ecológicos, económicos y sociales. Los perfiles metálicos pueden ser metálicos o de madera, cuyo estudio estructural permite la estabilidad, solidez y durabilidad del producto final.

Las placas exteriores e interiores y su núcleo interno de aislamiento conforman los paneles con marco interno estructural de madera, friso de madera y poliuretano de alta densidad. Estos paneles se suministran paletizados y se pueden fijar a la cimentación mediante espigas metálicas o de madera. Existen dos tipos de paneles Confort-Wall madera:

- Uso exterior (nwW1)
- Uso interior (nwW4)

Cada uno de ellos se diferencia en el siguiente cuadro de especificaciones técnicas de los paneles prefabricados Confort-Wall:

PROTEGIDO



IMAGEN 38: Sistema Confort-Wall
Fuente: (NordicWall, 2013)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
Modelo		UNIDAD	nwW1	nwW4
	Aislamiento	(mm)	60	40
	Madera	(mm)	40	20
	Grosor Total	(mm)	140	80
	Área Estructural	(cm2/cml)	112/120	64/120
	Formato	(1200 x () mm)	2300/2600	2300/2600
	Peso Panel	(kg)	91.08/131.04	85.56/96.72
	Densidad Seca	(kg/m3)	1,080	1,300
	Conductividad Térmica		0	0
	Resistencia a la flexión	(Mpa)	7	12

TABLA 06: Cuadro de Especificaciones Técnicas del producto Confort-Wall
Fuente: Vilas Anderson S.A.

De esta manera se puede entender que el panel para exterior posee características técnicas que permiten un mejor comportamiento ante los riesgos de la intemperie como lluvia, vientos, resistencia a esfuerzos, entre otros.

El núcleo interno se construye en base de poliuretano de alta densidad, el cual posee las siguientes características técnicas que se comparten en ambos tipos de paneles.

Entre las ventajas que posee este sistema de prefabricados de junta seca se enumeran:

- En viviendas unifamiliares de una sola planta, existe la posibilidad de crecimiento a planta alta a futuro.
- No requiere de mano de obra calificada por lo que se puede denominar un producto auto construible.
- Mejora el aislamiento térmico de la vivienda gracias al núcleo de poliuretano que incrementa el confort de las personas y disminuimos el gasto energético de las viviendas.
- Se puede realizar las viviendas en una cuarta parte de tiempo que una construcción conven-

cional por sus método de junta seca así adelantando las fechas de entrega, y disminuyendo el riesgo de siniestro laboral.

- Gracias a la técnica de construcción en seco, se logra ahorrar un 90% del agua requerida para preparación y ejecución en obras estándar en mampostería y hormigón.
- La utilización de poliuretano como aislamiento permite reducir el consumo energético y el consumo de CO2 por encima del 40%.
- Mejora el comportamiento de la edificación respecto a movimientos sísmicos gracias a su estructura realizada por muros portantes que reparten las cargas

por el perímetro de las paredes.

- Utilización de uniones mecánicas en junta seca confiere una mayor seguridad y flexibilidad a la edificación.
- Se incrementa la protección al fuego gracias a la utilización de materiales tratados y específicos contra incendios.
- Todos los materiales llegan a obra listos para su montaje por lo que se minimizan los residuos y las mermas.
- Posee un buen comportamiento respecto a la contaminación acústica, tanto durante la construcción como aislamiento acústico en paredes interiores y exteriores.



IMAGEN 39: Prefabricado Confortwall
Fuente: (NordicWall, 2013)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

	UNIDAD	
Densidad	(kg/m ²)	50-60
Resistencia a compresión	(N/mm ²)	1
Conductividad térmica	(W/m°C)	0
Aislamiento acústico	(DB)	15-28
Clasificación al fuego		B3

TABLA 07: Cuadro de Especificaciones Técnicas del producto Confort-Wall
Fuente: Vilas Anderson S.A.

Finalmente, para su almacenaje y montaje es imprescindible seguir los pasos dados en el kit de montaje entre los que se encuentran:

1. Almacenar los paneles en una superficie plana y protegerlo de la lluvia hasta que se proceda al montaje.
2. Construcción de losa de hormigón estructurada en kit de montaje. Este debe comprobar que la superficie de montaje debe estar plana y nivelada perfectamente.
3. Plantear el proyecto marcando en obra los ejes de los tabiques y colocar los perfiles metálicos con tornillos de hormigón según recomendación.
4. Acoplar las secciones-paneles según se indique utilizando tornillos auto perforantes.
5. Colocar perfil superior de tabiquería.
6. Colocar cerchas y montaje de tejado
7. Montaje de falso techo.
8. Instalar ingenierías eléctricas y sanitarias.
9. Proceder a fase de acabados deseados por cliente.

En conclusión, el sistema prefabricado Confort-Wall logra cumplir exigencias de tipo fundamental para paneles prefabricados para su uso y calidad, establecidas en el apartado principal de este capítulo, tales como estabilidad, resistencia al fuego, aislamiento térmico, aislamiento acústico, estanqueidad. Esto se comprueba al notar las ventajas del

material y sus características técnicas, y por ello, este caso análogo va a ser analizado posteriormente para el procedimiento comparativo de materiales.



IMAGEN 40: Puesta en obra de prefabricado confortwall
Fuente: (NordicWall, 2013)

2.3.2

Plancha de Acero Galvanizado

El acero es la aleación de hierro y carbono, donde el hierro predomina en su composición y el carbono no supera el 2% en peso. El hierro es un metal que se encuentra en grandes cantidades en la corteza terrestre ya que forma parte de minerales, tales como óxidos, carbonatos, sulfuros, etc. El hierro en estado puro no posee la resistencia y dureza necesarias para su aplicación en materiales constructivos, sin

embargo, al combinarse con carbono y convertirse en acero, sus propiedades varían en función de su contenido en carbono y de otros elementos en aleación, tales como el manganeso, el cromo, el silicio o el aluminio, entre otros.

De esta manera se comprende que el acero se logra gracias a un proceso industrial, el cual se lo explica en el siguiente diagrama:

PROTEGIDO

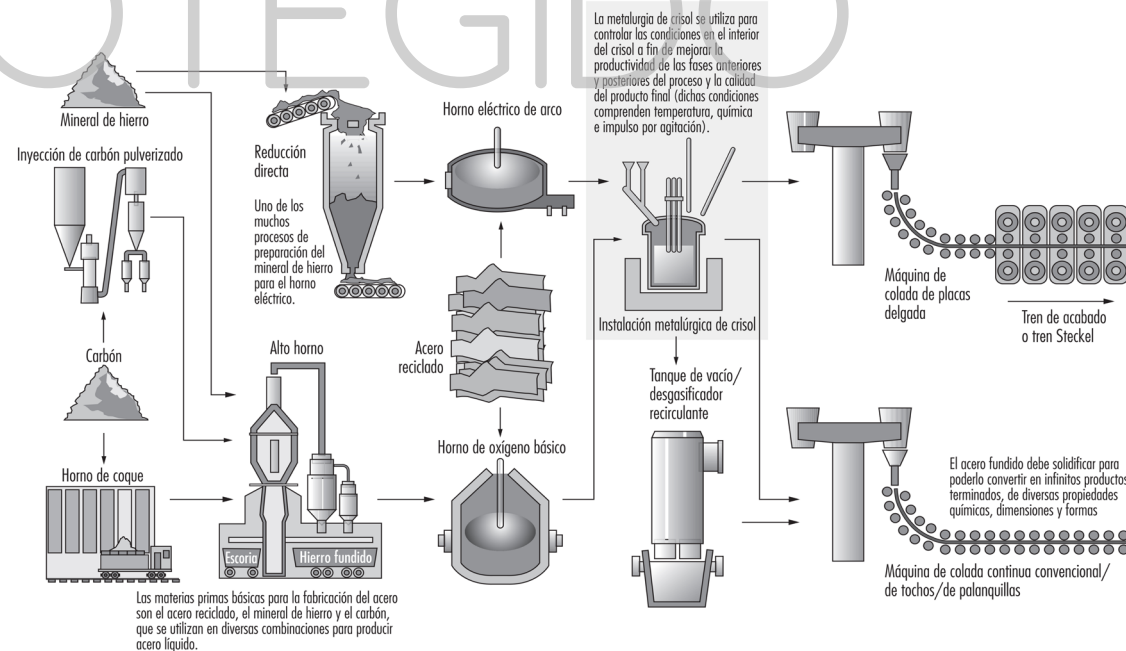


IMAGEN 41: Diagrama de proceso industrial del acero
Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo (Masaitis, s.f.)



IMAGEN 42: Obtención de la materia prima para el acero
Fuente: (Preguntale a Sherwin Williams, 2011)

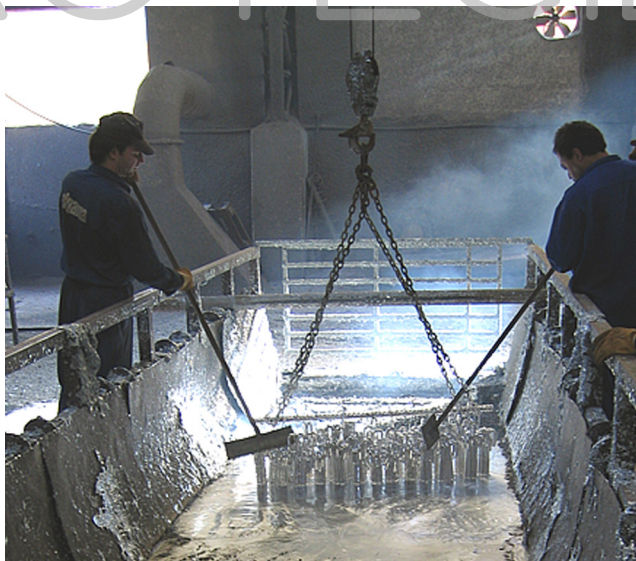


IMAGEN 43: Galvanización del acero
Fuente: (Preguntale a Sherwin Williams, 2011)

Como es posible apreciar, la principal característica en el proceso de fabricación del acero es el alto horno, ya que es aquel que funde el mineral de hierro para producir el arrabio. El acero puede obtenerse a partir de dos materias primas fundamentales:

- El arrabio, aquel que se obtiene como producto del alto horno.
- Chatarra o acero reciclado, aquel que ya ha sido procesado y requiere de un proceso de eliminación de impurezas.

El arrabio contiene grandes cantidades de carbono y otras impurezas minerales, tales como azufre y fósforo por lo que requiere un proceso de refinación. Es importante reducir el contenido de carbono, oxidar y eliminar las impurezas para que el hierro se convierta en un metal de alta elasticidad y pueda ser trabajado y forjado. (Masaitis, s.f.)

El metal que ya se ha fundido luego del proceso de fabricación del acero se vierte en máquinas de colada continua para obtener barras, cilindros y planchas de acero. El proceso de colada continua es ventajoso ya que se obtiene un mejor rendimiento, calidad, ahorro de energía y reduce costos de inversión y explotación respecto a otros

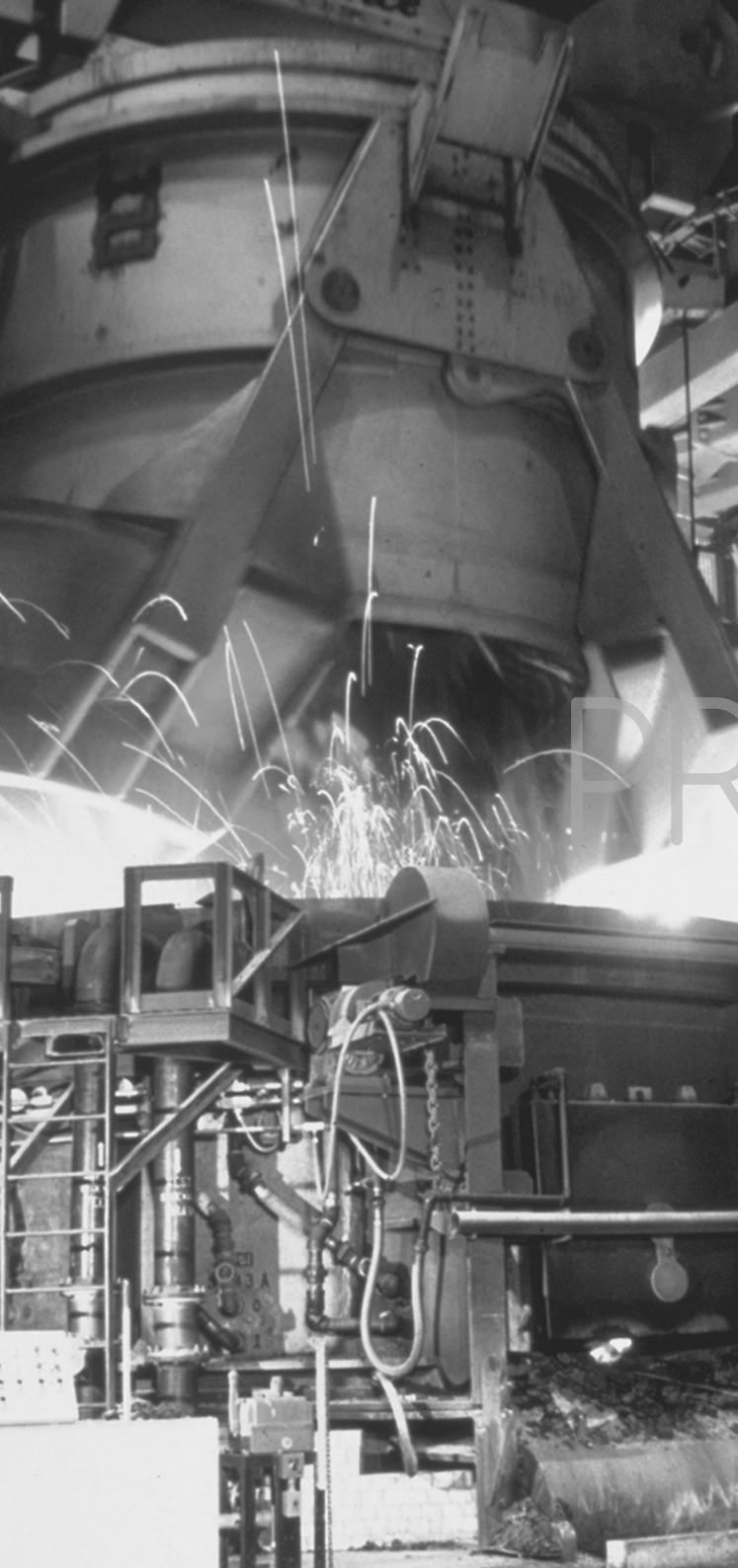


IMAGEN 44: Proceso de colado del hierro
Fuente: (Masaitis, s.f.)

procedimientos de forjado de acero.

Las planchas de acero se pueden lograr de dos maneras:

- Mediante la laminación de barras de acero.
- Mediante el método de colado.

La laminación de barras de acero, también llamado forjado en caliente, es un proceso en el que una barra de acero pasa entre dos rodillos o cilindros que giran a la misma velocidad y en sentidos contrarios, reduciendo su sección transversal gracias a la presión ejercida sobre estos. (IPAC, 2012) Así, gracias a la ductilidad del acero, capacidad que permite al material deformarse cuanto mayor es su temperatura, se logra obtener productos de sección constante, por ejemplo, laminas corrugadas de acero.

El método de colado continuo, permite la creación de planchones de acero, el cual se obtiene mediante el vaciado del acero en moldes de las dimensiones y secciones requeridas.

Sin embargo, para la fabricación posterior de paneles prefabricados de fachada, es importante considerar que se requiere de protección extra ante riesgos externos como corrosión, humedad, fuerzas de viento, golpes, entre

otros. Por ello, se ha considerado el uso de planchas de acero galvanizadas por los beneficios que trae la galvanización.

El acero galvanizado es uno de los materiales constructivos con una mayor variedad de usos y aplicaciones por ser un recubrimiento económico y versátil para el acero. El galvanizado es un tipo de recubrimiento para el acero que permite otorgar a la plancha de acero una mayor resistencia a la corrosión y a las condiciones ambientales. El proceso de galvanización se logra mediante el baño de capas de la aleación de hierro y zinc. Al ser un recubrimiento obtenido por la inmersión en zinc fundido a 450°C, se cubre la totalidad de la superficie de la pieza, así tenga orificios y áreas poco accesibles. En el Ecuador, el acero galvanizado cumple con la norma ASTM A653. (Dipac Manta, 2012), también avalada por las normas americanas de carácter internacional.

En conclusión, el acero galvanizado otorga al acero una durabilidad y resistencia mayor ya que le otorga al material una protección como barrera física y electroquímica que incluso aporta un proceso de auto curado ante la corrosión del zinc.

2.3.2.1 Propiedades físicas y características técnicas de las planchas de acero galvanizado.

Las propiedades físicas del acero galvanizado pueden ser definidas tanto por su naturaleza del material metal como por el acabado que el fabricante o constructor desee otorgarle al producto final por ser un material industrializado. A su vez, la galvanización brinda características propias al material que prevalecen a su materia prima principal: el hierro. Incluso, el espesor del recubrimiento de galvanización afecta al material final de tal manera que se puede mejorar sus propiedades físicas y mecánicas según sea la necesidad estructural, estética, entre otros. Dentro de un compendio de los factores que afectan a la planchas de acero galvanizado y considerando las variables a correlacionar posteriormente, el acero galvanizado presenta las siguientes características físicas:

Olor: Los metales, en general, no poseen olor. Según estudios científicos, el olor que se podría apreciar en el hierro, como monedas o herramientas no es propio del material sino de la reacción de la piel humana y su sudor que crea vapor orgánico que posee un olor característico (Glindemann, 2006).

Color: Como acabado final, se puede describir que el zinc aporta en su ma-

yor parte para definir esta cualidad del material. El color natural del zinc es un plateado metálico claro. Expuesto a la intemperie, este material podría perder su brillo naturalmente, y, a su vez que se oscurece con el transcurso del tiempo, el color cambia hacia un gris azulado. (Quinta Metalica, 2012) Sin embargo, este material puede ser pintado con pintura especial para revestimiento galvanizado por lo que es posible adquirir planchas pre pintadas a elección propia según catalogo de fabricante.

En el caso de los galvanizados, debe evitarse la utilización directa de pinturas alquídicas o sintéticas, ya que puede existir una reacción de saponificación entre la superficie alcalina del zinc y la resina, lo cual la destruye y provoca su fallo prematuro. En segundo lugar, la superficie de galvanizado es sometida generalmente a procesos de pasivación durante su fabricación; para evitar el blanqueamiento del material durante su almacenamiento en ambientes húmedos previo a su uso. En todos los casos debe evitarse aplicar recubrimientos sobre esta capa de pasivación, ya que la misma es extremadamente lisa y poco afín a cualquier clase de pintura, por lo cual siempre se obtendrían adherencias menores a las esperadas. En tercer lugar, una superficie galvanizada, expuesta a la intemperie y parcialmente en-

vejecida puede estar recubierta de óxidos e hidróxidos poco adheridos; una capa de pintura aplicada en estos casos no tendrá desde el inicio la adherencia adecuada al estar sobre una superficie suelta. (Nervion Pinturas, 2012)

Textura: Las planchas galvanizadas poseen uniformidad en su materia prima y galvanizado ya que, en su mayoría de casos, el proceso de fabricación del panel es controlado por factores de calidad definidos por el fabricante. Según pensamiento Feng-Shui, la abundancia de elemento metal en una habitación podría generar ansiedad y malestar en los habitantes de un hogar (Feng Shui: Los Cinco Elementos para decorar tu hogar, 2012). Este factor debe ser considerado con los clientes ya que su textura, al ser prefabricada, sus esquinas son rectas, por lo que podría desagradar al cliente.

Peso: El peso del acero no se modifica ante cambios de temperatura o humedad. El peso específico del acero tipo A-36 es de 7849 kg/m³.

Maleabilidad: Los metales poseen la capacidad de permitir modificar su forma a temperatura ambiente en laminas, mediante la acción de martillado o esti-

rado. El hierro en estado puro tiene una dureza que va de 4 a 5, lo cual define a un metal de características suave maleable.

Ductilidad: El acero galvanizado también es posible encontrarlo en forma de alambres gracias a la propiedad física de la ductilidad. Esta propiedad permite al metal poderse alargar de manera longitudinal al ser estirado.

Fusibilidad: Como propiedad física de los metales, la fusibilidad es la facilidad de poder dar forma a los metales, fundiéndolos y colocándolos en moldes. Esta propiedad se puede verificar en el proceso de fabricación del acero ya que, por medio del método del colado, se pueden obtener las formas deseadas acorde al procedimiento que se desee. En cuanto a las planchas de acero, se logra la forma de plancha al realizar una laminación al acero ante un previo manejo de temperaturas altas en el material.

Tenacidad: Un beneficio que aportan los metales es su resistencia a la ruptura al estar sometido a tensión. Esta propiedad en el hierro es aprovechada en el hormigón armado aportando con resistencia a fuerzas de tensión cuando el hormigón por si mismo, posee baja resistencia a la tensión.

Facilidad de Corte: Esta propiedad física permite al metal poder separarse en trozos regulares con herramientas cortantes. De esta manera, se logra con facilidad el corte en las planchas de acero galvanizado y su dimensionamiento deseado.

Soldabilidad: Los metales poseen



IMAGEN 45: Planchas de acero galvanizado
Fuente: (All-Biz Ltd., 2012)

la capacidad de unirse mediante técnicas de soldadura, utilizando con mayor frecuencia el método de soldadura por fusión. La soldadura de este tipo se define como la unión de dos materiales por formación localizada de una masa fundida empleando calor sin presión. (Bosch, 2005)

Corrosión: La oxidación es una reacción química donde un metal o un no metal ceden electrones, y por tanto aumenta su estado de oxidación. En los metales, una consecuencia muy importante de la oxidación es la corrosión. La corrosión es un factor importante a considerar en el material a escoger ya que esto medirá la vida útil del material y la estética de este. Por ello, se ha escogido un material con revestimiento de zinc que le otorga al acero aislamiento frente a un medio ambiente que podría ser bastante agresivo. También, el galvanizado le otorga protección catódica por ánodo de sacrificio en la que el zinc se comporta como la parte anódica de la corrosión, de este modo, mientras haya recubrimiento de zinc, entonces el acero estará protegido ya que este último se comporta como cátodo. (Fandiño Sanchez, 2010)

De igual manera, para obtener las características técnicas y mecánicas del

acero se van a considerar una revisión general ya sea como metal, como acero, o con revestimiento galvanizado. Es importante recordar que la presentación en la que se requiere al acero galvanizado, es en formato de planchas fabricadas mediante laminación de acero. La siguiente tabla refiere a las características técnicas que van a ser comparadas y analizadas con los demás materiales en un próximo apartado, sin embargo, en este caso, se obtienen datos sobre las planchas de acero galvanizado:

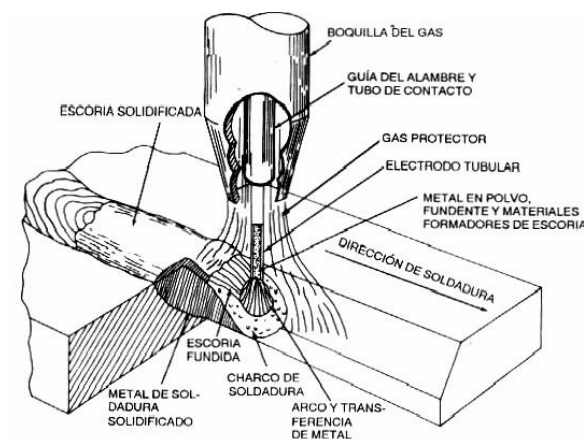


IMAGEN 46: Diagrama de soldadura de pieza metálica
Fuente: (Herrera Melo, 2007)

PLANCHA DE ACERO GALVANIZADO			
		UNIDAD	
PROPIEDADES FÍSICAS			
Densidad		kg/m ³	7,850
Peso		kg/m ³	7,800
Resistencia		kg/m ²	4,200
Peso/Resistencia		-	1.86
PROPIEDADES MECÁNICAS			
Flexión		kg/cm ²	1,700
Tracción Paralela		kg/cm ²	1,700
Tracción Perpendicular		kg/cm ²	1,700
Compresión Paralela		kg/cm ²	1,700
Compresión Perpendicular		kg/cm ²	1,700
Cortante		kg/cm ²	1,000
Módulo de Elasticidad		kg/cm ²	2,100,000
 AISLAMIENTO TERMICO			
Coefficiente de Expansión Térmica		-	10 x 10 E -6
Coefficiente de Conductividad Térmica		Kcal/h/m°C	1.15-1.40
 AISLAMIENTO ACUSTICO			
Coefficiente de Absorción Acústica (Rango: 250 a 500 Hz)		-	-
Coefficiente de Absorción Acústica (Rango: 1000 a 2000 Hz)		-	-

TABLA 08: Características técnicas de las planchas de acero galvanizada
Fuente: (Barrera, 2010), (Arriaga Martitegui & Blasco Casanovas, s.f.), (Peraza, Arriaga, & Peraza, 2004)

2.3.2.2

Ventajas y desventajas
de las planchas de acero
galvanizado

Las planchas de acero galvanizado, en su uso constructivo, específicamente para la fabricación de paneles prefabricados en fachada, poseen ventajas y desventajas de tipo estético, funcional, técnico, ecológico, social, entre otros. Para la definición de los beneficios e inconvenientes del acero galvanizado, se considerara al material conjuntamente a su característica de metal, acero, presentación en plancha y en revestimiento galvanizado. Entre las ventajas del material definido encontramos:

- En su uso estructural, el acero posee una alta resistencia por unidad de peso, por lo que permite elementos relativamente livianos, razón que lo convierte en una de las mejores opciones en terrenos con suelos blandos.
- Las propiedades técnicas y mecánicas del acero no se alteran con el tiempo, siempre y cuando tengan un buen mantenimiento. Esto establece que los elementos de acero pueden tener mayor longevidad estructural respecto a otros materiales.



IMAGEN 47: Alta resistencia por unidad de peso
Fuente: (CableRedExpert.sl, 2012)



IMAGEN 48: Planchas de acero galvanizado en Fachada - Centro de Salud "La Rivota", Madrid
Fuente: (Asociación Técnica Española de Galvanización, s/f)



IMAGEN 49: Planchas de acero galvanizado
Fuente: (Asociación Técnica Española de Galvanización, s/f)



IMAGEN 50: Planchas de acero galvanizado
Fuente: (Asociación Técnica Española de Galvanización, s/f)

- El acero tiene la capacidad de absorber grandes cantidades de energía en deformación tanto elástica como inelástica lo que logra ser un material adecuado para recibir fuerzas que afectan a la fachada y cerramiento de una edificación tales como vientos, movimientos sísmicos, golpes, entre otros.

- El acero posee una fácil unión con otros elementos de su tipo ya que existe una variedad de juntas para el material tales como remaches, tornillos, soldadura, entre otros. Es importante recordar que el acero posee mayor facilidad con sistemas de junta seca ya que existe mayor compatibilidad en el uso de tornillos y pernos de anclaje y unión.

- La velocidad de construcción en acero es superior respecto a otros materiales, como el hormigón, mampostería y la madera, entre otros, debido a su fácil unión con el acero y otros materiales.

- El acero al ser desechado o desmontado es recuperable como chatarra de acero. De esta manera es posible ser fundido y fabricar acero nuevamente, beneficiando al planeta al no desperdiciar materia prima en la fabricación del acero.

- El acero es un material 100% reciclable y degradable por lo que no contamina al planeta.

- El acero, debido a la facilidad de corte y unión, permite modificaciones a los proyectos, en este caso, la modularidad de las planchas para paneles prefabricados.

- El acero posee la capacidad de laminarse en grandes dimensiones, por lo que el dimensionamiento y su forma puede ajustarse a criterio del diseñador.

- Debido a su capacidad de laminarse a espesores mínimos mientras se lo requiere, en su aplicación como paneles de fachada, se puede obtener paneles con menor espesor, lo que permite mayor espacio interior y facilidad de manipuleo.

- La galvanización aporta protección contra la corrosión atmosférica respondiendo a condiciones climáticas del lugar. Esto le aporta durabilidad y resistencia al material ya que el recubrimiento protege al acero como una barrera física y electroquímica brindando un proceso de auto curado contra la corrosión del zinc.

Entre las desventajas que poseen las planchas de acero galvanizado se pueden detallar:

- Si el producto no considerara el galvanizado, el acero expuesto a intemperie sufriría corrosión. La corrosión ocurre debido a que el hierro se oxida con facilidad, incrementando su volumen y provocando grietas que permiten la corrosión hasta consumir la pieza por completo. Por ello, es importante el mantenimiento intensivo al material por si se observara algún indicio de corrosión.
- El acero, por su alto índice de conductividad térmica, posee varios inconvenientes que, a pesar que pueden ser mejorados con la combinación con otros materiales, es importante anotar para su análisis:
- En el caso de incendio, el calor se propaga rápidamente por los elementos de acero. Se conoce que el acero pierde gradualmente su resistencia a partir de los 300°C hasta alcanzar aproximadamente el 60% de su resistencia inicial a los 550°C. Si el acero no posee recubrimiento alguno de protección al fuego, podría fallar y perjudicar a la edificación

o vidas. (Arquitectura en Acero, 2012)

- En cuanto al confort, el acero al ser buen conductor de calor, en un panel prefabricado puede causar molestia al tacto humano, ya que este acoge la temperatura del lugar si no se combina con algún otro material. Este factor puede crear energía negativa Sha, en términos de Feng Shui, lo cual podría ser negativo a su vez en la vida diaria de los usuarios de la edificación.
- Cambios en la temperatura en un elemento de acero pueden provocar una dilatación del material, es decir, que puede aumentar o disminuir las dimensiones del elemento de acero. Para una modulación de panel prefabricado, esto es un factor que debe ser considerado en el dimensionamiento ya que debe existir una libertad de dilatación del material.
- El acero no posee buen comportamiento a la compresión siendo susceptible al pandeo elástico. Por ello, se debe evitar dimensionamientos esbeltos para las estructuras de acero.

RESISTENCIA DEL ACERO A ALTAS TEMPERATURAS

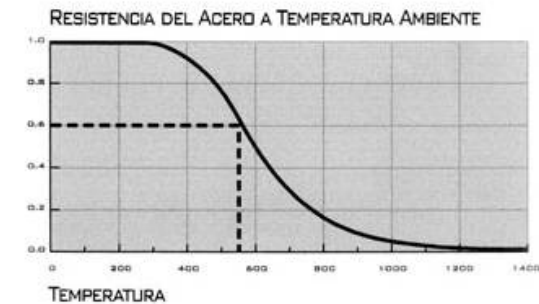


IMAGEN 51: Curva de resistencia del acero respecto a altas temperaturas
Fuente: (Arquitectura en Acero, 2012)



IMAGEN 52: Reacción del acero en un incendio
Fuente: (Metabunk, 2010)

2.3.2.3 Casos Análogos de paneles prefabricados de junta seca en planchas de acero galvanizado

Finalizando el análisis al acero galvanizado, podemos concluir que para su aplicación como panel prefabricado, específicamente para la fachada de una edificación, es necesaria la combinación de la plancha con un material que actúe como aislante, debido a su alto coeficiente de conductividad térmica. Tal como el material analizado anteriormente, se requiere de casos análogos que permitan percibir el alcance tanto técnico, como estético que posee el material. En ambos proyectos se referirá a un producto final tipo sándwich que cumpla con las necesidades requeridas por su cliente. El primer proyecto, Casa Marco Polo, muestra los alcances ventajosos de la construcción prefabricada tales como la rapidez y eficiencia en obra. El segundo caso análogo presenta un producto constructivo en el mercado local, Panel AR-2000 con Aislamiento de Novacero, el cual posee experiencia en el medio con su material estilpanel, al que se añadiría un alma de aislamiento.



IMAGEN 53: Casas Marco Polo
Fuente: (Aceituno, s/f)



IMAGEN 54: Casa realizada con panel AR-2000
Fuente: (JunkMail, 2012)

2.3.2.3.1

Casa Marco Polo

FICHA INICIAL

Ubicación:
Vivienda Social en Chile

Arquitectos:
Sociedad Marco Polo Engineering S.A.

Año:
2011

Superficie:
61 m²

Presupuesto:
12600 dólares más IVA

Edificación tipo:
Casa unifamiliar (vivienda social)



IMAGEN 55: Casas Marco Polo
Fuente: (Aceituno, s/f)

DESCRIPCIÓN

Casa Marco Polo es un prototipo de vivienda prefabricada diseñado como solución al déficit habitacional luego del terremoto de Chile ocurrido en el año 2010. Las ventajas logradas en este proyecto presentado por Sociedad Marco Polo, lograron seleccionarlo para la construcción de más de 150 viviendas a ubicarse en las zonas más afectadas por el terremoto.

La tecnología a implementarse se basa en paneles sándwich de chapas de acero dispuestos horizontalmente entre columnas compuestas a partir de perfiles de acero tipo U. El sistema constructivo permitió una construcción rápida y eficiente de tres semanas por casa terminada. Entre las necesidades del cliente para el diseño de la vivienda se encuentran espacios interiores amplios, altura interior confortable, ventanas de PVC y vidrio, aislación en paredes de cerramiento, rápido montaje tanto en construcción de la vivienda como en acabados. El programa arquitectónico, finalmente, consta de tres dormitorios, un baño, una sala, comedor-cocina, y un espacio opcional a porche de ingreso.



IMAGEN 56: Casas Marco Polo
Fuente: (Aceituno, s/f)

En materia del proceso de obra y materiales implementados, el proyecto empieza por una nivelación y compactación del terreno adecuado según lo define el calculista estructural. La cimentación se construye en zapata corrida de hormigón en el perímetro de la casa. Luego de un sobrepiso, se instalan las columnas metálicas de acero pre pintado formadas con perfiles C que permitirán no solo otorgar resistencia al pandeo, sino que permitirá la sujeción de los paneles en el espacio de canal del perfil. Luego, la cubierta de acero a base de cerchas de acero galvanizado se monta sobre las columnas metálicas por medio de junta atornillada, concluyendo la fase estructural del proyecto. El acero utilizado posee tratamiento anticorrosivo y pintura intumescente, lo cual permitirá otorgar un revestimiento de protección ante la corrosión.

Los paneles de chapa de acero con aislamiento de poliestireno se montan entre los perfiles-columnas metálicas lo que da una unión de calce perfecto que incorpora un sello de silicona pintable para las uniones columna-panel y panel-sobrepiso por su cara interior. En zonas húmedas, a más del sello de silicona se incluyen sellos impermea-

bles entre placas, revestimiento de terminación y sello de neopreno bajo solera. (Arquitectura en Acero, 2012)

Finalmente, se coloca la cubierta metálica que se constituye por una plancha de zinc aluminio y en su capa inferior, aislamiento de poliestireno de 5 cms. Los canales y bajantes se especifican de PVC para la circulación de aguas lluvia.

Para los acabados se utilizan pisos vinílicos, puertas metálicas con aislamiento de poliuretano, ventanas de PVC, tumbados de yeso cartón, pinturas intumescentes, entre otros. Las instalaciones básicas sanitarias y eléctricas se realizan a nivel de contrapiso, y siendo una casa de una sola planta, se beneficia al concentrar las ingenierías en el diseño arquitectónico.



IMAGEN 57: Montaje de paneles metálicos en vivienda
Fuente: (Marco Polo Engineering, 2012)

2.3.2.3.2

Panel AR-2000 con Aislamiento

FICHA INICIAL

Ubicación:
Planta Guayaquil: Av. Las Esclusas S/N,
Guasmo Central,

Empresa:
NOVACERO

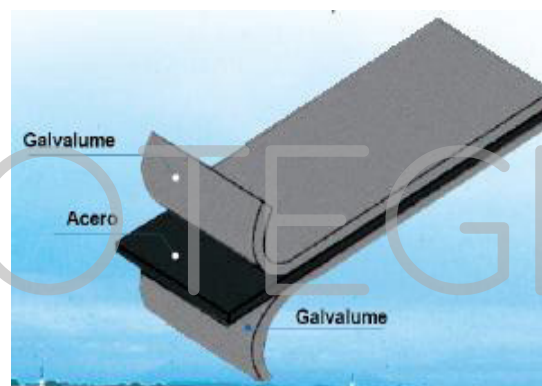


IMAGEN 58: Recubrimiento Galvalume
Fuente: NOVACERO

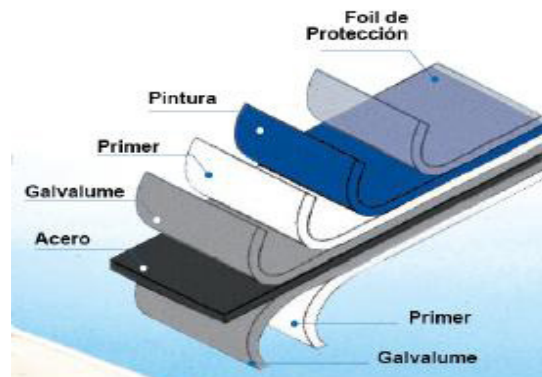


IMAGEN 59: Recubrimiento Pre-pintado
Fuente: NOVACERO

DESCRIPCIÓN

NOVACERO, con su producto Estilpanel, es una de las empresas con mayor aceptación en el mercado de paneles metálicos en el país. A pesar de que posee una amplia gama de productos que poseen usos similares, pero se diferencian en diseño, acabado y especificaciones técnicas, para el análisis de aplicación se seleccionara el Panel AR-2000.

El Panel AR-2000, considerado como el “panel del sello hidráulico” (Novacero, 2012), además, posee rigidizadores longitudinales que le brindan al material hermeticidad, resistencia a cargas, accesibilidad y mayor ancho útil. Este sistema permite al producto soportar cargas de succión de viento y para absorber los desplazamientos producidos por los sismos.

El producto AR-2000 puede ser adquirido en tres recubrimientos que garantizan la durabilidad del material: galvalume, galvalume plus y pre-pintado. Galvalume es un recubrimiento en base a una aleación de aluminio, zinc y silicio sobre el alma de acero del panel que le otorga al material, resistencia a la corrosión, reflectividad lumínica y

Ancho útil = 1040 mm.
Altura de onda = 37 mm.

USOS
Cubiertas y Paredes

LONGITUD
Según la necesidad del cliente

Pendiente Mínima
4°

ACCESORIOS
Conectores Omega
y Pernos Autoperforantes

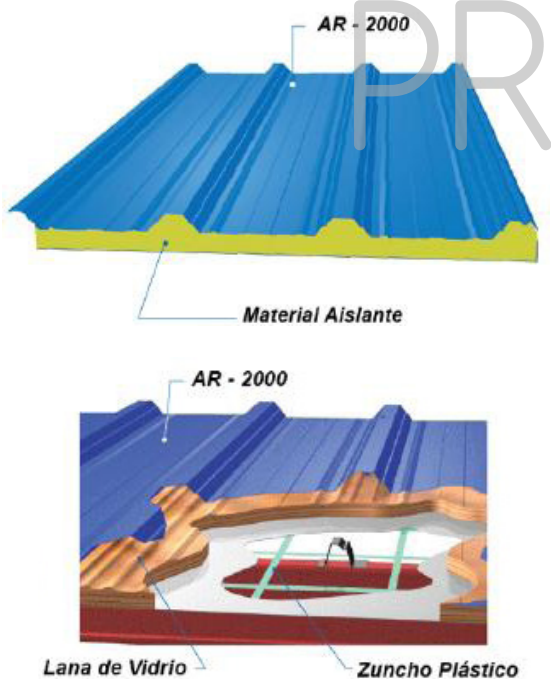


IMAGEN 60: Panel Sándwich AR-2000
Fuente: NOVACERO

protección a las áreas cortadas o perforadas. A su vez, esto facilita la adherencia de la pintura que el cliente desee darle al material. Galvalume plus, posee el mismo revestimiento de galvalume pero se aplica además una resina que incrementa la duración del panel.

El recubrimiento pre-pintado consiste en un proceso de pintura continua sobre una base que incluye limpieza, pre-tratamiento químico, primer y un acabado de pintura uniforme y especial de tipo poliéster. Además, para evitar ralladuras y maltrato en el manejo se incluye un foil de protección que debe retirarse una vez instalado. Es importante anotar que todos estos revestimientos cumplen con las normas ASTM-A792 y ASTM-A755 que garantizan la calidad estructural del material. (Novacero, 2012)

Para su aplicación como panel de fachada, es posible el uso de la plancha solo como panel metálico, sin embargo, si se ofrece la solución de panel sándwich que permite conseguir aislamiento térmico y acústico que brinda mayor confort en las edificaciones. De esta manera, el panel sándwich se compone de Estilpanel en

la cara superior, otro en la cara inferior y el material aislante en el interior. El material aislante puede tener diferentes espesores, de acuerdo a los requerimientos y aislamiento deseado por el cliente. Entre los materiales aislantes que se pueden aplicar se encuentran el poliuretano, poliestireno, lana de vidrio, lana de vidrio mas foil retardante de vapor, lana de roca, pintura acústica Flexlining, entre otros.

Entre las ventajas que ofrece el material, tanto en su presentación como plancha metálica como panel sándwich se anotan:

- Resistencia estructural, ya que su estructura y material provee mayor resistencia a cargas e impactos, accesibilidad y mayores distancias entre apoyos.
- Impermeabilidad, ya que el acero no absorbe la humedad y su forma está diseñada para la rápida evacuación de agua o granizo.
- Durabilidad, debido a que sus recubrimientos no permiten la corrosión, roturas y minimiza la adherencia de hongos y suciedad.
- Rapidez de montaje, por su ligereza y adecuados accesorios



de fijación de junta seca permiten bajos tiempos de obra.

- Bajo mantenimiento, ya que su recubrimiento le brinda protección al mayor problema del acero que es la corrosión y por ello poseen una vida útil mas larga.

Para su instalación y almacenamiento se requiere que el material este bajo cubierta para que la humedad y agua lluvia no afecten al material. Además, el panel AR-2000 posee un sistema de instalación a base de conectores omega y pernos auto perforantes que son de fácil manipuleo e instalación.

En conclusión, el panel prefabricado AR-2000 con aislamiento posee ventajas importantes a ser analizadas posteriormente para el procedimiento comparativo de materiales. Es importante anotar que se va a escoger el aislamiento con poliuretano para una mejor compresión y comparación entre los demás materiales. El panel AR-2000 logra cumplir requerimientos establecidos anteriormente para paneles prefabricados para su uso y calidad, tales como durabilidad, resistencia, aislamiento térmico, aislamiento acústico, estanqueidad, entre otros.

IMAGEN 61: Obra realizada con panel AR-2000
Fuente: (NOVACERO, 2012)

2.3.3 Hormigón aligerado para paneles prefabricados

El hormigón es un material producto de la mezcla de áridos, cemento y agua, tras un proceso de endurecimiento y fraguado, adquiere consistencia pétreo y elevada resistencia a la compresión, además de permitir moldearse a las dimensiones y piezas deseadas. Este material data del tiempo de los romanos, alrededor de la tercera centuria antes de Cristo, siendo una revolución tecnológica a la construcción.

A partir del siglo XVIII, junto a un continuo estudio de las cales, se logra producir industrialmente al hormigón. Así, en 1824, se patenta un cemento artificial logrado por Joseph Aspdin llamado cemento Portland lo cual revoluciona las técnicas constructivas por conseguir un material con propiedades similares a una piedra natural encontrada en la isla de Portland, al sur de Inglaterra. (Harmsen, 2002) El hormigón, por si mismo, carece de resistencia a la tensión, por lo que, desde la tercera década del siglo XIX, se empieza a utilizar la combinación de varillas de acero con hormigón simple para la elaboración de hormigón armado.

El hormigón es una mezcla homogénea de pasta y materiales inertes que

tiene la propiedad de endurecer con el tiempo, y, a los veintiocho días, este alcanza su resistencia máxima de trabajo. La pasta, también llamado material ligante, es una combinación de cemento y agua, en proporciones definidas, entre las que se produce una reacción química liberando calor en el proceso de mezclado e incorpora aire, en una proporción de 1 al 2%. Los materiales inertes, entre los que se encuentran mayormente usadas la arena y la piedra, se agregan a la pasta para economizar el producto final, siempre y cuando se mantenga una similar resistencia cuando el producto ya se haya endurecido y su conformación no deje espacios sin rellenar por la pasta. Por ello, para lograr la homogeneidad del material es importante contar con la dosificación adecuada de estos dos materiales para que resulte una mezcla trabajable y sin excesos que le permita al hormigón tener la resistencia adecuada.

Entre los elementos mayormente utilizados para la constitución del hormigón existe:

- Agua: A pesar de la importancia del agua para producir la reacción química con el cemento, un exceso en su proceso

de fragüe puede hacerlo perder resistencia al producto final. Entre las especificaciones que debe tener el agua para hormigón se encuentra pureza, potable, no contener azúcares, aceites ni sales.

- **Cementos:** Existe una variedad de cementos, pero el de mayor uso y comercialización es el cemento Portland. Este posee una dosificación de minerales de origen calcáreo (65%) y arcilloso (35%) que pulverizado y cocido a una alta temperatura de 1500 ° C se obtiene el Clinker, material granular poroso compuesto de silicato bicálcico que, mezclados con un 4% de yeso dehidratado, logra la conformación del cemento Portland. (Cainciani, Salomone, & Napoli, 2009)

- **Agregados:** Pueden ser de origen natural como las rocas, o artificiales como las arcillas expandidas o las escorias de los altos hornos en la fabricación del acero. Por su tamaño, los agregados se clasifican en gruesos y finos. Los agregados gruesos se denominan a aquellos cuyos tamaños comprenden entre 4.8 mm y 150 mm y los agregados finos comprenden entre 75 micrones y 4.8 mm. Entre las características que debe poseer los agregados se encuentran su peso específico, su peso unitario compactado y suelto. Además, los

agregados deben estar limpios, secos, saturados y sueltos, ya que su absorción puede llegar al 25% de su propio peso. Una condición importante a cumplir es que su tamaño máximo debe ser menor o igual a la quinta parte de la menor dimensión transversal del elemento estructural y tres cuartas partes de la menor separación entre barras de armadura. (Cainciani, Salomone, & Napoli, 2009) Esta categoría debe ser esencial al definir la dosificación y materiales para el panel prefabricado a diseñar.

- **Aditivos:** Son sustancias que al ser añadidas al concreto pueden alterar sus propiedades tanto en su estado de mezcla como endurecido. Generalmente se clasifican en aditivos químicos y minerales. Entre las características que alteran los aditivos químicos se encuentran lograr concretos más trabajables y plásticos, reducir cantidad de agua en la mezcla, fluidez del concreto, incorporadores de aire, acelerador o retardador de fraguado, entre otros. Los aditivos minerales en cambio pueden reducir el agrietamiento, mejorar la durabilidad del concreto, reducir su potencial de corrosión, optimizar la resistencia del hormigón, entre otros.



IMAGEN 62: Agregados en hormigón
Fuente: (Perrior, 2012)



IMAGEN 63: Mezcla fresca del hormigón
Fuente: (Gonzalote.com.ar, 2012)



IMAGEN 64: Fraguado del hormigón
Fuente: (Prehorquisa, 2012)



IMAGEN 65: Endurecimiento del hormigón
Fuente: (Prehorquisa, 2012)

El hormigón debe ser identificado en tres estados en su proceso de endurecimiento: mezcla fresca, fragüe, y endurecimiento. Cada estado posee propiedades diferentes que serán analizadas en un siguiente apartado.

- **Mezcla fresca:** El cemento, al tomar contacto con el agua en su proceso de mezclado, toma un estado líquido, que luego de 90 segundos de una buena mezcla toma una consistencia cremosa. La mezcla debe ser trabajable y correctamente mezclada para que pueda ser transportada hacia los lugares de molde sin producir segregación y llenar los moldes sin dejar huecos ni vacíos en las armaduras.
- **Fraguado:** Luego de dos a tres horas de mezcla en reposo, empieza el proceso de fragüe del hormigón, en el cual el hormigón inicia a endurecerse. Este proceso debe iniciar luego de haber llenado los moldes con mezcla para no dejar vacíos, y antes de desencofrar las estructuras y que estas hayan alcanzado un importante nivel de resistencia.
- **Endurecimiento:** La mezcla en-

durecida y desencofrada logra suficiente durabilidad e impermeabilidad que lo protege ante agentes externos. Es importante mantener el curado en la pieza de hormigón. Este se basa en el proceso de mantener saturado de agua al concreto para así controlar el movimiento de temperatura y humedad hacia dentro y hacia fuera del concreto. De esta manera, se evita la contracción del fraguado hasta que se alcance la resistencia mínima para alcanzar los esfuerzos.

La composición de los paneles prefabricados, generalmente, posee agregados o aditivos que le dan ligereza al producto final. Los hormigones ligeros son aquellos que poseen densidades menores a aquellos constituidos con áridos comunes. (Universidad Politécnica de Cartagena, 2012) Es posible disminuir la densidad del hormigón mediante la presencia de vacíos en el árido, en el mortero, o entre las partículas de árido grueso. Sin embargo, se debe realizar un estudio a estas disminuciones ya que la resistencia puede disminuir, aunque en paneles prefabricados, la resistencia puede no ser condición predominante para el hormigón.

Los hormigones ligeros se pueden clasificar según su método de producción, entre los que se destacan:

- Hormigón de árido ligero, aquel que utiliza áridos ligeros porosos de baja gravedad específica aparente
- Hormigón aireado, celular, espumoso o gaseoso, aquellos en donde los vacíos se introducen dentro del hormigón a manera de la producción de aire por arrastre.
- Hormigón sin finos, aquel donde se elimina el uso de áridos de finos permitiendo gran número de vacíos.

Los hormigones ligeros han permitido el desarrollo de los paneles prefabricados ya que permiten reducir el espesor del producto final, permitiendo una mejor manejabilidad de las piezas gracias a su bajo peso en su puesta en obra.

Para la fabricación de un panel prefabricado de hormigón, se requiere decidir que tipo de panel se va a utilizar. En un apartado anterior sobre paneles prefabricados, se enumeraron entre algunos ejemplos para el desarrollo de propiedades que mejoran el confort dentro de los espacios. Entre ellos se enumeran paneles con cámara

de aire, paneles cuya composición mejora el aislamiento acústico, paneles sándwich, paneles reforzados, ecológicos, entre otros. A continuación, se considerará un panel prefabricado de hormigón aligerado tipo hormigón de árido ligero para fachada, en el estudio de su proceso de fabricación, transporte y montaje de los paneles.

El proceso de fabricación de los paneles empieza con la limpieza y preparación de los moldes, los cuales deberán aplicarse un desencofrante. Estos moldes deben ser rígidos y construidos con materiales compatibles con el hormigón, tales como el acero. Estos moldes deben tener un volumen estable, con aplicaciones repetidas y fácil manipulación y limpieza.

Luego, se procede al amasado, hormigonado y compactación del hormigón, en el que la dosificación del hormigón será determinada luego de diversos ensayos con dosificaciones de prueba que logren las especificaciones deseadas por el diseñador. Al ser un procedimiento industrial, el hormigón se mezcla por medio de hormigoneras que optimicen los recursos y la mezcla requerida. El vibrado del hormigón, que puede ser manual o mecánico,



IMAGEN 66: Preparación de los moldes
Fuente: (Prehorquisa, 2012)



IMAGEN 67: Armado de panel
Fuente: (Prehorquiza, 2012)

debe asegurar una compactación que elimine los vacíos y disminuya el aire atrapado en las superficies verticales.

A su vez, la colocación de las armaduras y piezas metálicas deben asegurar el recubrimiento de hormigón y las piezas metálicas para que sean colocados tal como indique el diseñador. Es esencial que toda armadura y pieza metálica del panel quede situada con exactitud en el molde para que mantengan su posición mientras se extiende, compacte y este en vibrado el hormigón. Por ello, los contro-

les de calidad y procedimiento deben establecerse clara y específicamente para que no se den errores en la pieza.

El curado de la pieza debe darse controladamente para evitar imperfecciones como falta de uniformidad, manchas o grietas superficiales. Cualquiera sea el método, se exige la retención de humedad para permitir la hidratación del cemento, procurando no ocurra un deslavado de los componentes del hormigón.

El desmolde, en un procedimiento industrial, se lo realiza levantando las piezas por medio de cinchas, puentes grúa, o mesas que permitan colocar el panel en posición vertical.

El almacenamiento, de la misma manera que el desmolde, debe darse colocando al panel en posición vertical tipo canto para que no aparezcan retracciones por irradiación solar.

La manipulación, ya sea para su transporte o en obra, se puede realizar mediante balancines, cinchas, cadenas, entre otros, que posean al menos dos puntos de izado por cada panel. Es importante hacer controles de calidad en este proceso, en especial, notar que los equipos se encuentren en buenas condiciones y sean adecuados para los

pesos y dimensiones del producto final.

El transporte de los paneles metálicos, por lo general, se lo realiza en vertical, apoyados lateralmente en un caballete metálico, y, en su borde inferior, debe apoyarse sobre madera o rastreles con protecciones de goma o similar. Esto permite cuidar las esquinas y bordes del panel hacia posibles golpes y daños. Se debe además tener en cuenta el recorrido que el camión de transporte realizara por posibles pendientes, concentraciones de agua, bordillos, etc., que ocurran durante el transporte.



IMAGEN 68: Manipulación de panel
Fuente: (Prehorquiza, 2012)



IMAGEN 69: Montaje de panel
Fuente: (Prehorquisa, 2012)

El acopio de los paneles en obra, se procura ser con caballetes y jácenas que siempre deben proteger las esquinas y bordes del panel con maderas y gomas de protección. A los paneles se los mantiene en posición vertical o ligeramente inclinados siempre procurando evitar el vuelco de estas.

Para realizar el montaje de los paneles, siempre deben existir planos y detalles de montaje para que se fiscalice la obra según lo establecido. Por lo general, el procedimiento de montaje de un panel prefabricado se da de la siguiente manera:

1. Replanteo de la piezas a la estructura construida, reflejando las cotas, modulación y nomenclatura de los paneles.
2. Traslado del panel al área de montaje.
3. Posicionamiento de la pieza.
4. Nivelado y aplomado de la pieza.
5. Anclaje mediante soldadura o atornillado.

Finalmente, los rendimientos de montaje se dan generalmente acorde al tamaño de las piezas, las condiciones del sitio, la maquinaria utilizada, el tipo de obra, entre otros factores,

En conclusión, el hormigón aligerado es la opción utilizada en el mercado para la fabricación de paneles de fachada debido a que este además de contener en si mismo todos los beneficios que ofrece el hormigón, permite su manipuleo y rendimiento en obra que se espera en una construcción prefabricada. Este tipo de material requiere de mayor estudio debido a que su aplicación como panel de fachada en edificios en altura es más extensa y practicada en el medio de la construcción.

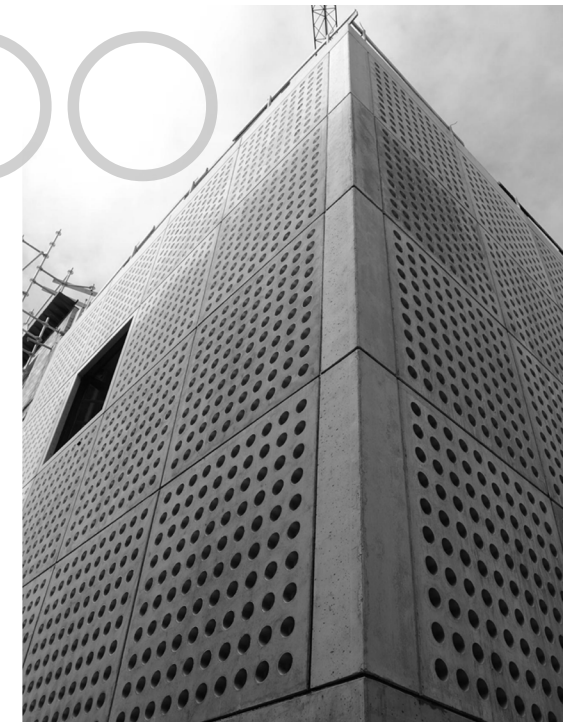


IMAGEN 70: Hormigón aligerado en fachada
Fuente: (Prehorquisa, 2012)

2.3.3.1 Propiedades físicas y técnicas del hormigón aligerado para paneles prefabricados

Tal como se explica en el apartado anterior, el hormigón debe ser identificado en tres diferentes estados: mezcla fresca, fraguado y endurecimiento. Para la identificación de las propiedades físicas del material, se va seleccionar dos estados importantes del hormigón: mezcla fresca y endurecida.

Hormigón como mezcla fresca

Este estado del hormigón se logra en el amasado de sus componentes. Según la Universidad de Cartagena (Universidad Politecnica de Cartagena, 2012), el hormigón fresco se define como una mezcla heterogénea de fases solidas, liquidas y gaseosas que se distribuyen en igual proporción si este está bien amasado. Entre sus propiedades físicas más importantes, a las que se debe estudiar al tener al hormigón en este estado, se encuentran:

Consistencia: Se define como la capacidad de deformación del hormigón fresco. Mediante el cono de Abrams, un ensayo que permite medir el asentamiento de la mezcla en centímetros de la mezcla, es posible obtener el grado de consistencia del material y su grado de cohesión entre los componentes.

Docilidad: Es la capacidad de ser puesto en su lugar de destino, es decir, su trabajabilidad en obra.

Relación agua-cemento: Esta relación permite que el hormigón logre su resistencia al final del fraguado. Así, los hormigones mas fluidos son menos durables ya que el agua forma conductos capilares que pueden permitir a exteriores agentes agresivos ingresar al material y poder crear problemas como la corrosión en los hormigones armados.

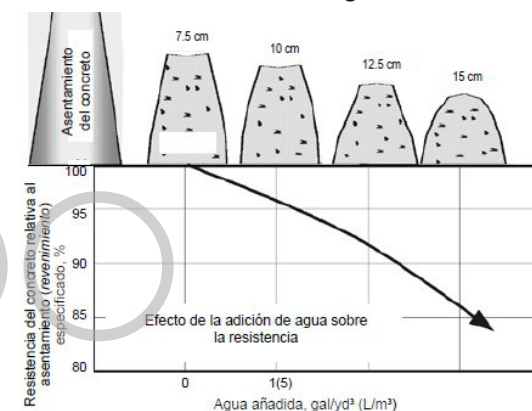


IMAGEN 71: Relación de agua y cemento con su resistencia Fuente: (CivilGeek,2011)

Homogeneidad: Esta propiedad establece que los componentes del hormigón se distribuyen por toda la mezcla en las mismas proporciones.

Masa específica: Se define como la relación entre la masa de hormigón fresco y el volumen ocupado. Este valor permite medir la eficacia del método de compactación aplicado por lo que puede medirse en ambos estados.

Propiedades del hormigón endurecido

Se considera al hormigón en su estado endurecido a partir del final de fraguado. Sobre este estado de producto final, se analizarán las propiedades físicas que se relacionan con los demás materiales debido a que en este estado se obtiene el acabado del material.

Olor: El hormigón, no posee un olor característico.

Color: El hormigón visto generalmente es de color gris cemento, si no existiere algún elemento en su composición que le transfiera algún cambio en su color. Sin embargo, en los paneles prefabricados de fachada, es muy común hallar hormigones pigmentados, en el cual, el hormigón por medio de pigmentos minerales que no afectan los componentes de este, se beneficia al acabado en fachada de las edificaciones. Sin embargo, el color y textura del hormigón visto es una propiedad física de agradable aspecto a nivel arquitectónico, siempre y cuando exista un buen mantenimiento y cuidado del material.

Textura: El hormigón visto posee una textura rugosa y porosa, que si se logra correctamente, posee homogeneidad en sus superficies. A pesar de

que su aspecto llama la atención a nivel arquitectónico, es importante tener en cuenta que sus superficies son más difíciles de desprender suciedades que en materiales como acero o madera, debido a su textura rugosa. Sin embargo, con un buen mantenimiento y uso, es posible mantener una textura durable, cuidada y limpia por buen tiempo.

Peso: El peso del hormigón varía según su composición y dosificación. Por lo general, el hormigón posee un peso específico de 2400 kg/m³.

Densidad: Esta propiedad mide la relación entre la masa de hormigón y el volumen ocupado. Un hormigón con buena compactación y áridos normales posee una densidad entre 2300 a 2500 kg/m³. Un hormigón con áridos ligeros posee una densidad entre 1000 a 1300 kg/m³ y con áridos gruesos puede llegar de 3000 a 3500 kg/m³. (Universidad Politecnica de Cartagena, 2012)

Compacidad y Permeabilidad: Esta cualidad define la porosidad del material, por lo que un hormigón de alta compacidad tiene mayor protección contra agentes externos. De igual manera, la permeabilidad es el grado de accesibilidad que posee el hormigón ante líquidos o gases externos.



IMAGEN 72: Diversas texturas que posee el hormigón visto prefabricado
Fuente: (Prehorquiza, 2012)

Resistencia Mecánica: Se ha comprobado por medio de ensayos de laboratorio que el hormigón presenta un comportamiento resistente a las fuerzas de compresión, tracción y desgaste. (Universidad Politecnica de Cartagena, 2012) A su vez, debido a la buena resistencia a la compresión del hormigón, el material posee un buen comportamiento al impacto, al ruido, al hielo-deshielo, al envejecimiento, a la abrasión, entre otros. (Sanchez Hurtado, 2010)

Retracción: Es el acortamiento de las piezas de hormigón debido a la evaporación del agua de la mezcla de hormigón. En las piezas de panel prefabricado de fachada, este factor debe considerarse en el dimensionamiento del panel para permitir llegar a un dimensionamiento final deseado luego de esta evaporación de agua. De igual manera, es

importante realizar el curado a las piezas y notar si existen grietas que dañen el acabado y textura del producto final.

Sin embargo, el hormigón como material de panel prefabricado de fachada, posee propiedades físicas que se deben considerar adicionalmente, tales como:

Resistencia al fuego: El hormigón utilizado en paneles prefabricados de fachada, si no se adiciona materiales combustibles a su composición, constituyen una elevada protección al fuego al ser clasificada como tipo A1, basado en la norma EN 13501-1:2002 emitido por la Directiva Europea de Materiales de Construcción. (Plataforma Tecnológica Española de Hormigón, 2008) Esta nominación es la clase mas elevada que define a materiales no combustibles y seguros en situaciones de incendio. El espesor del panel influye además en

la resistencia al fuego del hormigón, por ello, en la siguiente tabla se exponen espesores de panel y su tiempo máximo de resistencia al fuego antes que exista transmisión hacia el interior:

Además, la relación entre altura del panel y su espesor debe ser inferior a 40 para que se cumplan las normas de la presente tabla.

Aislamiento acústico: El hormigón, debido a su alta densidad y compacidad, posee un excelente comportamiento frente al ruido. En la siguiente tabla se exponen los índices globales de reducción acústica según el espesor que posee un panel prefabricado de hormigón, considerando una densidad de áridos normales de 2400 kg/m³:

Espesor Mínimo en mm	Masa en kg/m ²	Índice de reducción acústica en dBA
60	144	40.90
80	192	44.70
100	240	48.40
120	288	51.30
150	360	54.90
175	420	57.10

TABLA 09: Relación de índice de reducción acústica respecto al espesor del panel prefabricado de hormigón
Fuente: (Sanchez Hurtado, 2010)

Espesor Mínimo en mm	Resistencia al Fuego en min
60	EI 30
80	EI 60
100	EI 90
120	EI 120
150	EI 180
175	EI 240

TABLA 10: Resistencia al fuego en paneles prefabricados de hormigón
Fuente: (Sanchez Hurtado, 2010)



IMAGEN 73: Porosidad hormigón endurecido
Fuente: (Prehorquiza, 2012)

Estanqueidad: El hormigón, al ser un material homogéneo, soluciona los problemas de humedad y entradas de aire respecto a otros materiales. Sin embargo, las juntas de unión deben poseer un sistema de hermetismo que evite las posibles entradas de aire o agua.

Durabilidad: El hormigón debe estar bien elaborado para que cumpla con una buena durabilidad al desgaste

HORMIGÓN			
		UNIDAD	
PROPIEDADES FÍSICAS			
Densidad		kg/m ³	2,400
Peso		kg/m ³	2,400
Resistencia		kg/m ²	300
Peso/Resistencia		-	8
PROPIEDADES MECÁNICAS			
Flexión		kg/cm ²	100
Tracción Paralela		kg/cm ²	5
Tracción Perpendicular		kg/cm ²	5
Compresión Paralela		kg/cm ²	105
Compresión Perpendicular		kg/cm ²	105
Cortante		kg/cm ²	3
Módulo de Elasticidad		kg/cm ²	200,000
 AISLAMIENTO TERMICO			
Coefficiente de Expansión Térmica		-	10 E-5
Coefficiente de Conductividad Térmica		Kcal/h/m ² °C	1,204
 AISLAMIENTO ACUSTICO			
Coefficiente de Absorción Acústica (Rango: 250 a 500 Hz)		-	0,015
Coefficiente de Absorción Acústica (Rango: 1000 a 2000 Hz)		-	0,020

TABLA 11: Características Técnicas del Hormigón con áridos normales
Fuente: (Sanchez Hurtado, 2010)

y a la corrosión de las armaduras interiores, sobre todo en su aplicabilidad en condiciones ambientales extremas.

Así mismo, el hormigón posee características técnicas y mecánicas que posteriormente serán analizadas en una revisión general de materiales con uso en prefabricados. Se evalúa el hormigón en su estado endurecido debido a que de esta manera, el

material ha llegado a su resistencia máxima luego de veintiocho días. A su vez, se considerara el hormigón simple con áridos normales para una mejor recopilación de datos técnicos. La siguiente tabla refiere a las características técnicas que posee el hormigón simple respecto a los factores establecidos a ser comparados:

2.3.3.2 Ventajas y desventajas del hormigón aligerado para paneles prefabricados

En el estudio de los beneficios del hormigón, se considera al material de manera general, tomando en cuenta al hormigón aligerado como cualidad principal del producto:

- Al ser una mezcla dócil, el hormigón posee facilidad de manejo, transporte, colocación y compactación ya que puede ponerse en moldes o encofrados. Este factor permite obtener formas y dimensiones con pocas limitaciones a diferencia de otros materiales con mayor rigidez.
- Culturalmente en el medio, el hormigón posee mayor aceptación social en la construcción de viviendas que materiales como el acero o la madera ya que les brinda sensación de seguridad y un criterio de casa digna, en especial, a los latinoamericanos.
- El uso de hormigón aligerado en paneles prefabricados de fachada reduce el peso en estructuras y cargas a la cimentación, respecto a otros materiales como mampostería de hormigón o muros de hormigón llenos.

- Por sus características termoacústicas que lo brindan los agregados ligeros o el aire en la mezcla, el hormigón aligerado ofrece un ahorro significativo en el consumo de energía eléctrica, lo que ayuda al confort en sitios con climas extremos.
- Al ser un hormigón con una baja densidad, el coeficiente de conductividad térmica disminuye y el coeficiente de aislamiento acústico mejora lo cual beneficia al confort sonoro y térmico de los ambientes interiores.
- Debido al bajo peso que poseen los hormigones livianos, este material posee buena trabajabilidad lo que contribuye a acelerar rendimientos de trabajo y un mejor desempeño del obrero.



IMAGEN 74: Muestras de hormigón aligerado
Fuente: (Laumeier Sculpture Park, 2012)

El hormigón, como material para panel prefabricado de fachada posee beneficios, entre los que se enumeran:

- Reducción de funciones y personal por la prefabricación del cerramiento de fachada lo que supone a mayor seguridad y coordinación más focalizada en obra.
- La prefabricación permite tener rapidez en la ejecución del cerramiento de fachada, aun mas el sistema de junta seca, lo que permite un ahorro tanto económico como en tiempos ya que acorta el plazo de la obra.
- Las planchas prefabricadas permiten acabados, texturas y colores que no son sencillo conseguirlos en edificios en altura con el hormigón.
- La prefabricación permite reducir la basura y escombros de obra ya que el montaje y las piezas vienen a medida de lo requerido.
- El uso de paneles prefabricados de hormigón reduce gastos en mantenimiento ya que las piezas son fácilmente reemplazables, y,



IMAGEN 75: Prefabricación, puesta en obra
Fuente: (Prehorquiza, 2012)

- si existe algún problema, es más sencillo repararlo con el reemplazo de la pieza con una nueva.
- La prefabricación, al ser un procedimiento industrial, mejora la calidad de los trabajos efectuados respecto a los procedimientos manuales en una obra en mampostería.
- Disminuyen problemas en puesta en obra respecto a cambios de temperatura, lluvias, acción solar, entre otros.
- Se evita la dependencia del enlucido, curado, entre otros procedimientos de acabado en fachada que aumentan tiempos en obra.

IMAGEN 7.6: Poca práctica en sistemas prefabricados
Fuente: (Hormipresa, 2011)



Sin embargo, el hormigón en especial el tipo aligerado utilizado para paneles prefabricados puede presentar desventajas tales como:

- Los agregados livianos podrían ser más caros que la grava común, sin embargo, esta diferencia en costos es compensada con un menor costo en transporte o reducción de peso en la cimentación.
- Algunos agregados livianos tienden a contraerse más en su proceso de secado respecto a

hormigones normales por lo que se debe considerar este fenómeno en el dimensionamiento de los elementos constructivos.

- Existe poca práctica del hormigón aligerado por lo que podría existir inconvenientes en su elaboración, uso y mantenimiento.

Además, considerando tanto su característica como panel prefabricado y el material se hallan desventajas tales como:

- Falta de monolitismo en la construcción que puede repercutir en el

diseño sísmico de la construcción.

- Dificultad de obtener piezas con aristas vivas, por lo que es importante el estudio de variables tales como la retracción, la fluencia, almacenamiento, entre otros.
- Los moldes significan una gran inversión económica por lo que debe garantizarse su cuidado y mantenimiento, especialmente en su fase de vibrado y desmolde, por lo que se debe considerar el uso de desmoldantes y acelerantes de fraguado.

2.3.3.3 Casos Análogos de paneles prefabricados de junta seca en hormigón aligerado.

Como se ha podido analizar, el hormigón permite diversas opciones a ser combinado en su procedimiento de aligerado, siempre y cuando se mantenga su tipología de mezclas y permita una resistencia adecuada para su uso. Para su aplicación como panel prefabricado de fachada, pueden existir varias soluciones como paneles macizos, paneles sándwich, paneles aligerados, paneles con propiedades especiales, entre otros, que se utilizan según la conveniencia del cliente y del proyecto.

A continuación se exponen dos casos análogos que permiten estudiar el alcance del material en prefabricados de fachada. El primer proyecto es un caso de aplicación del producto prefabricado de Prehorquisa, empresa española con experiencia en prefabricados

de hormigón. Su innovación radica en los acabados que se pueden obtener con el material, ya que aplican varias técnicas al encofrado y a la mezcla para obtener diseños y texturas que se desee.

El segundo caso análogo es el producto Construpanel, panel sándwich de hormigón y poliestireno expandido fabricado y vendido por Aislapol S.A. Este producto se lo fabrica en su totalidad en Guayaquil, específicamente en plantas ubicadas en Via a Daule. Para mejor obtención de la información, se realizó una visita de observación y entrevista a un técnico especializado de Aislapol que explica las ventajas y características del producto y brinda su opinión sobre el mercado guayaquileño y su aceptación a los paneles prefabricados.

PROTEGIDO



IMAGEN 77: Panel construpanel
Fuente: (AISLAPOL, 2009)



IMAGEN 78: Vista Torre Gestesa
Fuente:

2.3.3.3.1

Torre Gestesa

FICHA INICIAL

Ubicación:

Calle de Dulce Chacón, Madrid, España

Arquitectos:

Bunch Arquitectos

Año:

2010

Superficie:

12500 m²

Presupuesto:

70 millones de euros

Edificación tipo:

multifamiliar (clase media-alta)

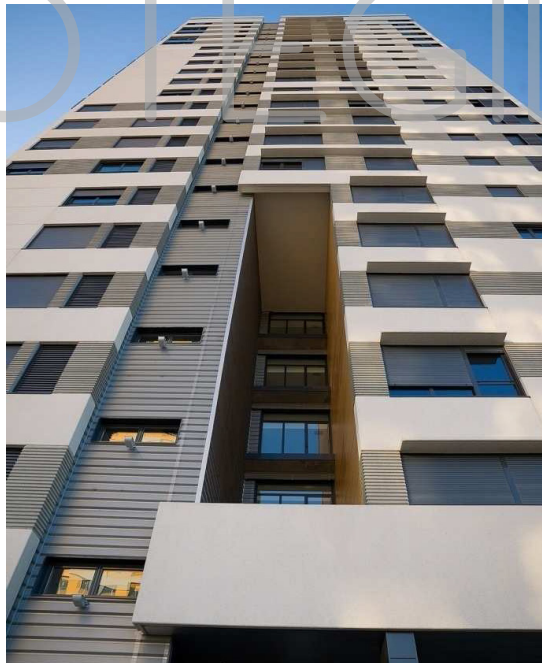


IMAGEN 79: Vista Torre Gestesa
Fuente: (Prehorquisa, 2012)

DESCRIPCION:

El proyecto Isla de Chamartín consta de siete torres, cinco de ellas residenciales. Una de ellas, Torre Gestesa Chamartín, tiene relevancia por buscar la sostenibilidad tanto en el diseño arquitectónico como en los materiales. Esta torre posee un programa de necesidades principal de 164 viviendas distribuidas en 21 plantas. Estos departamentos se las consideran exclusivos, los cuales incluyen hasta 3 dormitorios, con un tamaño medio de 80 m² y dos áticos dúplex de aproximadamente 160 m² y terrazas de 65 con unas impresionantes vistas de la capital.

El valor añadido de esta torre de departamentos es cumplir los criterios de sostenibilidad y ahorro energético. Su diseño responde a una arquitectura compacta con la que se aprovechan los elementos externos como el sol, el viento y el agua. Sin embargo, su importancia recae en su sistema constructivo a base de paneles prefabricados de hormigón, el cual se adjudica a la empresa española Prehorquisa, el desarrollo para la prefabricación y montaje de los paneles.

Prehorquisa es una empresa de prefabricados de hormigón arquitectónico fundada en 1988, que desarrolla

los proyectos a diseño del cliente, incluso brindándole el acabado que desee. Para este proyecto arquitectónico se ha decidido por los siguientes acabados para los paneles de fachada:

Hormigón: Gris y Blanco

Árido: Calizo y Ávila

Acabado: Chorro de Arena y Grechado

Las fases de fabricación para este panel de cerramiento de fachadas de hormigón arquitectónico son los siguientes:

1. En base a reuniones conjuntas de cliente/arquitecto diseñador y Prehorquisa, se realiza el diseño del prefabricado, juntas y montaje por parte de Prehorquisa.
2. Se ejecuta en base al plazo acordado, los moldes necesarios para el desarrollo y construcción de los paneles prefabricados.
3. Se realiza el procedimiento de mezclado, hormigonado, vibrado, entre otros, explicado anteriormente, tomando en cuenta que este sistema utiliza como componente de baja densidad a la piedra caliza y piedra Ávila. Además, siempre se procura utilizar

doble armadura para brindar mayor resistencia al panel, sobre todo a efectos de corrosión.

4. Traslado de los productos prefabricados a los lugares de acopio y almacenamiento, donde se les dará el tratamiento final, así como la cosmética correspondiente.
5. Transporte a obra sobre soportes que protegen los paneles, tal como se explicó anteriormente, procurando que la pieza este en posición vertical.
6. Se procede al montaje de las piezas anclando el panel a la estructura del edificio en al menos cuatro puntos.

Las dimensiones máximas de los paneles vienen condicionados por las limitaciones de transporte, estas llegaría como máximo aproximadamente a no más de 12,00x 3,20 m. con espesores de 10, 12, o 14 mm. Aunque estos pueden variar según incluya aislamiento. Los espesores habituales oscilan entre los 8 y los 12 cm. para paneles macizos y de 18 a 20 cm. para paneles tipo sándwich.

El presente caso análogo posee flexibilidad en su acabado y, por ser hormigón, posee también opcio-

nes en su mezcla y agregado. Por ello, esta aplicación se selecciona a ser estudiada en el posterior análisis de materiales. Hay que agregar que el material, ya brinda las propiedades requeridas para una correcta aplicación en paneles prefabricados, tales como estanqueidad, aislamiento, entre otros.



IMAGEN 80: Montaje en obra de sistema prefabricado
Fuente: (Prehorquisa, 2012)

2.3.3.3.2

Construpanel

FICHA INICIAL

Ubicación:
Km 9 ½ vía Daule, calles Palmeras y
Causarinas
Empresa:
Aislapol S.A



IMAGEN 81: Armado de panel Construpanel
Fuente: (AISLAPOL, 2009)

DESCRIPCION:

Construpanel es una estructura tri-dimensional formada por mallas de acero y conectores de alambre galvanizado electrosoldados en forma triangular, un núcleo de espuma de poliestireno expandido de 6 cm de espesor y revestido en ambas caras con microhormigón de 2.5 cm de espesor. Este elemento posee versatilidad como pared divisoria, tabiquerías, entre otros. Las mallas de acero permiten dar rigidez al panel, por su conexión de 200 alambres de acero por metro, de $f'c = 140 \text{ kg/cm}$.

Existen dos presentaciones del producto que difieren en los espesores de recubrimientos y materiales. A pesar de que son productos realizados bajo pedido ya que se acomodan a las necesidades y cantidades del proyecto arquitectónico, se reconocen dos tipos de Construpanel:

- Panel estructural
- Panel liviano

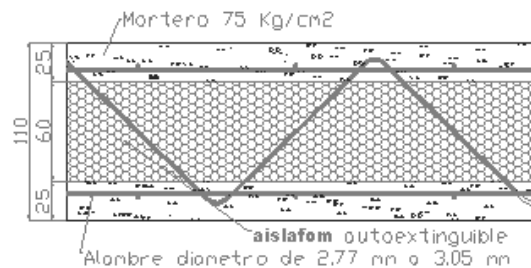


IMAGEN 82: Panel estructural
Fuente: (AISLAPOL, 2009)

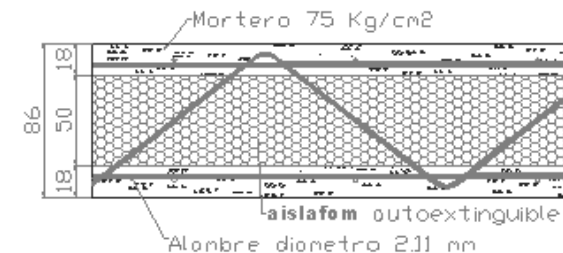


IMAGEN 83: Panel liviano
Fuente: (AISLAPOL, 2009)

Su diferencia, a más de los espesores de recubrimiento, radica en el uso, ya que el panel estructural si solo es utilizado en una edificación ligera de una sola planta, puede funcionar sin la utilización de estructura, actuando como panel portante. A continuación se presenta la diferencia de recubrimientos entre ambos paneles y su dimensionamiento:

Construpanel, debido al uso de poliestireno expandido en su composición, actúa a manera de panel sándwich. El poliestireno expandido es un material termo-aislante formado por pequeñas celdas independientes que contienen aire. Así, su bajo coeficiente de conductividad reduce la conducción del calor a través del panel, y resistencia al paso de calor por convección. Además, el poliestireno expandido ayuda a dar mayor aislamiento acústico y es auto extingible, es decir, que su composición no atribuye a que las llamas se propaguen debido a la acción del fuego en un incendio.

Entre las ventajas que posee este producto se encuentran:

- Rapidez en la construcción por la reducción en cargas muertas en 50% como muro respecto a los sistemas tradicionales como la mampostería de ladrillo o bloque

- Ligereza en su transportabilidad, maniobra de carga y descarga y su manejo.
- Alta relación resistencia / peso para absolver movimientos sísmicos.
- Aislamiento térmico que permite ahorrar energía y dar bienestar al usuario.
- Es posible la autoconstrucción utilizando herramientas convencionales
- Posibilidad de modular a criterio del arquitecto/ingeniero y proveedor acorde al proyecto arquitectónico.
- Alta Termo resistencia para ahorros de energía y bienestar habitacional.
- Compatibilidad y adaptabilidad a materiales constructivos tradicionales y hacia instalaciones eléctricas e hidrosanitarios.
- En construcción en serie, el presupuesto se beneficia considerando la velocidad de construcción y montaje.



IMAGEN 84: Construcción con Construpanel
Fuente: (AISLAPOL, 2009)



IMAGEN 85: Manipulación de panel
Fuente: (AISLAPOL, 2009)



IMAGEN 86: Montaje de panel
Fuente: (AISLAPOL, 2009)



Madera



Acero Galvanizado



Hormigón

2.4. Resumen comparativo de tipologías

Luego de realizar un estudio de tres materiales importantes en el medio de la construcción, se requiere de una comparación de propiedades, ventajas y desventajas que permitan realizar una selección de un material que se ajuste a las expectativas y necesidades del presente proyecto de investigación. Se seleccionaron factores de diseño y técnicos, que se correlacionen entre los materiales estudiados a fin de obtener conclusiones hacia un material preferente hacia el proyecto de edificio multifamiliar planteado inicialmente. Es importante recordar que el sistema prefabricado a escoger debe ajustarse para el diseño de un conjunto residencial de varias torres de departamentos, por lo que se debe pensar tanto en costos, como en disponibilidad del material y su explotación en grandes extensiones.

ACABADO:

Dentro de este factor se consideran propiedades físicas tales como el color, olor y textura final del producto. El acabado influirá en el uso que tendrá la edificación, en este caso, viviendas multifamiliares, ya que se debe considerar lo que el cliente busca como acabado para su departamento, tanto interior como exterior. Para definir las expectativas de diseño y acabados de clientes en viviendas multifamiliares, se recurre a la información tipo primaria obtenida por medio de una entrevista a experto, en este caso, se entrevista al Arq. Luis Vera Grunauer, presidente de la Consultora Arquitectónica AR+V Arquitectos y gerente de proyectos en Consultora Vera y Asociados, con experiencia en edificaciones multifamiliares y urbanizaciones, como River Towers, La Sotileza, Mocolí 360, entre otros. De la entrevista, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Dependiendo del estrato económico, el cliente siempre busca principalmente, sin ser excluyente de las otras áreas, que el dormitorio master y el closet del mismo sean cómodos en espacios.
- Se prefiere un área social y cocina con áreas cómodas al igual que la cocina. En estratos más altos, el cliente busca dormitorios de servicios, prefiere entre un tercero o cuarto dormitorio.
- En los acabados interiores, se esperan productos que generen estatus, por lo general, en mesones de cocinas y pisos.
- Se está repuntando la construcción con mampostería en poliestireno expandido como M2, en la ciudad de Guayaquil.
- En acabados de fachada, para la ciudad de Guayaquil, se utilizan materiales como hormigón visto, piedra, ya sea natural o artificial, pintura, vidrio, acabados en metal y madera.

PROYECTO



IMAGEN 87: Edificio de departamentos con acabado en acero
Fuente: (Infante, 2009)



IMAGEN 88: Edificio de departamentos con acabado en madera
Fuente: (Infante, 2009)

Panel de madera:

Entre lo que podemos resumir, cada material posee características que logran o no cumplir estas expectativas:

- Su color varía según la dureza de la madera. Las maderas duras poseen un color más oscuro o intenso que las maderas blandas. Si bien es posible el uso de aglomerado que puede darle el color y veteado que se desee, el uso de madera pura beneficia al panel tanto en sus características técnicas y físicas que son necesarias en su aplicación como panel prefabricado de fachada. El color es una ventaja que posee el material ya que se relaciona con la naturaleza y es agradable a la vista. Se debe recordar, que la madera debe tener un mantenimiento anual para proteger el brillo y color de esta (Madex, 2012), factor que se debe tomar en cuenta al compararse con otros materiales.

- La textura de la madera laminada para el uso en paneles prefabricados es lisa, debido a sus tratamientos y barnices para poder obtener una plancha de madera laminada. Tener una textura lisa hacia el tacto es una ventaja para espacios interiores ya que como usuario del departamento se buscaría destacar al material sin requerir de pinturas adicionales.

- El veteado de la madera es un acabado propio y agradable de este material. Si es posible, es preferible mostrar el veteado en el acabado final del panel prefabricado.



IMAGEN 89: Edificio multifamiliar con fachada de madera
Fuente: (ArchDaily, 2008)

Plancha de acero galvanizado:

- El zinc, en su color natural es plateado metálico claro, aunque, con el tiempo, este puede perder su brillo y tornarse hacia un gris azulado. Además, el mantenimiento que se le debe dar a la plancha galvanizada es mínimo cada 10 años (Grupo Cobos, 2012) para evitar la corrosión del acero, por lo que es una opción viable gracias a su bajo mantenimiento respecto al acabado.

- El panel prefabricado tipo sándwich es idóneo para la aplicación en plancha metálica ya que el aislamiento le da grosor y resistencia al panel. Sin embargo, a criterio propio, es preferible utilizar un tipo sándwich metal-aislamiento-yeso, debido a la textura y conductividad térmica que posee el acero. De esta manera, los usuarios poseen paredes interiores que pueden decorar a su gusto y no poseen la limitante de colores de las pinturas especiales permisibles al acero galvanizado.

- El aspecto industrial del acero puede que sea una limitante para su utilización como material de fachada en edificaciones multifamiliares. Además, la reflectividad del acero galvanizado puede generar malestar a los usuarios del edificio.



IMAGEN 90: Edificio multifamiliar con fachada de acero
Fuente: (Basulto, 2008)

PROTEGIDO

ACABADO

Plancha de hormigón aligerado

- El hormigón visto generalmente es de color gris cemento si se lo considera con áridos normales. Sin embargo, según los agregados de baja densidad que se estudie agregar a la mezcla, es posible que existan otras coloraciones que se perciban en el acabado final. Lo interesante del hormigón prefabricado, también llamado hormigón arquitectónico, es que al ser una mezcla, es posible obtener acabados con diseños que se desee, es decir, existe mayor libertad en acabado exterior. Interiormente, es posible tratarlo como una pared de mampostería y decorarla o pintarla como se desee.

- Exteriormente, la textura porosa le brinda protección ante agentes externos, y, además, si la mezcla es lograda correctamente, se logra homogeneidad en la superficie. Sin embargo, interiormente, puede existir clientes que no prefieran obtener la pureza porosa del material, por lo que se debe invertir adicionalmente para obtener un acabado liso en el interior tal como enlucido y pintura.

IMAGEN 9: Edificio multifamiliar con fachada de hormigón
Fuente: (ArchDaily, 2008)



Por ello entre lo que se resume al factor acabado, se obtiene la siguiente información, cuantificada a manera de escala Likert:

	Madera	Acero	Hormigon
Estetica	Acabado agradable	Podria causar malestar	Diversos y agradables acabados
Mantenimiento	Anual	Cada 10 años	Nunca

TABLA 12: Resumen de análisis de acabados de los materiales estudiados
Fuente: Realizado por: Denisse Aguilera

CONFORT:

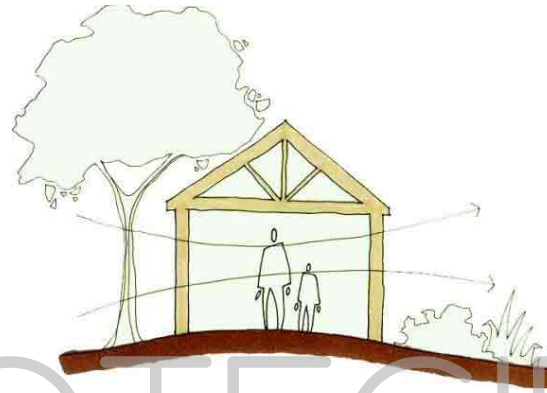


IMAGEN 92: Ventilación cruzada como diseño pasivo
Fuente: (Sustainable Housing Design for Scotland, 2013)

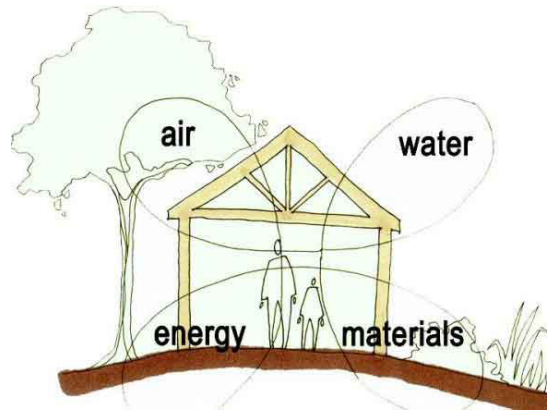


IMAGEN 93: Conjunto de elementos necesarios para lograr el confort en una vivienda
Fuente: (Sustainable Housing Design for Scotland, 2013)

Según Rougeron (Rougeron, 1977), el confort se define como la ausencia de molestia sensorial. Para este análisis se seleccionan tres factores que influyen al confort del ser humano: confort térmico, confort acústico, humedad. Los paneles prefabricados poseen la ventaja de incluir materiales de aislamiento tales como poliestireno expandido, lana de vidrio, entre otros, que al conformar un panel sándwich, beneficia al cliente con un aislamiento térmico y/o acústico incluido en el material de construcción. Se conoce que los tres materiales estudiados pueden incluir una capa de aislamiento en su alma sándwich, sin embargo, el material influye en el aislamiento a seleccionar y su comportamiento como panel de fachada. Este aislamiento, de igual manera, puede aplicarse para la reducción de ruido exterior o interior en la vivienda. Si bien se debe considerar que el confort no se lo logra solo con el uso de materiales adecuados, sino que además, el diseño arquitectónico, con aciertos en el diseño pasivo de los espacios permite lugares más frescos y con menos exposición solar, requeridos para climas tropicales. A continuación, se definirán ventajas y desventajas que posee cada material respecto al aislamiento térmico y acústico que permitan posteriormente una comparación entre materiales:

Panel de madera

- La madera seca es mal conductor de calor y electricidad por lo que se puede considerar como un material que ayuda a mantener el confort térmico de los espacios.

- La madera regula la humedad del medio interior creando un equilibrio higroscópico, condición que ayuda en climas tropicales como Guayaquil para obtener lugares más frescos y ventilados.

- La madera mejora el confort acústico de los espacios internos por reducir la reverberación de las ondas sonoras.

- Junto al caso análogo, Confort-Wall, se comprueba su aplicación como panel sándwich en la estructura panel-poliuretano-panel. Se comprueba además que el uso de esta combinación de materiales permite reducir el consumo energético y el consumo de CO₂ por encima del 40%.



IMAGEN 94: Equilibrio higroscópico que brinda la madera
Fuente: (Hoy, 2010)

PROTEGIDO

Plancha de acero galvanizado:

- El acero posee un alto índice de conductividad térmica, factor que no beneficia al confort térmico de un espacio interior ya que la radiación solar puede ingresar con facilidad al interior. Además, el acero puede conducir electricidad y calor, por lo que puede ser peligroso para el tacto humano en grandes exposiciones como el uso en panel de fachada. Sin embargo, en un apartado anterior, se consideró el uso del panel sándwich acero-aislamiento-yeso, combinación que puede ser factible a aislar las desventajas del panel de acero.
- La rapidez del sonido depende de la elasticidad del material definiéndose como la capacidad de un material para cambiar de forma en respuesta a una fuerza aplicada y recuperar su for-

ma original una vez que la fuerza desaparece. Debido a la alta elasticidad del acero, el sonido se propaga 15 veces más rápido que en el aire por lo que se puede concluir que el acero puede crear problemas con ruidos hacia el interior de la vivienda, anotando además su bajo coeficiente de aislamiento acústico. Sin embargo, con el uso del panel sándwich tipo acero-aislamiento-yeso es posible incrementar el aislamiento acústico y térmico del producto final.

- La humedad puede ser un problema para el material por su susceptibilidad a la corrosión. El galvanizado es un recubrimiento que protege al material a la corrosión, sin embargo, el acero posee un comportamiento neutro hacia el control de humedad en los interiores.

PROTECCIÓN

IMAGEN 95: Confort térmico en casa de containers
Fuente: (Infoteli, 2010)



Hormigón aligerado:

- La alta densidad del hormigón y su nivel de aislamiento térmico, le brinda al hormigón condiciones estables de temperatura. Su inercia térmica logra que al irradiar el sol al material, su masa demore al calor ingresar al interior de la vivienda y al final del día, ingresar al interior y así, en viceversa. Este factor considera climas tropicales en el que las mañanas pueden ser calurosas y las noches frías.

- Debido a la alta densidad y compacidad del hormigón, este posee un buen comportamiento frente al ruido. Por ello, se debe recordar que a mayor espesor de un panel prefabricado de hormigón, mayor será su índice

de reducción acústico. Así, es posible hallar una optimización del panel considerando la necesidad de reducción acústica que requiere el espacio interior, con la masa que contenga el panel, no solo por costos sino por peso, montaje, trabajabilidad, entre otros.

- Considerando al hormigón en su dosificación con áridos comunes, este material posee poca resistencia a la humedad debido a su alta porosidad y capilaridad. Por ello, es necesario el uso de cubiertas y sistemas pasivos que permitan el confort respecto a la humedad dentro de los espacios de la vivienda.

PROTEGIDO

IMAGEN 96: Alto inercia térmica del hormigón
Fuente: (Shelterness, 2010)



Así, para el factor confort, se resume el análisis considerando al material sin ayuda de materiales aislantes, cuantificando a manera de escala Likert de la siguiente manera:

	Madera	Acero	Hormigon
Aislamiento Termico	Bueno	Malo	Bueno
Aislamiento Acustico	Bueno	Malo	Bueno
Humedad	Bueno	Regular	Regular

TABLA 13: Resumen de análisis de confort de los materiales estudiados
Fuente: Realizado por: Denisse Aguilera

RESISTENCIA AL FUEGO Y SÍSMICO:

El presente factor refiere a la seguridad que brinda el material de cerramiento respecto hacia los usuarios del edificio. El material seleccionado debería cumplir ciertos parámetros respecto a catástrofes tales como:

- Lograr evacuar el edificio sin dificultades.
- Ser refugio ante una emergencia.
- Minimizar pérdidas humanas y materiales ante una catástrofe.



IMAGEN 97 : Resistencia al fuego de un panel de hormigón
Fuente: (Xella International GmbH, 2013)

Es esencial que se logre cumplir en gran parte estos parámetros para garantizar la seguridad en la vivienda ante catástrofes de este tipo. Una manera para poder comparar la resistencia contra incendios en los materiales, será utilizando la norma EN 13501-1:2002 emitido por la Directiva Europea de Materiales de Construcción. (Plataforma Tecnológica Española de Hormigón, 2008), la cual se posee los siguientes rangos para definir la clasificación del material:

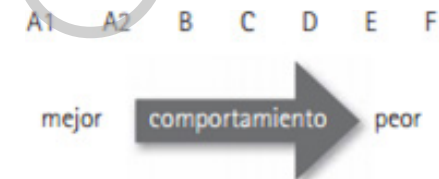


IMAGEN 98: Clasificación general de clasificación al fuego según norma EN 13501-1:2002
Fuente: (Infomadera, 2010)

A continuación se presenta las características de cada material respecto a su resistencia contra-incendios y sismo resistencia:

Madera:

- Dependiendo del tipo de especie, su densidad y contenido en humedad, grosor/espesor del elemento y su finalidad se obtiene la clasificación de reacción al fuego, que en el caso de la madera sin tratar es normalmente de D-S2, D0. (Lignum Facile, 2012) Esta clasificación se encuentra cercana a un peor comportamiento de reacción al fuego, por lo que se considera un material combustible. De manera desglosada, se considera:

D: combustible con contribución media al fuego,

S2: opacidad media de los humos producidos por el fuego.

D0: no produce caída de gotas o partículas inflamadas

Sin subíndice: utilizado en materiales de paredes y techos

Sin embargo, una madera puede ser sometida a tratamientos ignífugos que mejora el comportamiento de este respecto al fuego. Los tratamientos ignífugos pueden actuar formando una barrera aislante que puede impedir que llegue oxígeno reduciendo la emisión de gases combustibles, emitir gases inertes no inflamables diluyendo gases combus-

tibles, elevar la temperatura de descomposición, inhibición química, entre otros.

- La baja conductividad térmica de la madera permite que existan condiciones resistentes del material ante un incendio, siempre y cuando el material no este carbonizado. Se debe recordar que la velocidad de combustión de la madera varía respecto al tipo de madera, su contenido de humedad, condiciones del lugar, entre otros. Aunque, como ejemplo, una madera laminada de densidad aparente de 570 kg/m³ de pino sin tratar, posee una velocidad de carbonización, la combustión sólida, de 0.85 mm/min, que depende de la temperatura y el tamaño de la pieza. (Arauco, 2012)

- El peso del edificio influye en la resistencia sísmica de la edificación. (Maderlandia, 2006) Así, una construcción de madera por lo general, ronda a 0.3 ton/m³ lo que le brinda beneficios a la edificación por su bajo peso específico. Se debe considerar que el material no detalla la resistencia sísmica de un edificio, pero si ayuda hacia un buen diseño estructural y juntas entre paneles y hacia la estructura principal.

Plancha de acero galvanizado:

- Sin conocer el espesor del acero y su galvanización, no es posible especificar la resistencia al fuego del material según la norma EN 13501-1:2002, no obstante, mediante un ejemplo de aplicación se pronostica esta resistencia. Según López del Castillo (Lopez del Castillo, 2012), una plancha de acero de espesor 200 mm, espesor de galvanizado 0.50 mm, y densidad nominal 40 kg/m³, posee una clasificación B-S2 D0, lo cual se traduce a un material con un mejor comportamiento al fuego. La clasificación B se atribuye a los materiales combustibles con contribución muy limitada al fuego.

- En el caso de incendio, si el acero no posee recubrimiento de protección al fuego, el calor se propaga rápidamente por los elementos de acero, por lo que puede ser peligroso utilizarlo como cerramiento de fachada por la suscep-

tibilidad a quemaduras a los usuarios de la edificación. A su vez, existe inconvenientes en la resistencia del material ante un incendio ya que a partir de los 300°C este pierde su resistencia inicial.

- El acero posee la capacidad de absorción de grandes cantidades de energía en deformación, permitiendo actuar ante movimientos sísmicos que requieren de la flexibilidad de la estructura para que pueda vibrar el edificio.

- Se conoce que el peso del edificio influye en la resistencia sísmica de la edificación. El acero beneficia al edificio por ser un material ligero y utiliza planchas para conformar las piezas, por lo que en volumen es menor el material respecto a otros materiales. El peso específico del acero es 7.85 ton/m³. (Keily, 2003)

PROTEGIDO

IMAGEN 199: Reacción al fuego de un acero sin protección
Fuente: (Xella International GmbH, 2013)



Hormigón Aligerado:

- El hormigón de agregados comunes posee una elevada clasificación al fuego, basado en la norma EN 13501-1:2002, siendo tipo A1. Esta clasificación identifica a materiales no combustibles, sin contribución al fuego en grado máximo. Como se mencionó anteriormente, el espesor del panel prefabricado influye en la resistencia al fuego, sin embargo, su respectiva clasificación lo presenta como mejor opción a la resistencia ante incendios.

PROTECCIÓN

- Según Ingeniería y Servicios de Colombia Ltda. (Corvez, 2012), el tiempo de evacuación de una edificación que utiliza hormigón como material constructivo es máximo dos horas. Este tiempo varía según la cantidad de material a utilizarse.

- Debido a que el peso influye en la resistencia sísmica de la edificación, se debe conocer que el peso específico del hormigón es 2.4 ton/m³. El volumen del hormigón debe ser considerado ya que al ser un material macizo, posee mayor masa de material respecto a los demás materiales estudiados.



IMAGEN 100: Resistencia al fuego del hormigón
Fuente: (HCA Chile S.A., 2013)

Es importante recordar, que los tiempos dados para evacuación son estimados, ya que para ello influye la temperatura y las condiciones de la edificación.

El estudio de la resistencia sísmica solo ha considerado el peso específico del material, que equivale al factor masa respecto a las variables de una edifica-

ción a resistir sismos. Sin embargo, una edificación debe controlar varios factores tales como rigidez de la estructura, masa de la edificación, resistencia a fuerzas de tensión, compresión, cizalla, torsión; ductilidad de la estructura, y el peligro sísmico de la zona. (Gallego Silva, 2006) Pero, para obtener estos datos debe existir un caso análogo determinado con un es-

pecífico sistema y diseño estructural, y por ello se ha optado por un pronóstico en base al peso específico del material.

De esta manera se resume el análisis a la resistencia al fuego y a los sismos, por medio de la siguiente tabla en la que se incluyen los datos técnicos obtenidos y cuantificaciones tipo escala Likert:

	Madera	Acero	Hormigon
Resistencia al fuego			
Clasificación al fuego norma EN 13501-1:2002	D-S2 D0 Malo	B-S2 D0 Regular	A1 Bueno
Tiempo de evacuacion aproximado	0.85 mm/min	---	2 horas
Resistencia sismica			
Peso especifico del material	0.3 ton/m3	7.85 ton/m3	2.4 ton/m3

TABLA 14: Resumen de análisis de resistencia al fuego y sísmico de los materiales estudiados
Fuente: Realizado por: Denisse Aguilera

RESISTENCIA A ESFUERZOS
(CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS):

En el estudio individual de los materiales, para definir las características técnicas se consideran ciertos factores físicos, mecánicos, térmicos y acústicos para determinar valores comparativos que identifiquen el mate-

rial más apropiado al uso en paneles de fachada. La siguiente tabla ubica los valores determinados para cada material sin el uso de materiales adicionales que beneficien el rendimiento de este:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MATERIAL: RESUMEN							
	UNIDAD	MADERA		ACERO		HORMIGÓN	
PROPIEDADES FÍSICAS							
Densidad	kg/m ³	0.50		7,850		2,400	
Peso	kg/m ³	500		7,800		2,400	
Resistencia	kg/m ²	400		4,200		300	
Peso/Resistencia	-	1.25		1.86		8	
PROPIEDADES MECÁNICAS							
			RELACION CON PESO		RELACION CON PESO		RELACION CON PESO
Flexión	kg/cm ²	120	4.167	1,700	4.588	100	24
Tracción Paralela	kg/cm ²	120	4.167	1,700	4.588	5	480
Tracción Perpendicular	kg/cm ²	1.5	333.333	1,700	4.588	5	480
Compresión Paralela	kg/cm ²	110	4.545	1,700	4.588	105	22.857
Compresión Perpendicular	kg/cm ²	28	17.857	1,700	4.588	105	22.857
Cortante	kg/cm ²	12	41.667	1,000	7.8	3	800
Módulo de Elasticidad	kg/cm ²	110,000	0.005	2,100,000	0.004	200,000	0.012
 AISLAMIENTO TÉRMICO							
Coefficiente de Expansión Térmica	-	5.1 x 10 E -6		10 x 10 E -6		10 E-5	
Coefficiente de Conductividad Térmica	Kcal/h/m ² C	0.15		1.15-1.40		1.204	
 AISLAMIENTO ACÚSTICO							
Coefficiente de Absorción Acústica (Rango: 250 a 500 Hz)	-	0.10		-		0.015	
Coefficiente de Absorción Acústica (Rango: 1000 a 2000 Hz)	-	0.30		-		0.020	

Tabla 15: Características técnicas de los materiales estudiados
Fuente: Realizado por: Denisse Aguilera

Según Sánchez (Sanchez Hurtado, 2010), los paneles prefabricados de fachada soportan como cargas de diseño, las cargas propias, y las cargas por acciones exteriores de viento, nieve, térmicas, entre otros. Las cargas propias refieren principalmente a cargas por compresión, debido a los paneles que podrían existir encima de ellos, y

a su peso propio. Las cargas por acciones exteriores incluyen esfuerzos de cortante, las cuales pueden aparecer en las juntas que se realicen para el montaje en fachada. A continuación se muestra un diagrama de los diferentes esfuerzos que se estudian como características técnicas del material:

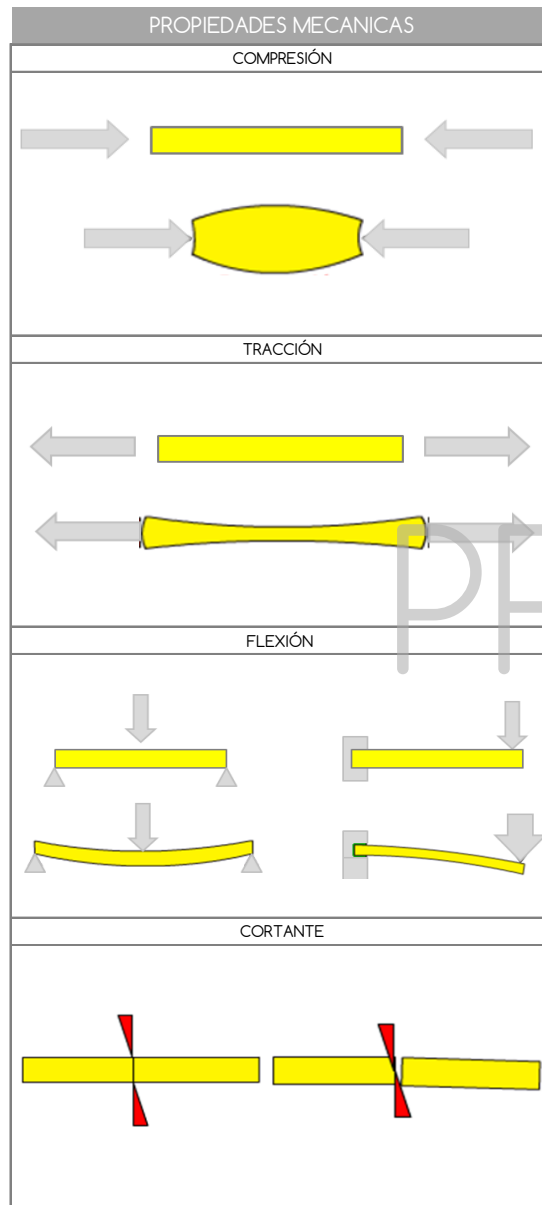


TABLA16: Diagrama de Esfuerzos en un material
Fuente: (Gil-Guijarro, 2012)

Según la tabla de resumen se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- El material con mejor relación peso/resistencia es la madera, ya que con menor peso, se obtiene gran resistencia a esfuerzos en el material. Este factor beneficia en el uso como panel de fachada ya que se requiere un material ligero para poder facilitar la actividad de montaje y trabajabilidad en obra.

- La flexión, deformación que presenta un elemento alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal, es un esfuerzo que se da en su mayoría en los elementos en voladizo. Para un panel de fachada, no se requiere que el material posea una gran resistencia ante la flexión ya que el panel no actúa en voladizo. Sin embargo se reconoce que el acero posee la mayor resistencia a esfuerzos de flexión, siguiendo la madera y por último, el hormigón simple que se ha considerado en este análisis.

- La tracción ocurre cuando existen cargas que estiran al material. El acero posee mayor resistencia a la tracción respecto a los demás materiales. La madera, en su sentido paralelo a las vetas, posee buena resistencia a la tracción, pero baja en su sentido perpendicular. El hormigón en cambio, no posee buena

resistencia a la tracción, por lo que se debe agregar acero a este para un mejor comportamiento a esta deformación.

- En cuanto la compresión, los tres materiales poseen buena resistencia a este esfuerzo. El acero posee la mayor resistencia a la compresión, seguida de la madera en su sentido paralelo a la veta, y luego el hormigón. Esta característica es importante ya que puede existir paneles que estén encima de otros por lo que el peso actuaría como fuerza de compresión en el panel.

- El acero posee alta resistencia al esfuerzo de cortante, respecto a la madera y al hormigón, cuya resistencia es muy baja a esta deformación. En el hormigón, se requiere de acero para poder aumentar esta resistencia ya que como hormigón simple, las fuerzas de corte y cizalla dañan al material.

- El módulo de elasticidad permite tener idea de la resistencia a la dilatación del material frente a cambios térmicos. El acero posee una alta elasticidad por lo que frente a altas temperaturas, difícilmente se fracciona. El hormigón posee un buen coeficiente de elasticidad y le prosigue la madera. Los tres materiales permiten la elasticidad si se requiere.

MATERIAL CONSTRUCTIVO ECO-AMIGABLE:

La construcción eco-amigable posee como objetivo principal reducir el impacto negativo de las construcciones logrando tener un impacto neutral o positivo sobre la salud medio ambiental y humana, Entre los factores a tomar en cuenta se encuentran el sitio donde se va a construir, eficiencia en el uso de los recursos, el diseño, los materiales de construcción, mantenimiento y demolición. (Guerrero, 2012)

La construcción prefabricada puede ser un tipo de construcción eco-amigable y por ello, a continuación, se enumeran ventajas que corresponden a los factores a tomar en cuenta en una construcción eco-amigable. La diferenciación sobresale en el factor materiales, donde se analiza la procedencia, impacto ambiental y eficiencia de cada material.

Sitio donde se va a construir

Este factor requiere del conocimiento del sitio de construcción, propiedades del suelo, del sector, climáticas, entre otros. Como referencia, se considera a la ciudad de Guayaquil y su climática, la cual de manera general es tipo tropical. La prefabricación permite sistemas tipo sándwich que por medio de aislamiento, pueden mejorar el confort climático del interior de una edificación.

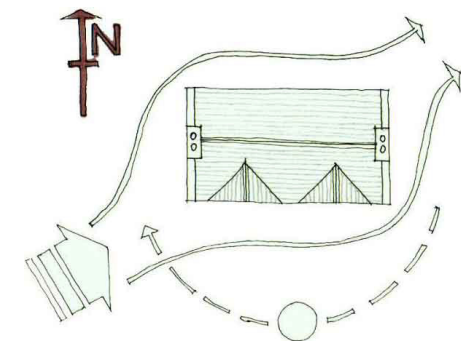
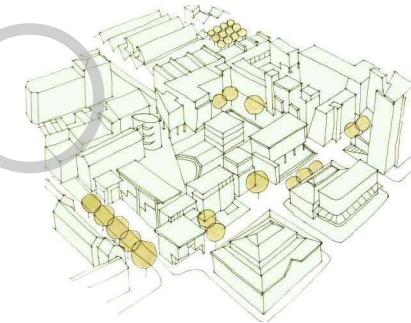
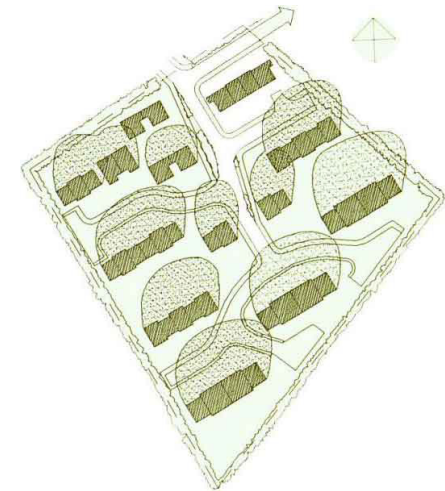


IMAGEN 10: Consideraciones climáticas al sitio de construcción
Fuente: (Sustainable Housing Design Guide for Scotland, 2013)

Eficiencia en el uso de recursos

Se pueden anotar varios beneficios que aporta la prefabricación respecto al uso de recursos:

Rapidez constructiva: La prefabricación permite disminuir tiempos de obra, gracias a propiedades del sistema tales como:

- Bajo peso que poseen los paneles lo que produce buena trabajabilidad contribuyendo a acelerar rendimientos de trabajo y mejorar el desempeño del obrero. De esta manera, se produce eficiencia en el recurso humano, lo que repercute en recursos económicos ya que se paga por menos tiempo de obra.

- Reducción de funciones y personal ya que se requiere principalmente de personal para el montaje del sistema pre-

fabricado, lo que supone a mayor seguridad y coordinación focalizada en obra.

- Disminuye problemas en puesta en obra tales como cambios de temperatura, lluvias, acción solar, entre otros, que constan como imprevistos dentro de un presupuesto. De esta manera, existe un ahorro económico al disminuir la afectación de estos imprevistos, buscando la eficiencia en los tiempos de obra.

Uso eficiente de agua y energía: Una construcción típica en mampostería, debido al curado que se le debe dar al hormigón, tanto como pieza estructural, enlucido, entre otros, requiere de grandes cantidades de agua en obra. Un sistema prefabricado puede optimizar el uso de agua en obra ya que el montaje requiere

de menos tiempo, y se considera un sistema de junta seca, por lo que las piezas se encuentran lista para su montaje.

En cuanto al uso de energía, los sistemas prefabricados pueden disminuir los gastos energéticos dentro de un hogar, tal como se lo ha comprobado en casos análogos expuestos anteriormente. La prefabricación permite el uso de materiales aislantes, que preferiblemente su obtención, fabricación y utilización no produzca daño al medio ambiente y al ser humano. Estos materiales aislantes permiten mejorar el confort climático en el hogar por lo que se disminuyen gastos energéticos por climatización, uno de los rubros más altos en el gasto energético en el hogar.



IMAGEN 102. Rapidez constructiva de los paneles prefabricados
Fuente: (Tubos y Bloques Fidi, 2012)

Diseño

Dentro de este factor se considera el diseño arquitectónico, en especial, diseñar los espacios y las formas respecto a sistemas pasivos de eco-eficiencia. De esta manera, se estudia la climática del sector y se logra aprovechar los vientos, las sombras, la acción solar, entre otros, para obtener espacios interiores confortables.

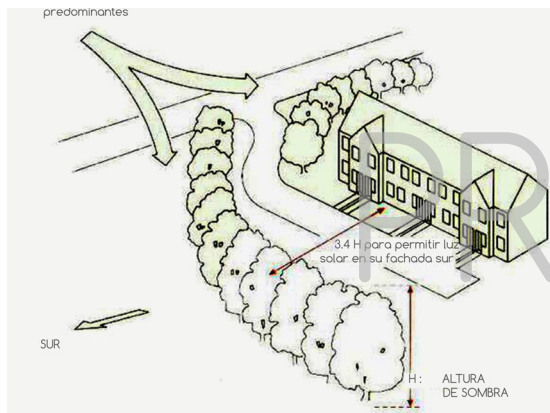


IMAGEN 103: Consideraciones de diseño pasivo
Fuente: (Sustainable Housing Design Guide for Scotland, 2013)

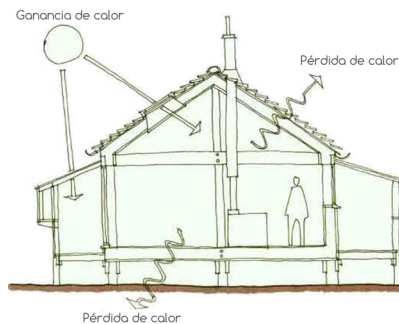


IMAGEN 104: Consideraciones de diseño pasivo en el interior
Fuente: (Sustainable Housing Design Guide for Scotland, 2013)

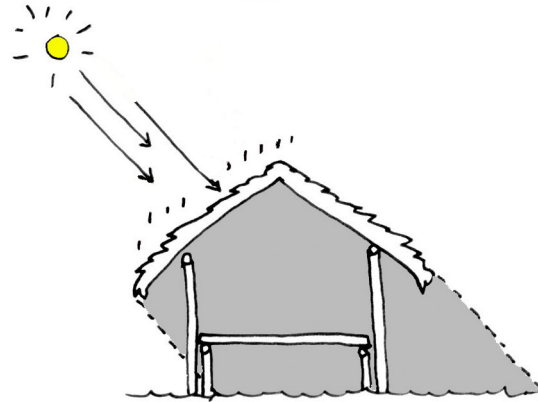


IMAGEN 105: Cubierta brinda protección solar a vivienda
Fuente: (Farfan, 2009)

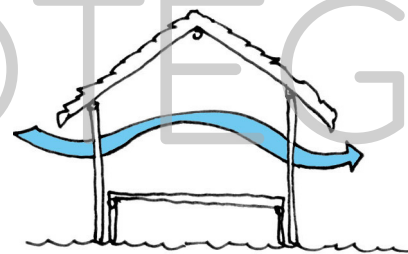


IMAGEN 106: Paso de aire fresco por medio de método de palafitos
Fuente: (Farfan, 2009)

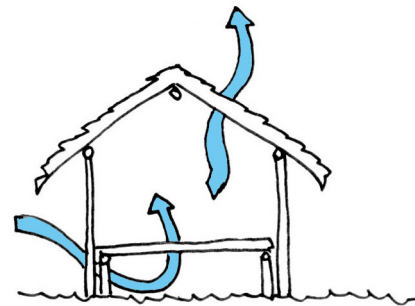


IMAGEN 107: Estudio de los vientos para obtener ventilación cruzada al interior de la vivienda
Fuente: (Farfan, 2009)

Materiales

Dentro de este factor, se va a considerar adicionalmente el mantenimiento y la demolición de la edificación. El material escogido determina el tipo de mantenimiento que tendrá la edificación y, si se demoliere, es preciso conocer si el material puede ser reutilizado o reciclado. A continuación, se detallan los materiales escogidos para la comparación hacia una construcción eco-amigable:

PROTEGIDO

Madera



- La madera maciza es un recurso renovable ya que por medio de un plan de reforestación, es posible recuperar la madera talada unos años después.

- En el país, si existe accesibilidad al material ya que existen plantaciones de madera en el medio. Según Miduvi (Convenio Miduvi - Cámara Construcción de Quito, 2011), la principal fuente de abastecimiento de madera del país es el bosque nativo que alcanza un 70%, y lo restante lo abastece las plantaciones forestales.

- Las plantaciones forestales benefician al planeta por ser sumideros de dióxidos de carbono actuando en contra de los gases del efecto invernadero. Así, si se mantiene un buen plan de reforestación, el consumo de madera apuesta a una construcción eco-amigable ya que los árboles ayudan a preservar al planeta.

- Para la fabricación de madera no se requiere cuidados intensivos ni gastos energéticos ya que los árboles solo requieren sus cuidados propios contra agentes externos.

- La toxicidad de los materiales influye en el bienestar de los usuarios en una edificación por lo que se debe controlar los tratamientos que se le realiza a la madera. En las maderas, esta toxicidad varía en las maderas blandas y las maderas duras y

pueden afectar al organismo por medio respiratorio o por medio de la piel. Sin embargo, en la actualidad, los modernos procesos de tratado y protección de la madera tales como impregnación al vacío e intensidad de los vacíos a presión permiten no generar riesgos de toxicidad en la madera.



Mantenimiento: La madera al ser utilizada en panel prefabricado de junta seca para fachadas, se recomienda un mantenimiento preventivo anual, por su uso en exteriores. Recubrimientos para evitar la aparición de moho, fisuras, decoloración de la madera, entre otros, son algunos de los tratamientos que se realizan en los mantenimientos preventivos, que debe procurarse el uso de materiales no tóxicos y con responsabilidad ambiental y social.



Demolición: Se debe recordar que al ser utilizado como panel de fachada de junta seca, la remoción de los paneles debe ser posible a criterio del diseñador. Sin embargo, como material, la madera luego de su vida útil y con un buen cuidado, puede ser reciclado para fabricar tableros reconstituidos. Aunque, si ya el material debe ser desechado, la madera es un material biodegradable y no contaminante que puede incorporarse con facilidad al humus del planeta.

PROTEGIDOS

Plancha de acero galvanizado



- El acero es considerado un material reciclable ya que es posible su recuperación al ser nuevamente fundido. De esta manera, se recupera la inversión en materia prima y no desgasta la siderurgia del planeta.

- Para la fabricación del acero, ya sea reciclado o nuevo, se utilizan grandes cantidades de agua, en especial, en el proceso de enfriamiento del hierro. Si es posible, las industrias deben buscar tratar esta agua para su reutilización y así, tener conciencia ecológica desde su proceso de fabricación.

- La maquinaria para la fabricación del acero, expide gases y aceites que deben ser controlados y tratados para que no hagan daño al medio ambiente.

- La toxicidad del material aparece en la etapa de elaboración. El residuo de acero también llamado polvo de escoria, en las industrias de acero, puede afectar a los pulmones y al tracto gastrointestinal. Sin embargo, las acerías modernas incluyen un control informático de estos residuos, por lo que se reduce el riesgo de ingesta de estos polvos y las capacitación continua de los obreros a prácticas de seguridad, reducen los riesgos de toxicidad del material.



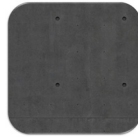
Mantenimiento: La plancha de acero galvanizado pide mantenimiento preventivo aproximadamente mínimo cada 10 años, en el que se debe restaurar el recubrimiento galvanizado que ha ido perdiendo espesor con el tiempo. Sin embargo, si se observan grietas o fisuras, se debe inmediatamente recurrir a dar recubrimiento al acero para no permitir que se de corrosión en el material.



Demolición: El acero permite la recuperabilidad del material por su fácil desmontaje, aun si se diera la soldabilidad de la pieza. Al ser un material prefabricado que utiliza la presentación de plancha de acero galvanizado, si se diera la demolición, se requiere solo separar al material de los demás componentes y se lo trata como chatarra en los altos hornos para reutilizar la materia prima. Esta ventaja aporta al ecosistema a la reutilización y conservación de la materia prima del hierro.

PROTECCIÓN

Hormigón aligerado



- El hormigón no se puede catalogar como un material eco amigable a corto plazo ya que las técnicas constructivas y materiales utilizados comúnmente generan muchos desperdicios tanto en su fase de fabricación como de trabajabilidad. Empezando por la obtención de la caliza para la fabricación de cemento, no existe normativa que regule la manera de obtención del material, solo una delimitación de los espacios. Sin embargo, si tanto en la obtención de materias primas como en su proceso constructivo, se desarrolla un planeamiento de gestión medioambiental, es posible aportar hacia una fabricación eco amigable del hormigón.

- Al ser un hormigón aligerado, es posible adicionar cementos o agregados que incorporen materias primas que produzcan menos emisiones de CO2 o requieran menos temperatura de cocción,

- El hormigón puede ser considerado un material reciclable ya que al final de su vida útil, puede transformarse a un material granular y ser reciclado como gravilla en carreteras, muros de contención económicos, entre otros.

- Es posible aportar a la construcción eco-amigable al utilizar agua reciclada en el proceso de elaboración,



IMAGEN 108: Mantenimiento a fachada de edificio
Fuente: (JMG, 2013)

limpieza y curado del material. Esto conlleva a una gestión eficiente y controlada de los procesos en obra o en industria que basta de un planeamiento y control que es obligatorio en toda producción de paneles prefabricados.

- El hormigón puede presentar toxicidad en sus agregados en su fabricación, por lo que se recomienda el uso de implementos de seguridad y seguir normativas de seguridad para no exponerse a riesgos. Entre los riesgos de toxicidad por los agregados del hormigón se encuentran irritaciones, llagas, lesiones en vías respiratorias por el fraguado o aspiración de cemento en la mezcla de hormigón. Los aditivos químicos que aportan a la trabajabilidad del hormigón o mejoran sus resistencias deben ser manejados con sus respectivos controles ya que al ser un producto químico, posee cierto grado de toxicidad que puede afectar al consumo humano o al ambiente circundante.



Mantenimiento: El hormigón, luego de su fraguado y curado no requiere de mantenimiento intensivo más si se desee aportarle una limpieza o posea alguna mancha de hongos. Se recomienda su limpieza con agua

evitando dañar la superficie, para remover la acumulación de suciedad. Si se trata de alguna limpieza de líquenes y hongos, se recomienda estudiar la mancha y con un especialista, resolver que químico utilizar para su remoción.



Demolición: Para la demolición de un elemento de hormigón, se debe estudiar el modo menos contaminante al aire para realizarlo ya que la pulverización del material libera al ambiente partículas del material que puede afectar al ser humano. Sin embargo, el material puede ser reciclado en obras menores como pavimentos o muros de contención. En países europeos, empresas como Stetter (Stetter, 2012) recicla el hormigón en plantas de procesamiento para el uso en paneles prefabricados y hormigón residual.

En fin, se ha detallado factores que aportan hacia un material eco-amigable pero no es posible detallar características comparativas ya que cada material posee sus ventajas y desventajas que el diseñador debe estudiar, mejorar y controlar para beneficiar al ambiente. Sin embargo, el material a seleccionar debe estudiar estos factores y señalar como lidia respecto a ellos para aportar con la eco-construcción.

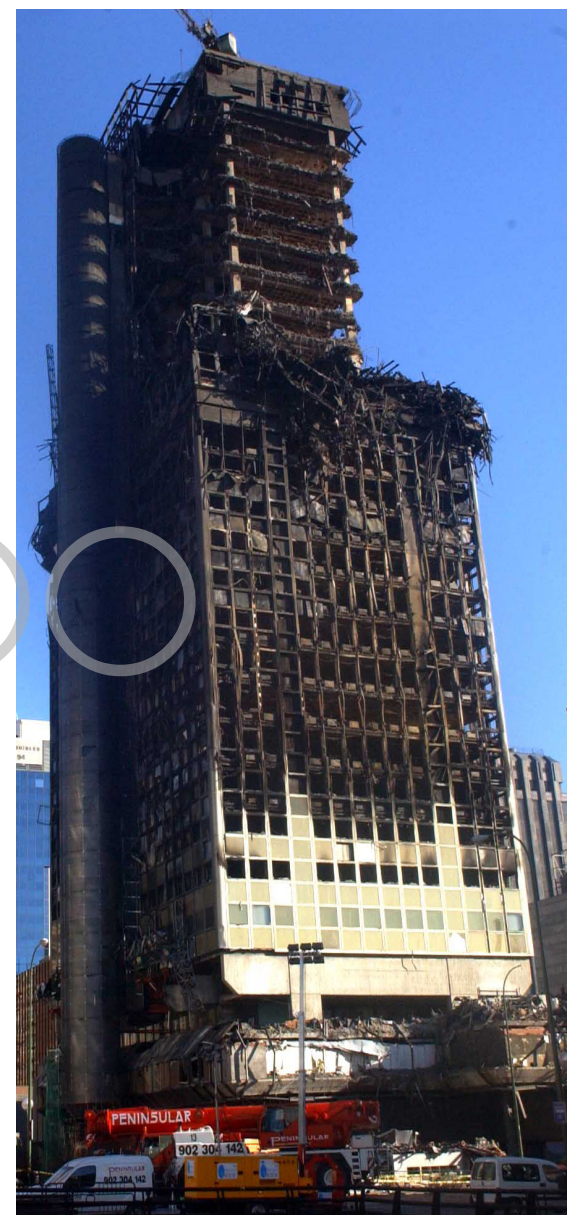


IMAGEN 109 Demolición de un edificio
Fuente: (Ayuntamiento de Madrid, 2011)

COSTOS (VENTA, INSTALACIÓN,
MANTENIMIENTO)

Dentro del estudio de los casos análogos, se detalló para uno de ellos su preferibilidad en el análisis de los materiales para su posterior selección. Específicamente, se va a utilizar la información obtenida en el caso análogo para el estudio de los costos de fabricación, instalación y mantenimiento. Se requería de un producto terminado que pueda ser comparado por sus ventajas y funciones similares como panel arquitectónico de fachada para los tres materiales diferentes. Para recordar, en cuanto a costos se va a estudiar los siguientes productos:

- Madera: Confortwall
- Acero: Panel AR-2000
- Hormigón: Panel prefabricado Prehorquisa

Según información dada por sus proveedores y consultando a ingenieros del medio, los costos para venta, instalación y mantenimiento de los productos escogidos son referencialmente:

Se puede entender que los paneles de madera son los de menor costo, sin embargo, el gasto de mantenimiento es un factor a considerar en la elección del panel prefabricado. El panel de más alto costo es el panel de hormigón, debido a su combinación con malla de acero, pero los beneficios pueden ser mayores y el mantenimiento es escaso para este material.

PROTEGIDO

COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE MATERIALES POR M2			
MATERIAL	VENTA E INSTALACIÓN (en dolares)	MANTENIMIENTO	
		PERIODO	COSTO (en dolares)
Madera: Panel Confortwall	22 a 40	Anual	5 a 7
Acero Galvanizado: Panel AR-2000	27 a 30	Cada 10 años	5 a 6
Hormigón: Panel Prehorquisa	30 a 60	Raramente	---

Tabla 17: Comparación de costos entre materiales por m2
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

2.5. Conclusiones

Luego de un detallado estudio de las características, ventajas y desventajas de tres diferentes tipos de materiales, se selecciona al hormigón aligerado como opción para el desarrollo de este trabajo de investigación. Las razones por la que se escoge a este material son las siguientes:

- La madera, frente a los demás materiales, presenta mayores beneficios en su uso para una construcción eco-amigable. La madera es un recurso renovable por lo que un buen plan de reforestación permitiría recuperar la materia prima talada en unos pocos años. Sin embargo, el intenso mantenimiento que se debe mantener al material para retrasar su deterioro y pudrición, no lo mantienen como una buena opción para utilizarse como material de fachada de una edificación en altura por la constante molestia que se debe tener para las labores de mantenimiento.

- La madera, por normativa, se descarta del grupo de selección debido a que el tipo de edificación, multifamiliares de aproximadamente 20 pisos de altura, no permite el uso de este material por el peligro de seguridad contra incendios.

- El acero posee propiedades óptimas en resistencia de esfuerzos, además de brindar seguridad al usuario frente a fuerzas sísmicas y un regular comportamiento en caso de incendios. Este beneficio es importante para su uso como estructura, pero, en la aplicación como panel prefabricado de fachada no se requiere gran resistencia a los esfuerzos.

- El acabado esperado por los usuarios podría causar malestar, por lo que no es una opción viable ya que se requiere gastos adicionales en recubrimientos para ocultar el acabado que puede tener el material.

- El hormigón posee mayor experiencia en prefabricados para edificaciones multifamiliares convirtiéndola en la mejor opción entre los materiales estudiados. A pesar que en el país no exista la fabricación industrial masiva en prefabricados de hormigón de junta seca, en otros países, con industrias como Prehorquisa, caso análogo estudiado, se puede observar edificaciones multifamiliares utilizando este sistema y obteniendo excelentes resultados.

- El hormigón, por ser moldeable, puede presentar diversos y agradables acabados, aun permitiéndose dejar de

manera vista, sin recubrimientos. Es importante realizar pruebas de acabados acorde a los agregados a utilizar para el aligeramiento, que estudie el color y la textura final que posea el panel prefabricado de hormigón.

- El hormigón, debido a su alta densidad y compacidad, ayuda al confort térmico y acústico de los espacios interiores de una edificación.

- El hormigón posee una alta resistencia al fuego, que beneficia a una edificación para viviendas cuyos principales requisitos por el usuario es brindar seguridad a sus familias y a sus posesiones materiales.

- En caso de movimiento sísmico, el diseño del panel requerirá de la combinación de acero para poder obtener flexibilidad a los movimientos.

- La búsqueda de una construcción eco-amigable utilizando como material constructivo de fachada, paneles prefabricados de hormigón, puede ser más complicada que en las demás opciones de materiales. Sin embargo, se necesita la definición de un proyecto planificado, con controles de calidad y normativas desde su proceso de fabricación para controlar la afectación del uso de hormigón en los paneles prefabricados hacia el ser humano y el medio ambiente.

- El mínimo costo de mantenimiento beneficia a los usuarios ya que se deben preocupar menos por el mantenimiento de sus fachadas, pero si se requiere, el propio sistema de junta seca permitiría la remoción y cambio del panel de manera sencilla si sea necesario, extendiendo la vida útil del edificio.

En fin, el hormigón presenta mayores ventajas para su uso en paneles prefabricados respecto a las demás opciones. Sin embargo, se requiere estudiar a profundidad los agregados y diseño que tendrá el panel prefabricado para poder mantener o mejorar las características y ventajas que aporta al material, para cumplir con los requerimientos de calidad y diseño para paneles prefabricados.



IMAGEN 110: Acabado en hormigón visto
Fuente: (Basulto, 2010)

PROTEGIDO

PROTEGIDO

DISEÑO DEL PRODUCTO

Capítulo 3

- 3.1 Requerimientos de diseño
- 3.2 Criterios de diseño para la estructura
- 3.3 Criterios de diseño para las instalaciones
- 3.4 Diseño del hormigón
- 3.5 Fases del proceso constructivo del panel
- 3.6 Análisis de costos y mano de obra
- 3.7 Diseño preliminar descartado



IMAGEN 111: Montaje en obra de paneles prefabricados de hormigón
Fuente: (RTVN, 2011)

3.1. Requerimientos de diseño

El objetivo de esta primera parte del trabajo de titulación es diseñar una propuesta constructiva en base a paneles prefabricados de junta seca a utilizarse en fachadas de edificaciones de vivienda densificada verticalmente. Como punto de partida, se analizaron materiales constructivos utilizados en el medio, en el que se concluye que el hormigón aligerado es la opción más apropiada para ser utilizada como componente principal del panel prefabricado a diseñar.

Para establecer los requerimientos para el diseño del panel prefabricado, se enumeran los siguientes criterios basándose en lo es-

tudiado en el marco teórico de esta primera parte del trabajo de titulación:

- Tipo de aligeramiento para el hormigón
- Condicionar su uso como pared exterior y desmontable de fachada
- Tipo de junta seca
- Forma, dimensionamiento y componentes del panel
- Cumplimiento de exigencias fundamentales en paneles prefabricados
- Elaboración del panel
- Controles de calidad y acabado final del panel



IMAGEN 112: Diseño de fachada con paneles prefabricados de hormigón
Fuente: (Prehorquisa, 2012)

Tipo de aligeramiento para el hormigón

El aligeramiento del panel refiere a la elaboración de un panel prefabricado especial que mejore las propiedades de los paneles prefabricados simples. Se requiere que el panel ayude al confort térmico y acústico de los usuarios para los espacios interiores, por lo que se debe hallar alternativas que a más de aligerar, beneficie a la eco-amigabilidad esperada en la edificación. Entre las opciones estudiadas para lograr un panel prefabricado especial se requieren los siguientes alcances del diseño:

Tubos de PVC: Se incluyen tubos de PVC de 1 1/2" que permita el paso de tuberías, refuerce a la estabilidad del panel, y crea cámaras de aire en el panel, mejorando el confort térmico del espacio interior. La cámara de aire

permite que la radiación y calor exterior incida poco o nulo al interior de la vivienda. Los tubos de PVC logran aligerar al hormigón ya que no se elabora un panel macizo de hormigón sino que se disminuye en gran proporción a la masa del hormigón gracias a los vacíos que logran los tubos. Un panel ligero ayuda a la trabajabilidad y movilidad en obra, además de reducir las cargas muertas del edificio, lo que beneficia al diseño estructural, reduciendo esfuerzos, y por ende, economiza la estructura del edificio. A su vez, un edificio ligero disminuye las cargas a la cimentación, afectando en menor proporción al suelo del terreno y posible vida vegetal o animal del área cercana al edificio.

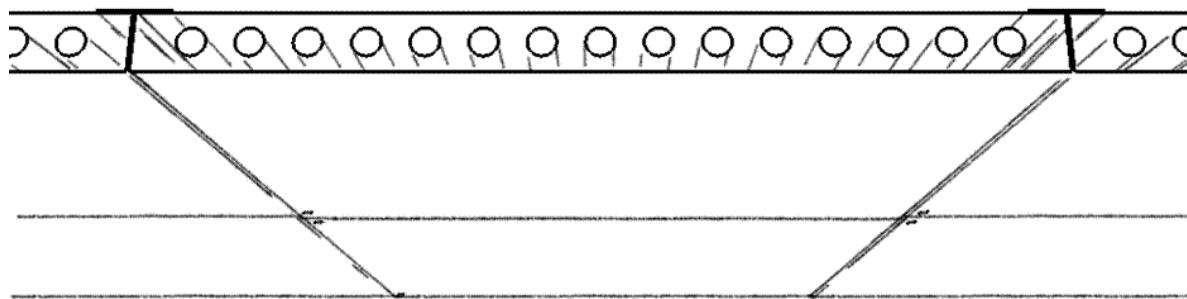


IMAGEN 113: Cámara de aire en base a tubos de PVC
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Micro perlitas de poliestireno expandido: El hormigón se conforma por una mezcla homogénea de áridos, cemento y agua que tras un proceso de fraguado y endurecimiento logran una consistencia pétreo. En paneles prefabricados de hormigón, se requiere de agregados o aditivos que brinden ligereza al producto final. Como se anota previamente, el peso específico del hormigón es aproximadamente 2400 kg por unidad de volumen (m³). Según Almeida Valle (Almeida Valle, 2009), el peso máximo a levantar, considerando trabajadores hombres sanos y entrenados, es de 40 kg. Por ello, si no se quieren estimar gastos de grandes maquinarias para la manipulación de los paneles, más que maquinaria convencional en obra, aligerar el panel es clave para su trabajabilidad en obra.

El material escogido para aligerar el hormigón es la micro perlita de poliestireno expandido, la cual se puede clasificar según su método de producción entre un hormigón aireado o de bajo árido grueso. Este trabajo de investigación busca reducir el porcentaje de árido grueso, en este caso, piedra chispa ya que el panel posee un espesor mínimo

de 8 cms, y el uso de piedra de 3/4" no conviene para cumplir el espesor esperado y el requerimiento de tubos de PVC en su dimensionamiento. Se estudiara el diseño del hormigón a fin de obtener una resistencia a la compresión entre 100 a 140 kg/m³, por medio de muestras de proporciones diferentes de poliestireno expandido y piedra chispa.

La micro perlita de poliestireno expandido es un material plástico celular y rígido cuya estructura es rellena de aire, que posee diámetros aproximados entre 2 y 3 mm. (IDAE, 2007) Entre sus cualidades, se puede enumerar que no se pudre, enmohece ni descompone, por lo que presume de una larga vida útil, que beneficia a la calidad que se espera del panel prefabricado. En la construcción, el poliestireno expandido es utilizado como aislante térmico y acústico ya que su densidad varía entre los 10 y 36 kg/m³ y su valor de conductividad térmica, entre 0.06 y 0.03 W/m°C. Si bien, el poliestireno expandido no es un producto biodegradable, es posible incentivar a la reutilización de la materia prima utilizándolo como elemento compositivo de los paneles prefabricados de hormigón. Para el desarrollo de esta investigación,



IMAGEN 114: Uso de micro perlita de poliestireno expandido como material de agregado grueso en hormigón
Fuente: Fotografía tomada por Denisse Aguilera



IMAGEN 115: Proceso de expansión de la materia prima
Fuente: (BASF, 1998)



IMAGEN 116: Preparación de hormigón aligerado con microperlita de poliestireno expandido
Fuente: Fotografía tomada por Denisse Aguilera

se utiliza la micro perlita de poliestireno como agregado grueso, sin embargo, existe la posibilidad de reutilizar los envases hechos con este material por medio de un procesado y molido del material y mantener el mismo concepto de diseño.

A continuación se muestra un cuadro de especificaciones y características técnicas y mecánicas del poliestireno expandido:

Una característica importante a anotar es su buen comportamiento respecto al fuego calificando al material como 'Difícilmente Inflamable' según la norma DIN 4102, debido a que su reducida masa contribuye muy poco a la generación del calor en caso de incendio, respecto a otros materiales como la madera. Hay que tener en cuenta que el hormigón posee clasificación A 1, que lo cualifica como un material no combustible, por lo que su combinación con el poliestireno expandido es apropiada en caso de incendio.

	Ensayo según	Unidad	Resultado de ensayo		
Densidad	DIN 53 420	Kg/m ³	15	20	30
Coefficiente de conductividad térmica medido a + 10°	DIN 52 612	W/(m.k)	0,036	0,034	0,031
Resistencia de la compresión con un 10% de deformación instantánea	DIN 53 421	N/mm ²	0,05 - 0,11	0,10 - 0,16	0,19 - 0,25
Esfuerzo continuado de compresión con deformación < 2%		N/mm ²	0,012 - 0,025	0,020 - 0,035	0,036 - 0,062
Resistencia al corte	DIN 53 427	N/mm ²	0,08 - 0,013	0,12 - 0,17	0,21 - 0,26
Resistencia a la flexión	DIN 53 423	N/mm ²	0,06 - 0,030	0,15 - 0,39	0,36 - 0,62
Resistencia a la tracción	DIN 53 430	N/mm ²	0,12 - 0,29	0,18 - 0,36	0,30 - 0,48
Módulo de elasticidad (ensayo compresión)	DIN 53 457	N/mm ²	1,6 - 5,2	3,4 - 7,0	7,7 - 11,3
Estabilidad dimensional con elevadas temperaturas	breve duración	en base a la DIN 53 424	°C	100	100
	larga duración con 500 N/m ²	en base a la DIN 18 164	°C	80 - 85	80 - 85
	larga duración con 20000 N/m ²	DIN 18 164	°C	75 - 80	80 - 85
Coefficiente de dilatación lineal		1/K	5,7. 10 ⁻⁵	5,7. 10 ⁻⁵	5,7. 10 ⁻⁵
Calor específico	DIN 4108	J/K (Kg.k)	1210	1210	1210

Tabla 18: Cuadro de especificaciones y características técnicas y mecánicas del poliestireno expandido
Fuente: (Grupo Estisol, 2013). Realizado por Denisse Aguilera

Condicionar su uso como pared exterior y desmontable de fachada

Una edificación en altura exige paredes de cerramiento de fachada con mayores requerimientos técnicos debido a su exposición con la intemperie y el clima, a diferencia de una vivienda de una sola planta. Estas exigencias refieren a esfuerzos mayores a resistir el cerramiento tales como peso, vientos, movimientos sísmicos, entre otros. Así se establece una diferencia entre una pared interior y una pared exterior, Una pared interior busca separar espacios, en cambio, una pared exterior protege al edificio, convirtiéndose en su piel. Se ha escogido diseñar un panel prefabricado para fachada de una edificación en altura ya que se desea aportar con una alternativa para la piel del edificio, reconociendo que esta tipología exige en mayor manera que una pared interior, ya que se debe cumplir y mejorar las necesidades del edificio y del cliente.

La opción más común a utilizar como pared exterior de fachada en la ciudad de Guayaquil es la pared de mampostería enlucida y pintada, generalmente, el bloque de cemento. Actualmente el mercado se encuentra más abierto a alternativas como el Hormi2 y prefabricados gracias a que logran disminuir tiempos de obra y por ende, disminución de costos en la edificación.

Una edificación de vivienda densificada en altura es ideal para la construcción modular, característica de los paneles prefabricados, ya que sus departamentos son similares en distribución y acabados. Por ello, la volumetría del edificio, acabados y detalles arquitectónicos deben ser clave para dar atractivo al diseño final del edificio.

IMAGEN 117: Reticulo de hormigón visto en fachada de edificación
Fuente: (Grupo Herce, 2012)



Sobre esta premisa, se conceptualiza el diseño del panel prefabricado de hormigón:

Lograr un acabado de hormigón visto utilizando las piezas de prefabricado, dimensionando de tal manera, que luzca como hormigón desencofrado de piezas cuadradas de madera.

Previamente, en la definición del material para el panel prefabricado, se reconoce que el hormigón visto es uno de los acabados que prefieren los clientes como acabado para fachada de una edificación o vivienda. El hormigón visto, por lo general, se lo considera un material costoso por lo que, para asemejar la textura y acabado, se enlucce a la mampostería y se deja pequeñas mediacañas para lograr la retícula que brinda el encofrado de madera. Por ello, no se va a desaprovechar los beneficios estéticos del material, y se busca manejar un reticulado en fachada con los paneles prefabricados de hormigón para visualmente obtener el acabado esperado.

El proceso de elaboración del panel es clave para no tener desperfectos y permitir un hormigón visto a su cara exterior del panel. Como especificación adicional, se aplica una lechada de cemento, blancola y agua, para emparejar el color final del panel.

Otro alcance de este proyecto de titulación es el uso de prefabricados de junta seca, que supone un panel desmontable de fachada. Se requiere que el panel sea desmontable no solo por el reto de buscar la simplicidad de las piezas prefabricadas y sus uniones, si no que la junta

seca permite minimizar los desechos en obra, ya que el montaje no requiere de mortero ni pegantes. El concepto del diseño del panel se acopla al diseño de la junta, ya que esta debe simular las marcas de las perforaciones que da el encofrado de madera. La junta seca, por medio de pernos de anclaje permite crear un ritmo con las perforaciones y los paneles que logran un acabado agradable y con criterio arquitectónico.

En fin, el condicionamiento se logra enfatizando que se busca un acabado importante en las fachadas del edificio, y por ello se justifica el hormigón como material idóneo para diseño del panel prefabricado. Para las paredes interiores, se plantea el uso de paredes de gypsum ya que su uso es, principalmente, divisor de espacios interiores, y se recomienda el material por sus características técnicas lo califican como un buen aislante térmico y acústico.



IMAGEN 118: Acabado en paredes de hormigón visto
Fuente: (Echarte, 2010)

Tipo de junta seca

El sistema constructivo del panel prefabricado de hormigón se conforma también por su procedimiento de unión de las piezas. Para este proyecto de titulación, se decide por la aplicación de juntas tipo seca como procedimiento de unión. A su vez, éste se clasifica como tipo sujeción, definiéndose como aquella junta que utiliza técnicas como pernos y remaches, que generalmente aplica a soluciones de junta seca. Dado que el material constitutivo del panel prefabricado es el hormigón aligerado con micro perlita de poliestireno expandido se selecciona piezas de sujeción tipo pernos para la sujeción de las piezas prefabricadas. Las juntas de sujeción del sistema constructivo responden al cumplimiento de las siguientes condicionantes de selección de la junta:

Materia prima:

Previamente, se presenta un estudio y análisis para la selección de la materia prima del panel prefabricado a escoger, decidiendo al hormigón aligerado con micro perlita de poliestireno expandido como alternativa para el desarrollo del presente proyecto de investigación. Sin embargo, la junta también forma parte del sistema constructivo, en este caso, los pernos de sujeción.



IMAGEN 119: Sujeción metálica a losa de hormigón
Fuente: (Prehorquiza,2012)

Bernard clasifica el sistema de anclaje de hormigón con pernos como sistema SYGMA, termino francés dado a las tecnologías de ensamblaje en fábrica que automatiza y ligera los paneles. (Bernard, 1982) El anclaje por pernos y placas es el sistema más común de anclaje entre piezas de hormigón y carpintería metálica. Para garantizar la calidad y vida útil del sistema constructivo se decide utilizar pernos de acero galvanizado, material estudiado en el marco teórico, debido a sus ventajas de mínimo mantenimiento y alta resistencia a fuerzas.

Requerimientos compositivos, constructivo y estructurales:

Previamente, se presenta un estudio y análisis para la selección de la materia prima del panel prefabricado a escoger, decidiendo al hormigón aligerado con micro perlita de poliestireno expandido como alternativa para el desarrollo del presente proyecto de investigación. Sin embargo, la junta también forma parte del sistema constructivo, en este caso, los pernos de sujeción.

Bernard clasifica el sistema de anclaje de hormigón con pernos como sistema SYGMA, termino francés dado a las tecnologías de ensamblaje en fábrica que automatiza y ligera los paneles. (Bernard, 1982) El anclaje por pernos y placas es el sistema más común de anclaje entre piezas de hormigón y carpintería metálica. Para garantizar la calidad y vida útil del sistema constructivo se decide utilizar pernos de acero galvanizado, material estudiado en el marco teórico, debido a sus ventajas de mínimo mantenimiento y alta resistencia a fuerzas.

En juntas de acero, el uso de pernos o tornillos de alta resistencia es uno de los métodos que menos mano de obra especializada requiere a diferen-

cia de los remaches o soldadura. Esta característica permite asumir menos costo de la construcción ya que la alta resistencia de los pernos calcula menos cantidad de uniones a diferencia de un remache o soldadura y la mano de obra es menos costosa. (McCormac, 2002)

Ya que se especifican dimensiones para ser trabajados manualmente en obra para el panel de diseño, la junta atornillada a utilizar es un tornillo tipo A307, clasificado como tornillo común, el cual se fabrica con acero al carbono y existen varios tipos de cabezas. El montaje del sistema prefabricado es un factor importante para la selección de la junta, por ello, el tornillo a utilizar po-

see cabeza hexagonal ya que son más fáciles de manipular con llaves mecánicas y requiere de menos espacio para girarla.

La sujeción del perno se da entre un panel prefabricado de hormigón aligerado y perfiles laminados tipo T que brindaran la estabilidad al muro. A pesar de que su sujeción es sencilla y no requiere de diseño estructural, más que mantener el panel en su sitio, existen normas para el perno escogido que deben ser mencionadas. Según la SAE, ASTM y sistema métrico, el perno tipo A307 posee las siguientes especificaciones de resistencias:

Dimensiones estándar para cabezas de pernos			
Hexagonal			
Diametro del perno	Ancho	Ancho	Altura
D	F	C	H
Pulgada	Pulgada	Pulgada	Pulgada
1/2	3/4	7/8	3/8

Tabla 19 : Dimensión estándar para cabeza de perno hexagonal de diámetro 1/2
Fuente: (AISC, 1994)

	Nomenclatura	Tamaño del perno	Resistencia a la tensión	Resistencia de fluencia	Resistencia de prueba	Marcas en la cabeza
		pulgada	ksi	ksi	ksi	
SAE	Grado 1	1/4 - 1 1/2	60	36	33	ninguna
ASTM	A307 Grado A	1/4 - 4	60	--	--	ninguna
Grado métrico	Grado 4.6	M5-M36	Mpa	Mpa	Mpa	--
			400	240	225	

Tabla 20: Dimensión estándar para cabeza de perno hexagonal de diámetro 1/2
Fuente: (Mott, 2006). Realizado por Denisse Aguilera

Obtención de la materia prima, fabricación y disponibilidad: En el apartado anterior se explica el proceso de obtención del acero, el cual se resume como una aleación de hierro y carbono. Este proceso es industrial, en el que el hierro, metal de grandes cantidades en la corteza terrestre, se combina con carbono y es fundido para armar las piezas, laminas o barras que se desee.

Cada tipo de perno tiene su proceso de fabricación, pero, por lo general se lo fabrica de la siguiente manera:

Al ser un perno hexagonal tipo A307, su obtención y disponibilidad no crea inconvenientes ya que es un perno tipo de uso común en la construcción. Es importante recordar que el perno debe incluir su tuerca y un anillo plano para asegurar la estanqueidad de la junta.



IMAGEN 120: Perno con su respectivo anillo y tuerca
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera


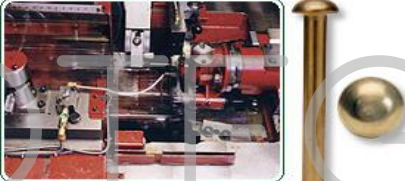
1		Se corta el "Corte" o "Blanco" del rollo original del alambre
2		El blanco es golpeado en un extremo, formando la cabeza.
3		En una segunda etapa, se vuelve a golpear en dos estaciones para lograr la figura final de la cabeza
4		Si el perno necesita ranuras, las seguetas de alta velocidad y equipo quita-rebobas completan el proceso
5		Las cuerdas se forman por medio del laminado o rolado.

Tabla 21: Proceso de fabricación de pernos y tornillos
Fuente: (Keystone Screw Corp., 2013). Realizado por Denisse Aguilera

Forma, dimensionamiento y componentes del panel

Se conoce que el panel prefabricado a diseñar está constituido como un panel macizo de hormigón aligerado con micro perlita de poliestireno expandido, que se aligera también por la inserción de tubos de PVC para el paso de tuberías. A su vez, el panel se conceptualiza como un acabado de hormigón visto, cuya retícula va a ser expuesta en la fachada del edificio. Por ello, se plantea inicialmente un panel cuadrado de las siguientes dimensiones:



IMAGEN 121: Dimensionamiento del panel prefabricado de hormigón aligerado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

El reticulado es cuadrado de 1.20x1.20 metros para buscar la optimización y estandarización de espacios, mobiliario y piezas constructivas como ventanas y puertas, que generalmente se dan en un ritmo de 30 cms. Esta retícula, con sus juntas, es la que permite apreciar al material, como un elemento compositivo de fachada tanto en su forma como acabado de hormigón visto.

El espesor del panel se decide gracias a los elementos que componen el panel y la búsqueda del mínimo espesor del panel, y así, contribuir con la trabajabilidad de un panel de hormigón de bajo peso. Los componentes seleccionados para el panel prefabricado de hormigón son:

La malla electro soldada se ubica hacia la cara exterior del panel como refuerzo a soportar las fuerzas de vien-

tos, golpes, entre otros. También sirve de núcleo para sostener los elementos que quedan fundidos en el panel tales como los tubos de PVC y la cabeza del perno. La cabeza del perno debe estar soldada a la malla electro soldada y tener precisión en su ubicación en el panel prefabricado ya que debe ser pasante en la Tee, carpintería metálica para sostener los paneles en sentido horizontal.

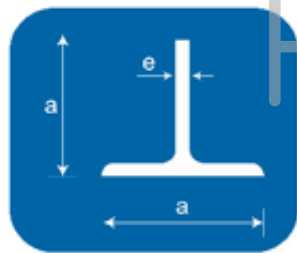


IMAGEN 122: Diagrama de Tee metálica
Fuente: (Novacero, 2012)

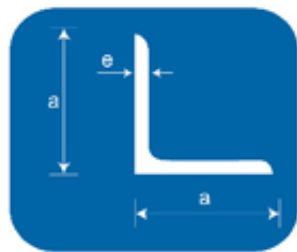


IMAGEN 123: Diagrama de ángulo metálico
Fuente: (Novacero, 2012)

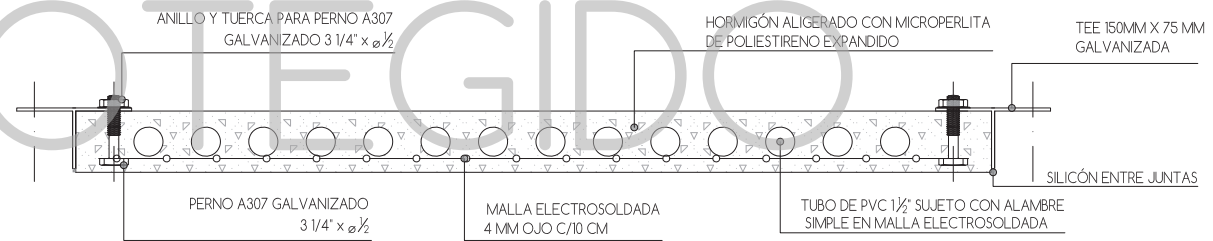


IMAGEN 124: Componentes del panel prefabricado de hormigón aligerado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

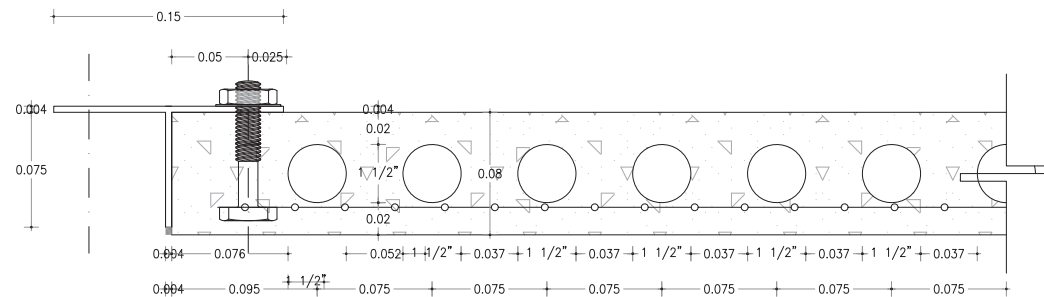


IMAGEN 125: Acotaciones/dimensionamiento del panel prefabricado de hormigón aligerado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

En sentido vertical, los paneles se juntan por medio de un machimbre en mediacaña de 2", adicionándole resistencia al panel prefabricado de hormigón. Estas juntas deben estar selladas con silicón para garantizar la estanqueidad en los departamentos y edificios. Además, la junta en mediacaña permite facilidad en su fabricación en su encofrado puede utilizarse un tubo de 2" metálico o de PVC para lograr la forma, y, al no tener esquinas, el hormigón al ser vaciado tiene mejor trabajabilidad.

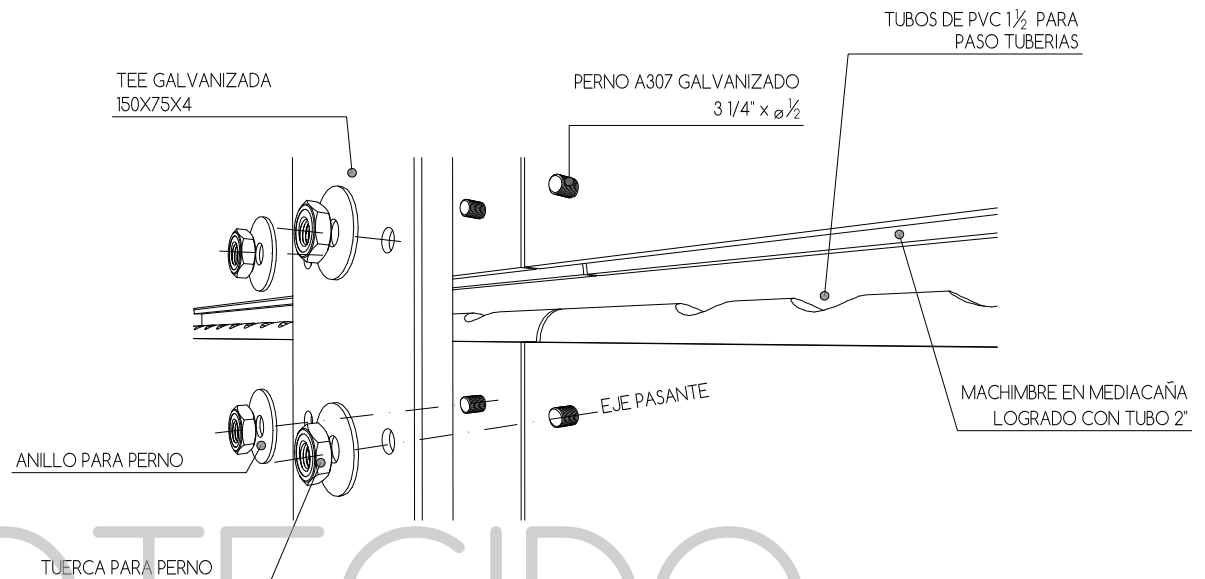


IMAGEN 126: Perspectiva explotada de componentes del panel prefabricado de hormigón aligerado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

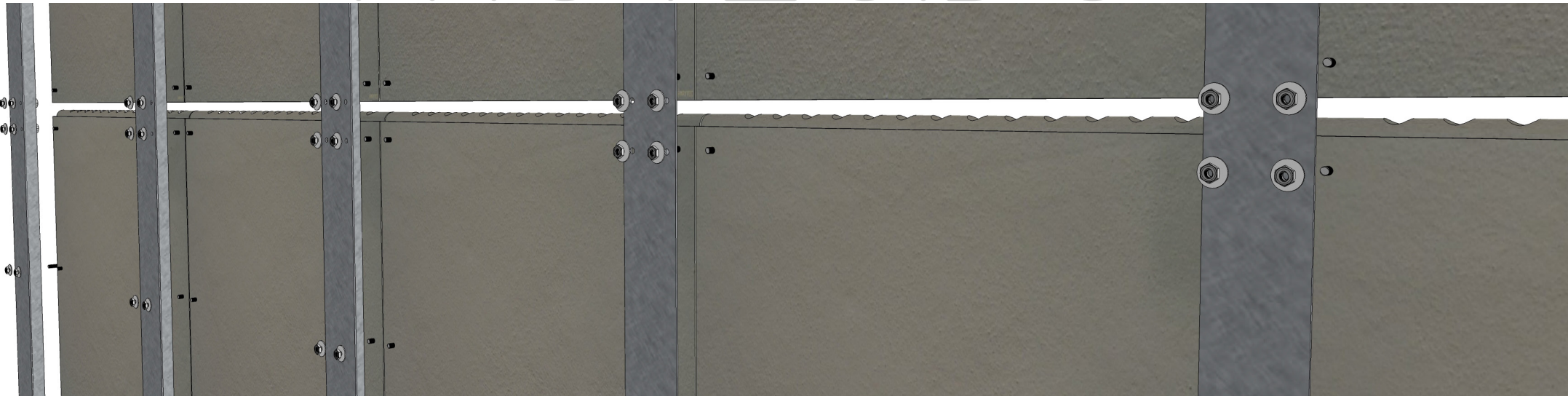


IMAGEN 127: Montaje de panel prefabricado de hormigón aligerado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

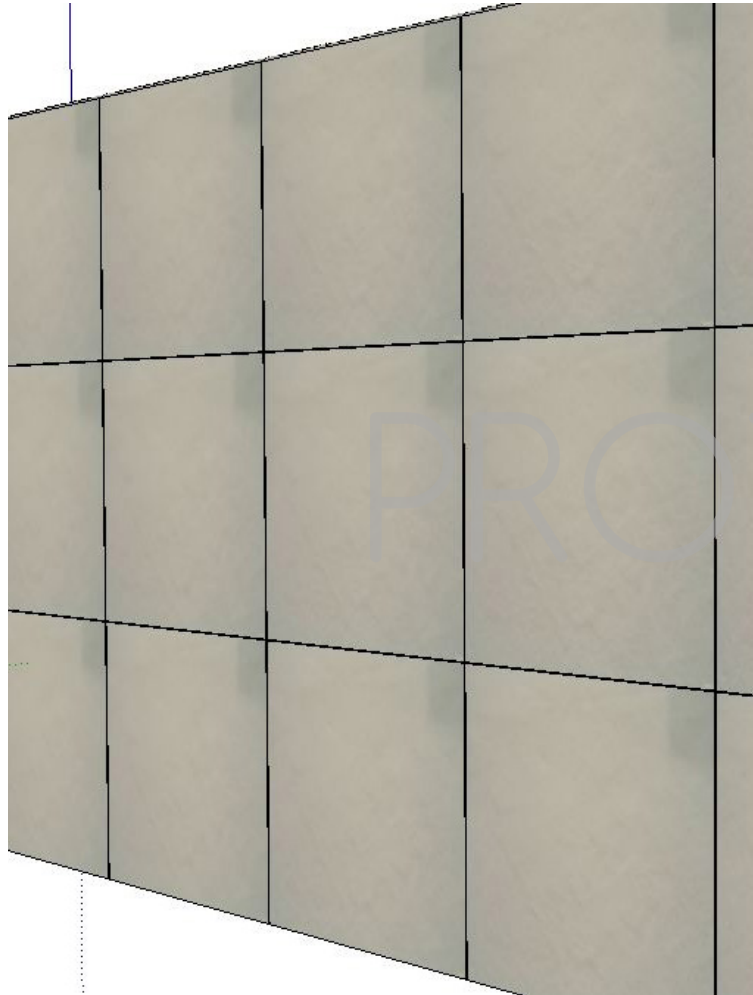


IMAGEN 128: Vista exterior de acabado en panel prefabricado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

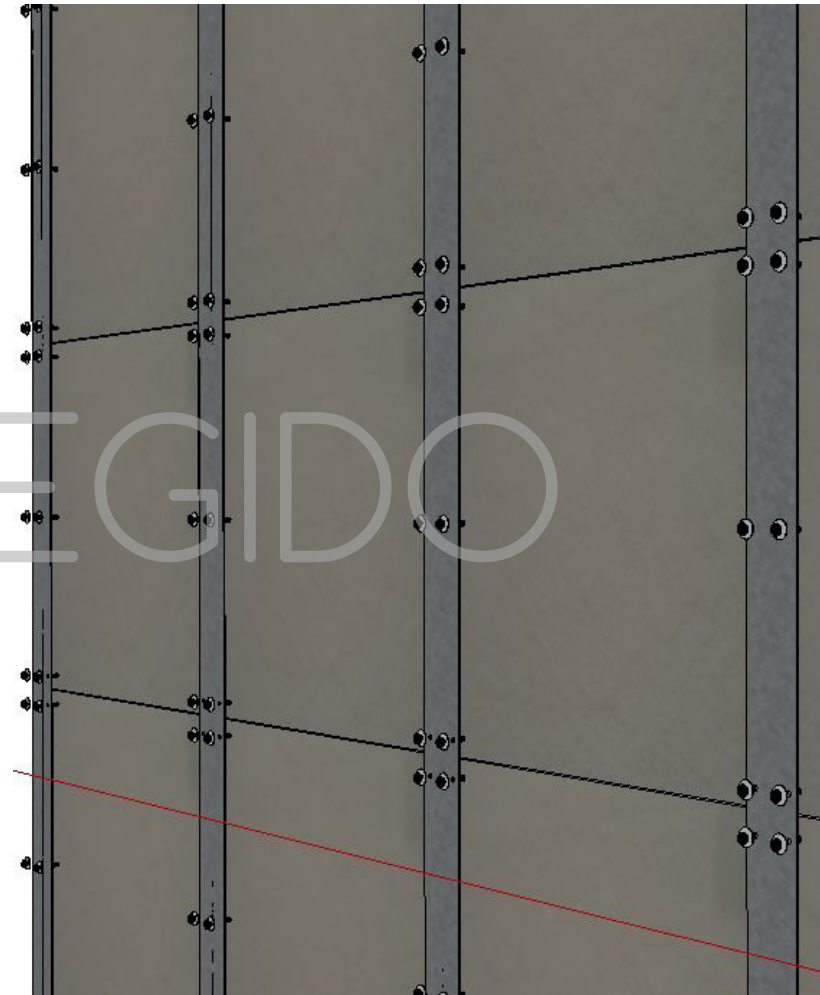


IMAGEN 129: Vista interior de acabado en panel prefabricado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Al diseñar el panel, se estudia la junta como un elemento de fachada que simule al hormigón visto, proponiendo como alternativa, simular los hoyos que deja el encofrado de madera en el hormigón. Pero, al ubicar el hoyo al exterior, se expone la junta a la humedad, lluvia, movimientos externos, vientos, entre otros, provocando mayores problemas a lidiar. Como propuesta final, se mantiene el concepto del perno y la retícula del acabado de hormigón armado para la fachada exterior, pero se introduce el perno en la fundición del panel prefabricado, soldándolo a la malla electro soldada, lo que dará precisión y refuerzo a la junta. El perno termina fundido en el panel, dejando una sección del hilo listo a ser pasante entre la tee o ángulo, el anillo y la tuerca respectiva para el perno de acero galvanizado. El acabado exterior luce liso, aun teniendo la retícula de hormigón armado gracias al modo de acoplamiento de las piezas prefabricadas de fachada cuadradas.



IMAGEN 130: Perno galvanizado tipo A-307
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

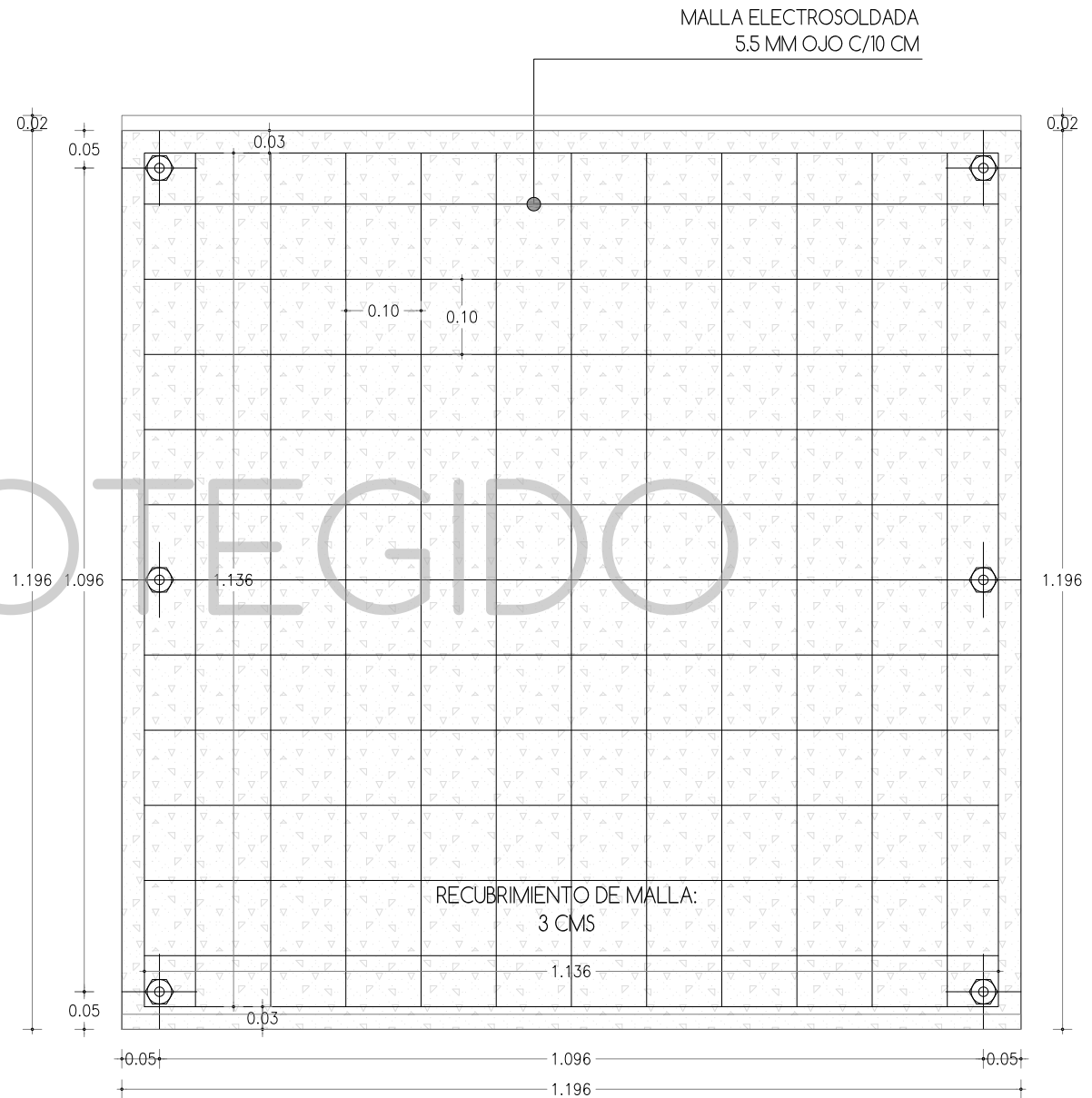


IMAGEN 131: Colocación de la malla electro soldada en panel prefabricado de hormigón aligerado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

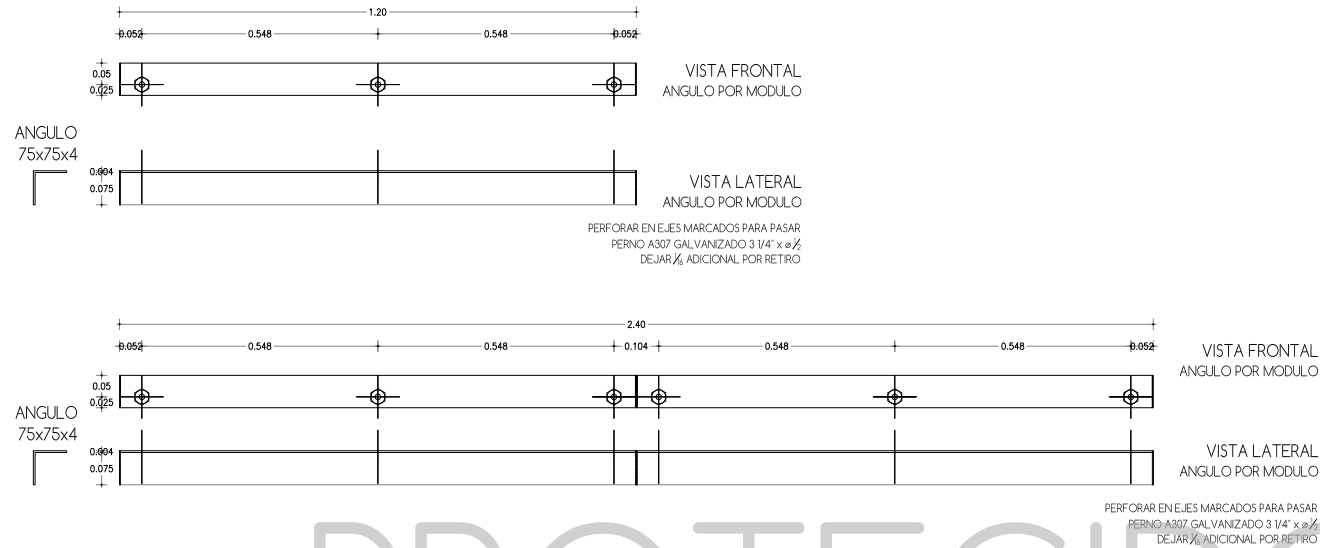


IMAGEN 132: Detalle de junta horizontal: pieza ángulo para uno y dos módulos
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

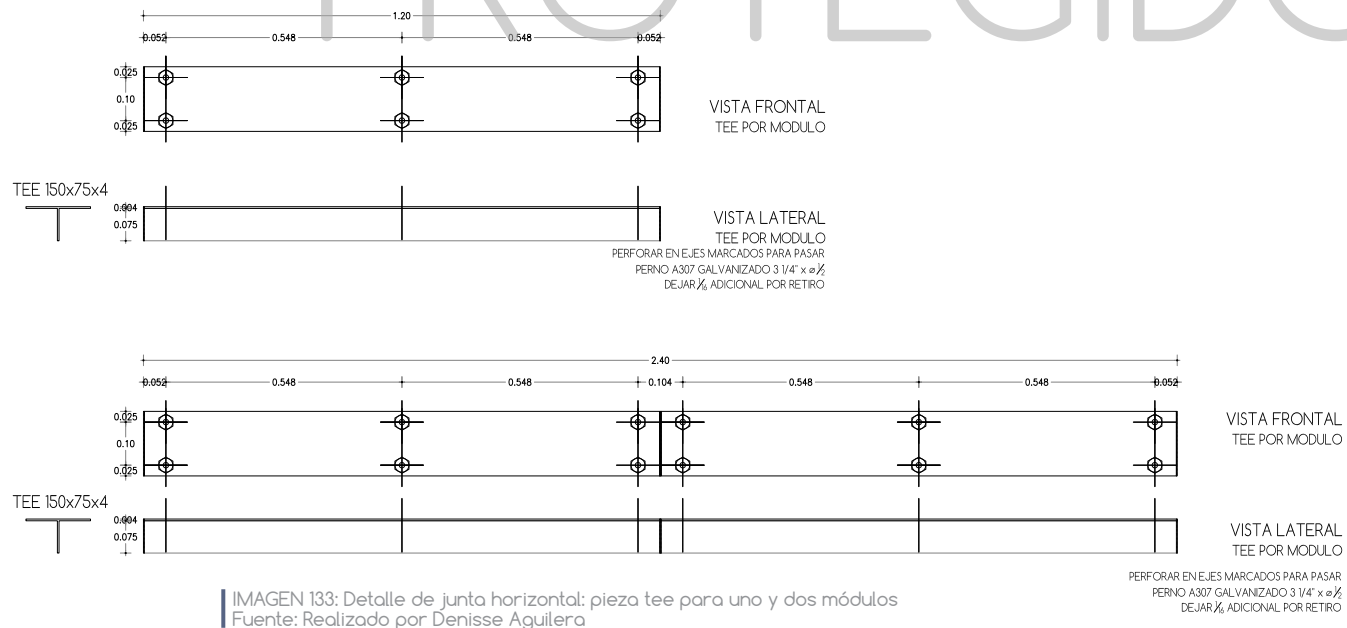


IMAGEN 133: Detalle de junta horizontal: pieza tee para uno y dos módulos
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Cumplimiento de exigencias fundamentales en paneles prefabricados

El análisis previo de materiales considera el cumplimiento de exigencias fundamentales en paneles prefabricados en su diseño para su uso y calidad para la selección del caso análogo de estudio, entre los que se enumeran:



Estabilidad



Resistencia al Fuego



Aislamiento Térmico



Aislamiento Acústico



Estanqueidad

El caso análogo por cada material se selecciona reconociendo su mejor desempeño ante estas exigencias, por lo que se requiere que el material diseñado cumpla con la mayor parte de estos parámetros:



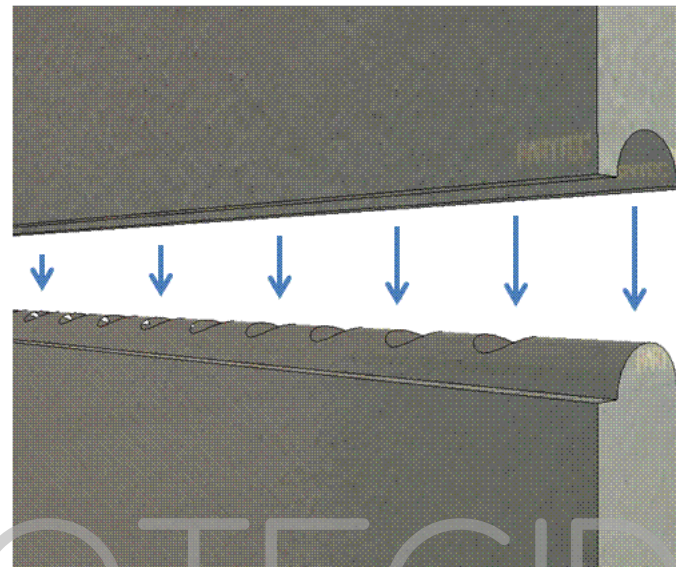
Estabilidad: El panel diseñado no posee función estructural en el edificio, pero si requiere de capacidad de portante que colabore con la estabilidad del edificio. Esto refiere a factores tales como movimientos sísmicos, el panel que se usa como cerramiento, pueda moverse junto al edificio, o puede existir el problema de romper las juntas o fisurar los paneles.

La estabilidad del panel prefabricado se diseña principalmente en su sentido horizontal. La junta horizontal consiste en el método de junta seca, en el que la pieza prefabricada posee seis pernos pasantes ubicados específicamente a ser pasantes a una tee o ángulo metálico en acabado galvanizado y así lograr la estabilidad del grupo de paneles apilados. La selección de uso de tee o ángulo metálico refiere a su siguiente unión horizontal. Si es hacia otro panel, se usa una tee metálica con sus respectivas pasantes para ubicar los demás paneles. Si es hacia un muro de diferente material, o ventana, se utiliza un ángulo metálico que permita obtener la esquina.

La unión lateral, tee o ángulo metálico, garantiza la estabilidad de los paneles, pero se necesita brindar estabilidad del edificio como conjunto estructural utilizando este sistema constructivo. Por

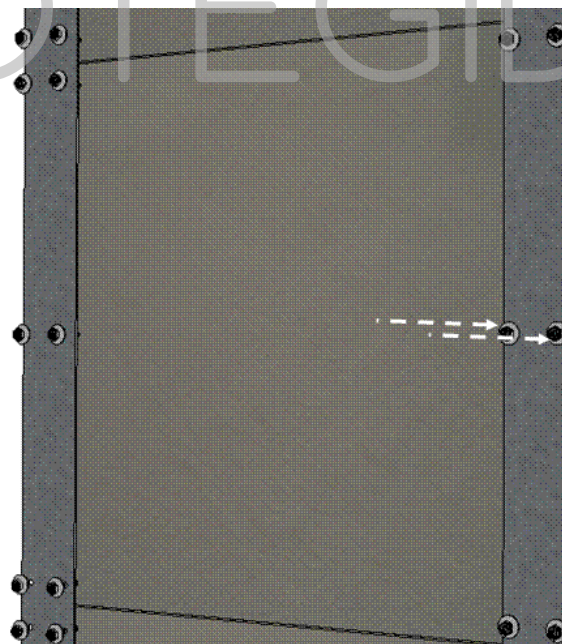
ello, esta junta se diseña como un elemento de carpintería metálica que se extiende de viga a viga en sentido vertical, formando una estructura metálica para la colocación posterior de los paneles hacia la fachada. De esta manera, la junta permite liberar los pesos de los paneles por piso, factor que lo aventaja para su uso como material de fachada en edificios de altura, ya que las uniones laterales, garantizando la estabilidad del conjunto, permiten que la longitud de elementos se mantenga en un panel por parante, y su altura, el acoplamiento de los paneles, sea ilimitado siempre y cuando existan vigas entre piso que permita liberar los esfuerzos.

En menor grado, la junta vertical también ayuda a la estabilidad del sistema constructivo de paneles prefabricados de hormigón. Su junta vertical se diseña de manera machihembrada que facilite el montaje en paneles, sobre todo en el sentido de acoplamiento vertical ya que se requiere el esfuerzo de alzado manual para su colocación. Se decide por la forma mediacaña en su junta para que el hormigón en su proceso de colado pueda fluir de mejor manera en el encofrado, ya que no se dan esquinas difíciles de llegar. Además, el uso de la mediacaña de 2" de diámetro facilita su encofrado, al poder utilizar tubos metálicos o PVC que fácilmente permiten la forma.



Junta vertical:
Unión machihembrada logrado con encofrado de mediacaña de tubo de 2"

IMAGEN 134: Diseño de la junta vertical del panel prefabricado de hormigón
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



Junta horizontal:
Junta seca por medio de pernos pasantes de sujeción a tee o ángulo metálico galvanizado.

IMAGEN 135: Diseño de la junta horizontal del panel prefabricado de hormigón
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



Resistencia al fuego:

En caso de existir un incendio, el panel debe al menos evitar la propagación de las llamas, humo y/o gases y evitar la transmisión de calor de un espacio a otro. Las propiedades de sus materiales constitutivos deben mantenerse durante al menos un periodo de evacuación, de tal manera que no altere su forma ni afecte a la estructura del edificio. En lo posible, se debe evitar obtener daños humanos y materiales ante algún incidente.

El panel se constituye principalmente por hormigón aligerado con micro perlita de poliestireno expandido. Previamente se estudia la resistencia al fuego del hormigón, clasificando al hormigón de agregados comunes, basándose en la norma EN 13501-1:2002 como tipo A1. Así se identifica al material como no combustible, definiéndola como la mejor opción a la resistencia ante incendios. Sin embargo, para este proyecto de investigación, se decide agregar una proporción de micro perlita de poliestireno expandido que permitirá aligerar el hormigón y mejorar el confort térmico dentro de la edificación. Este agregado se encuentra fundido en el hormigón por lo que su afectación es mínima, por estar recubierto en mezcla de hormigón, pero

se requiere conocer si podría aportar con la inflamabilidad del panel.

El poliestireno expandido, según la AAPE, posee dos tipologías: poliestireno tipo estándar y poliestireno tipo clasificado. En la construcción, se debe utilizar poliestireno tipo clasificado, el cual se define como difícilmente inflamable según la norma DIN 4102. Este tipo de poliestireno al recibir calor externo, directamente sin recubrimientos, este puede ablandarse a partir de los 110° a 120°C, entrando a una fase líquida a partir de los 260°C. Pero, si se encuentra en el interior de un elemento constructivo, protegido por capas de revoque u hormigón, no halla oxígeno por el que inflamarse, resultando un material seguro contra incendios. AAPE (Asociación Argentina del Poliestireno Expandido) estudia el caso especial del hormigón alivianado de poliestireno expandido describiéndolo como “excelente y apto para muros contrafuego”. Ello se debe a que en el caso de un incendio prolongado en un lado del muro, con desarrollo de altas temperaturas, las perlitas de poliestireno pre expandidas incluidas en el hormigón, cercanas al cara caliente del muro, se resumen, tomando el hormigón las características de un hormigón alveolar, con buenas propiedades

de aislación térmica a altas temperaturas. En las secciones más alejadas de la cara donde se produce el incendio, las temperaturas no alcanzan a licuar el poliestireno expandido y éste mantiene sus propiedades aislantes, con lo que el hormigón de poliestireno expandido conserva sus valores de conductividad térmica originales. (AAPE, 2013)



IMAGEN 136: Reacción del hormigón ante la presencia de fuego
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

La toxicidad es un factor importante a considerar ya que puede afectar la evacuación de personas en un edificio ante un incendio. El monóxido de carbono es el gas con mayor toxicidad que emite el material, los cuales se encuentran contenidos en los gases de combustión. Un poliestireno tipo clasificado, al alcanzar una temperatura de 300°C, emite 10 ppm (partes por millón) de fracción de monóxido de carbón. (AAPE, 2013), a diferencia de la madera que emite 400 ppm. Mientras más temperatura exista, existirán mayores emisiones de gases de monóxido de carbono, aunque, a diferencia de otros materiales de uso común, la afectación por emisión de CO₂ es menor.

Pero, sobre todo en la construcción, el panel debe ser analizado como un conjunto, no en sus composiciones individuales, por lo que se deja el planteamiento del estudio de la reacción al fuego para el panel prefabricado de hormigón aligerado con micro perlita de poliestireno expandido con su diseño especial de aligeramiento por colchón de aire en tubos de 2" y juntas de unión. El alcance para esta exigencia del panel se encuentra limitado por la falta de recursos y equipos para realizar estas pruebas experimentales de interés para el presente proyecto investigativo.



Aislamiento térmico: El panel prefabricado de hormigón aligerado con micro perlita de poliestireno expandido tiene propiedades físicas que permiten mejorar el confort térmico de los espacios interiores de la edificación. Previamente, se ha explicado sobre la inserción de tubos de PVC y la composición del panel por hormigón aligerado con micro perlita de poliestireno expandido. Ambos procedimientos, no solo mejoran la funcionalidad del panel, si no que actúan como aislantes térmicos, traduciendo a ahorro en costos de consumo energético y fomento de conciencia ambiental.

Los tubos de PVC de 1 1/2" se hallan fundidos en el panel, lo que a más de aligerar el panel prefabricado, crea cámaras de aire que logra que la radiación y el calor exterior incida poco o nulo al interior de la vivienda. Esto se traduce a viviendas más frescas y con menor consumo energético en sistemas de climatización, y por ende, reduce las emisiones de CO₂. Las cámaras de aire permiten disminuir la transmitancia térmica del muro de cerramiento de fachada, en este caso, el panel prefabricado de hormigón aligerado. La transmitancia térmica indica la cantidad de calor que un elemento constructivo deja pasar, por

ello, para reducir las pérdidas en invierno, o ganancias en verano, de calor, se debe lograr un valor bajo de transmitancia térmica. (Renovarte, 2010)

El presente trabajo de investigación utiliza la aplicación de alternativas de aislamiento térmico, pero, no es posible obtener el valor de transmitancia térmica, debido a las limitaciones por falta de recursos y equipos para realizar

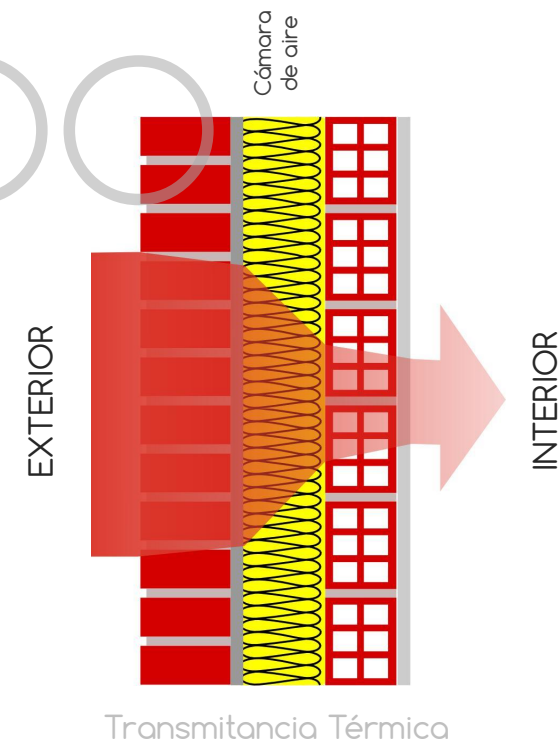


IMAGEN 137: Transmitancia térmica de un muro con cámara de aire
Fuente: (Renovarte, 2010). Realizado por Denisse Aguilera

pruebas experimentales. Sin embargo, se puede estimar que el valor de transmitancia térmica de un muro con cámara de aire se encuentra entre 1.36 y 1.50 W/(m² x K), cuando un valor de mampostería normal de bloque de cemento posee una transmitancia térmica de 2.60 W/(m² x K) aproximadamente.

El uso de poliestireno expandido en la mezcla de hormigón no solo permite aligerar la composición del material si no que el poliestireno expandido posee propiedades aislantes que se combinan con el hormigón, resultando un producto con coeficientes de conductividad térmica muy bajos. La resistencia térmica de un material indica su oposición al paso de calor por lo que se recomienda buscar un material aislante térmico que mayor resistencia térmica ofrezca. La resistencia térmica se relaciona con el coeficiente de conductividad en la siguiente fórmula:

↑ Resistencia térmica: $\frac{\text{Espesor (m)}}{\text{coef. conductividad térmica (W/m}^2\text{k)}}$ ↓

Por ello, un valor bajo de coeficiente de conductividad térmica refiere a un buen aislante térmico. Se recuerdan los valores de coeficientes de conductividad térmica para el hormigón y el poliestireno expandido.

Coeficientes de conductividad térmica	
Material	en W/m ² k
Hormigón simple	1.40
Poliestireno expandido	0.031 a 0.036

TABLA 22: Coeficientes de conductividad térmica de componentes del panel
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Así, el poliestireno expandido al tener un bajo coeficiente de conductividad térmica resulta a un material de alta resistencia térmica, oponiéndose al paso de calor a los espacios interiores, y por ende, mejorando el confort térmico de los usuarios del departamento.



Aislamiento acústico:

Al ser un panel prefabricado a utilizarse como cerramiento de fachada, no se requiere de un material que aisle extensivamente el ruido hacia el interior del departamento. Es importante entender que existen dos tipos de ruidos clasificados según su forma de transmisión:

Ruido aéreo y ruido de impacto. Ambos tipos de ruidos afectan directamente al panel diseñado. El ruido aéreo es aquel sonido que se transmite por el aire y se propaga en la edificación por medio de los cerramientos, como ruidos entre vecinos,

tráfico, entre otros. En cambio, el ruido de impacto es causado por la vibración de la estructura del edificio, que debe ser minimizada con materiales elásticos. (Andimat, 2009) La junta que posee entre paneles y en la edificación permite minimizar el ruido de impacto amortiguando las vibraciones que existieren en la estructura.

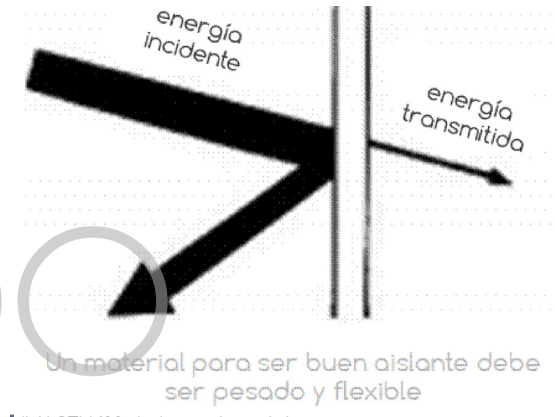


IMAGEN 138: Aislamiento acústico en un muro
Fuente: (Andimat, 2009)
Realizado por Denisse Aguilera

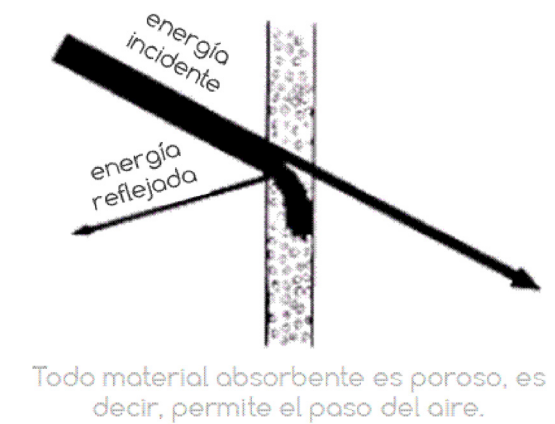


IMAGEN 139: Absorción acústica en un muro
Fuente: (Andimat, 2009)
Realizado por Denisse Aguilera

Las propiedades del material dependen en el comportamiento acústico del panel. Para ello, se debe diferenciar entre aislamiento acústico y absorción acústica. El aislamiento impide la propagación de la energía acústica incidente, en cambio, la absorción transforma parte de la energía que incide en calor.

El poliestireno expandido se considera un material de celda cerrada, por lo que su absorción acústica es baja en el material. Además, el material no es pesado ni flexible, otorgando también un mal aislamiento acústico al panel. La porosidad del hormigón, sin embargo, sí ayuda a absorber los ruidos aéreos ya que permite que el sonido se traslade en sus poros, pero, el panel al tener un espesor mínimo, esta aislación también será mínima. Así, el panel prefabricado de fachada aligerado con micro perlita de poliestireno expandido no posee favorables resultados como aislante acústico, por ello, se recomienda el uso de paredes interiores con mayor aislación acústica, en este caso, se ha planteado el uso de paredes de gypsum que podría tener aislamiento acústico si se requiera. Aun así, estos alcances son de carácter preliminar ya que las pruebas experimentales se encuentran limitadas por falta de recursos y equipos, por lo

que, se plantea un estudio posterior para conocer las propiedades acústicas del material.



Estanqueidad: Las juntas crean puntos débiles donde el agua lluvia y humedad exterior pueden ingresar a los espacios interiores. Es importante que el material seleccionado, y el diseño del panel y su junta trabajen a manera de barrera impermeable, es decir, como protección que impida el paso de agua en forma líquida o de vapor en una construcción.

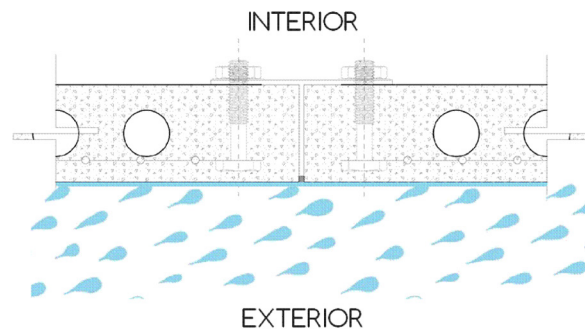
El material que conforma principalmente al panel prefabricado de fachada es el hormigón aligerado con micro perlita de poliestireno expandido. Un elemento de hormigón se considera estanco ya que no permite el ingreso y/o egreso de líquido a través de sus muros. (Facultad de Ingeniería-Universidad de Buenos Aires, 2013) Pero, podría producirse fisuras en el hormigón permitiendo que líquido o gases ingresen a la masa conllevando a la fisuración del mismo. En casos extremos, al ser un panel armado, la humedad puede llevar a la oxidación y carbonatación del panel.

Sin embargo, según estudios experimentales realizados por la Universidad Nacional de Rosario, Argentina, sobre hormigones con agregados livianos, el hormigón realizado con micro perlita de poliestireno expandido posee muy baja retracción sin dejar grietas durante el fraguado, incluso, recomendando su uso en grandes superficies sin requerir de juntas de dilatación. (Aramayo Cruz, Buncuga, Cahuapé Causaux, Forgione , & Navarrete, 2003)

El diseño del panel y su junta depende mucho su forma para evitar el ingreso de agua al interior del panel y de los espacios interiores de la edificación, Para evitar la corrosión en el método constructivo de junta seca, se decide no dejar el perno pasante hacia el exterior de la edificación, sino dejarlo fraguado en el hormigón. Se especifica los componentes metálicos del panel en acero galvanizado para evitar la corrosión en largo plazo de estos componentes. De igual manera, la estructura soporte de los paneles queda al interior del edificio, por lo que así, el diseño mismo actúa como barrera impermeable en la junta tipo horizontal del panel. Aun así, hacia el exterior, la junta debe ser sellada con un material diseñado para imper-

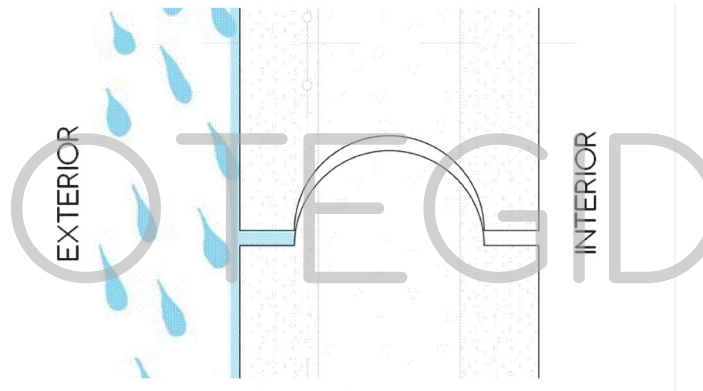
meabilizar las juntas en el hormigón. El material escogido como sellante es Sikaflex Construction, sellante de poliuretano multipropósito. Este sellante elastómero mono componente está posicionado en el mercado y es recomendando para juntas verticales y horizontales actuando tanto como sellante elástico para juntas de expansión, como para impermeabilizar juntas entre paneles.

La junta tipo vertical se diseña a manera de machihembrado en mediacaña de 2" en el que la cara superior de la junta se la ubica de manera convexa. De esta manera se evita que el agua se traslade en la junta, ya que para que el líquido traspase el panel e ingrese al interior del edificio, debería ser capaz de llenarse y hacer el esfuerzo de ascender y descender el canal. Esto actúa a manera de seguridad, ya que la junta al igual que de manera horizontal, verticalmente va a ser sellada con el sellante de poliuretano multipropósito, Sikaflex Construction, lo que asegurara que se impide que el agua afecte a la edificación y al material.



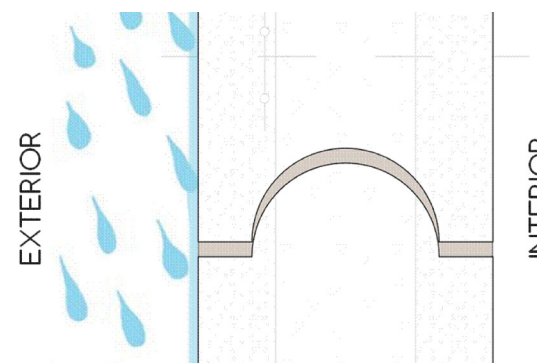
Estanqueidad en la junta sellado junta

IMAGEN 140: Estanqueidad de la junta horizontal del panel por medio de sellado de junta
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



Estanqueidad en la junta forma CONVEXA

IMAGEN 141: Estanqueidad de la junta vertical del panel por medio de forma convexa de junta
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



Estanqueidad en la junta sellado junta

IMAGEN 142: Estanqueidad de la junta vertical del panel por medio de sellado de junta
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Elaboración del panel

La prefabricación es un sistema constructivo basado en el diseño y producción de componentes y subsistemas elaborados en serie en una fábrica, fuera del sitio final de la edificación, y que se llevan a obra para montar la edificación tras una fase de montaje simple, precisa y laboriosa. (Gómez Jáuregui, 2008)

Esta definición permite entender que el proceso de elaboración debe darse en una fábrica, ya que de esta manera, se tiene un proceso coordinado y controlado, parte de los beneficios que conlleva la prefabricación. Para la realización del trabajo de investigación, la fabricación del panel prefabricado de fachada será de manera artesanal, ya que no se posee recursos suficientes para la elaboración industrial del producto. Sin embargo, se plantea el producto como industrializado, en el que deben existir maquinarias y personal capacitado para los procedimientos de la prefabricación del panel diseñado. Además, para que el producto sea rentable, este debe ser elaborado en serie en una fábrica debido al rendimiento de la maquinaria a diferencia del rendimiento humano, tanto en términos de tiempo como dine-



IMAGEN 143: Silo para proceso de vacío de poliestireno expandido
Fuente: (Termodinámica, 2013)

ro. Debido a la cantidad de elementos prefabricados que deben elaborarse para cubrir una fachada, el desarrollo por fábrica acelera el tiempo de construcción de una edificación, gracias a los cortos tiempos de elaboración del producto y por ende, tiempos de entrega del producto.

Por ello, se escoge la empresa AISLAPOL S.A., fabricante de poliestireno expandido y productos para la construcción con este material. En la etapa investigativa, a más de realizar una entrevista a un experto en planta sobre sus paneles prefabricados de concreto y poliestireno expandido, se hizo una ficha de observación que evaluaba el proceso de elaboración del panel prefabricado Construpanel. Los resultados de las observaciones al proceso y condiciones del espacio permiten proponer la elaboración del panel prefabricado de fachada elaborado a base de hormigón aligerado con micro perlita de poliestireno expandido. A pesar de que su panel prefabricado posee un diseño y metodología diferente al producto diseñado en el presente trabajo investigativo, los materiales constitutivos son similares. AISLAPOL S.A. posee la maquina-

ria necesaria para la elaboración de poliestireno expandido tipo clasificado, aquel con especificaciones necesarias para la construcción que benefician a la edificación ante un incendio, al ser evaluado como un material difícilmente inflamable. A su vez, poseen maquinaria para el soldado de piezas de acero, necesario para el armado y precisión de piezas del panel prefabricado de hormigón. Además, el galpón posee

grandes áreas para la fabricación y almacenamiento de paneles prefabricados con las dimensiones propuestas en el diseño del producto prefabricado de fachada. Su experiencia con su producto Construpanel, le permite tener conocimiento de los sistemas prefabricados para la construcción, por lo que se considera una buena opción para la fabricación del material a nivel industrial.



IMAGEN 144: Maquinaria para la elaboración de malla electro soldada
Fuente: (Xiamen China-Nice Manufacturing and Trading Co., 2004)

Controles de calidad, normas y cumplimiento con acabado final

El control de calidad en la fabricación del panel prefabricado de hormigón aligerado con micro perla de poliestireno expandido empieza desde el proceso de selección de la materia prima y materiales a utilizar. Una posible finalidad a largo plazo es la certificación del producto, en primera instancia, por normas de producto nacionales como lo es la norma INEN,

y, posteriormente, perseguir hacia una norma internacional, como por ejemplo, la norma ASTM.

Acorde a los procedimientos constructivos en fábrica a realizarse, y a adquirirse, dado el caso de la galvanización del metal, se requiere el cumplimiento a las siguientes normas con sus respectivos procedimientos:

NORMAS DE PROCEDIMIENTOS	
Procedimiento	Norma
Prueba de resistencia del concreto .	ASTM C-39
Prueba de revenimiento del concreto.	ASTM C-143
Acabado liso para concreto expuesto.	ASTM C-494 tipo D
Conexión por pernos	ASTM A-307
Soldadura de piezas (perno, malla electrosoldada)	ASTM B-6
	ASTM A-153
	ASTM A-123

Tabla 23: Normas de procedimientos para el panel prefabricado de fachada
 Fuente: (CREDIA Centro Regional de Documentación en Interpretación Ambiental, 2008)
 Realizado por: Denisse Aguilera

IMAGEN 145: Cilindros de hormigón para prueba de resistencia a la compresión
 Fuente: (Universidad Politécnica de Madrid, 2011)



A continuación, se enumeran las piezas y materiales utilizados para la elaboración del panel prefabricado diseñado y sus respectivas normas INEN a las que se rigen en el Ecuador:

NORMAS DE MATERIALES Y PIEZAS			
Material	Norma	Descripción	
Hormigon	NTE INEN 694:2010		
AGREGADOS DEL HORMIGON	Cemento Portland	NTE INEN 152 (ASTM C 150)	Cemento portland de los tipos I a V, incluyendo los subtipos IA, IIA y IIIA
		NTE INEN 1806 (ASTM C 91)	Cementos para mampostería
	Arena	NTE INEN 695 (ASTM D75)	Áridos. Muestreo.
		NTE INEN 696 (ASTM C136)	Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso.
		NTE INEN 699 (ASTM C 123)	Determinación de partículas livianas.
		NTE INEN 872 (ASTM C 33)	Áridos para hormigón. Requisitos
	Piedra Chispa	NTE INEN 696 (ASTM C136)	Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso.
		NTE INEN 857 (ASTM C127)	Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del árido grueso.
		NTE INEN 860 (ASTM C131)	Determinación del valor de la degradación del árido grueso con partículas menores a 37.5 mm mediante el uso de la máquina de Los Ángeles.
		Poliestireno expandido	ASTM D1621
	Agua	ASTM C 1602	Disposiciones para el agua de hormigon.
Acero de refuerzo: malla electrosoldada		NTE INEN 2167	Propiedades de las barras de acero de refuerzo
		NTE INEN 2209:2012	Mallas electrosoldadas para refuerzo de hormigón elaboradas con alambres de acero conformados en frío. Requisitos
		AWS D 14.	Soldadura para las barras de acero de refuerzo
Carpintería metálica: tee y angulo galvanizado	NTE INEN 1623:09	Aceros. Perfiles estructurales conformados en frío. Requisitos e inspección	
Junta: perno, anillo y tuerca galvanizada	ASTM A 1044 M	Especificaciones para ensambles de pernos de acero para refuerzo al cortante de hormión.	
Tubos de PVC 40 mm		NTE INEN 1329:09	Tubería plástica. Accesorios de PVC rígido para uso sanitario. Dimensiones básicas
		NTE INEN 0504:8	Tubería plástica. Determinación de la resistencia al impacto
		NTE INEN 2016:09	Tubería Plástica. Tubos y accesorios plásticos. Muestreo, inspección y recepción
Sellado de junta	ASTM C-920, tipo S, grado NS		
Encofrado metálico	GPE INEN 16:1978	Aceros. Perfiles estructurales conformados en frío. Requisitos e inspección	
Desengrasante para encofrado			

Tabla 24: Materiales y piezas utilizadas para el panel prefabricado de fachada
 Fuente: (INEN, 2012) (Convenio Miduvi - Cámara Construcción de Quito, 2011)
 Realizado por: Denise Aguilera

Para el diseño del hormigón, se realiza su respectivo muestrero y ensayos que también se encuentran normadas, en este caso por la norma NTE INEN 1 501:2011. Al conocer el hormigón a utilizar y reconociendo los materiales, maquinaria y procedimientos, se procede a la elaboración en fábrica del panel prefabricado de hormigón aligerado con micro perlita de hormigón aligerado.

Entre las consideraciones generales que se deben dar en el proceso de calidad y cumplimiento de procedimientos de fabricación se encuentran:

- El proceso de dosificación del hormigón se realiza de manera calculada, calibrada y automática, aplicándose una rigurosa tolerancia de dosificación y mezclado.
- El mezclado debe darse controladamente y en su orden respectivo, ya que la micro perlita de poliestireno expandido es muy volátil, y puede perderse de la mezcla si no se coloca como se prescribe.
- El vertido y vibrado del hormigón debe ser controlado y esencial, ya que el panel posee varios elementos, y se requiere que el panel no contenga hoyos en el hormigón.
- Verificar que la malla electro soldada posea la correcta distancia entre vari-

llas, además que se encuentre completamente horizontal y sin deformaciones, sin permitir que alguna varilla se encuentre doblada.

- Comprobar las dimensiones de los elementos como los tubos de 1 1/2", sus cortes y que estos se encuentren perfectamente alineados a los ejes que dictan los planos de detalle de panel.
- Aprobar las condiciones del encofrado y sus dimensiones. De manera artesanal cuidar que los tableros no posean deformidades y la tabla tenga bordes perfectos que permitan el alineado con regla. En caso de la fabricación industrial, cuidar que el encofrado metálico se encuentre limpio, bien colocado, y sin deformaciones, aplicando desencofrante en las caras necesarias.
- El soldado de la malla y del perno de cabeza hexagonal debe darse con precisión de tal manera que la junta funcione con la carpintería metálica.
- La colocación de los elementos de armado se realizan cumpliendo con los recubrimientos marcados por el diseño para asegurar la durabilidad del producto.
- Verificar que el perno, anillo y tuerca posean un correcto funcionamiento y el hilo del perno se encuentre en perfectas condiciones.

- Tras el hormigonado, los paneles se someten a un proceso de curado controlado y, una vez que hayan alcanzado la resistencia necesaria, se procede a su desmolde evitando que la pieza se afecte de alguna manera desde el desencofrado hasta su almacenamiento.

- Cada panel se somete a una inspección visual y dimensional, comprobando si existen grietas o fallas en la superficie. Se comprueba el funcionamiento de las juntas, y posteriormente, se los apila verticalmente o con una ligera inclinación que asegure el cuidado del panel.

Para el acabado final del panel, en el proceso de endurecimiento del hormigón, si es de manera artesanal, se debe procurar el uso de llana y rodillo para comprobar una textura lisa y sin imperfecciones como acabado final. Debe aprobarse que las terminaciones de los hoyos para los tubos de PVC se encuentren completas y permitan el paso de posibles cables o tubos si se requiere. En el proceso industrial, se debe procurar que el acabado de las superficies del hormigón sea liso.



IMAGEN 146: Llana
Fuente: (PAVAN, 2013)



IMAGEN 147: Rodillo
Fuente: (TRUPER, 2013)

3.2. Criterios de diseño para la estructura

A pesar de que el panel prefabricado de fachada de junta seca no es autoportante, se debe especificar cómo el elemento de pared va a sujetarse a la estructura. Además, se debe considerar que el peso del panel debe repartirse entre pisos, para no crear grietas o daños en el sistema constructivo de mampostería debido al esfuerzo de compresión en la junta vertical debido al peso.

La edificación de vivienda densificada en altura posee una altura superior a los 60 metros por lo que se requiere planificar la estructura acorde al peso y a la altura del edificio. Se escoge como material estructural al acero estructural debido a su ligereza y rapidez de montaje. Además, tal como se menciona en el análisis a materiales, este material posee gran resistencia a los esfuerzos y permite grandes luces, características que permitirá obtener estructuras más ligeras, con secciones menores respecto a una estructura de hormigón armado.

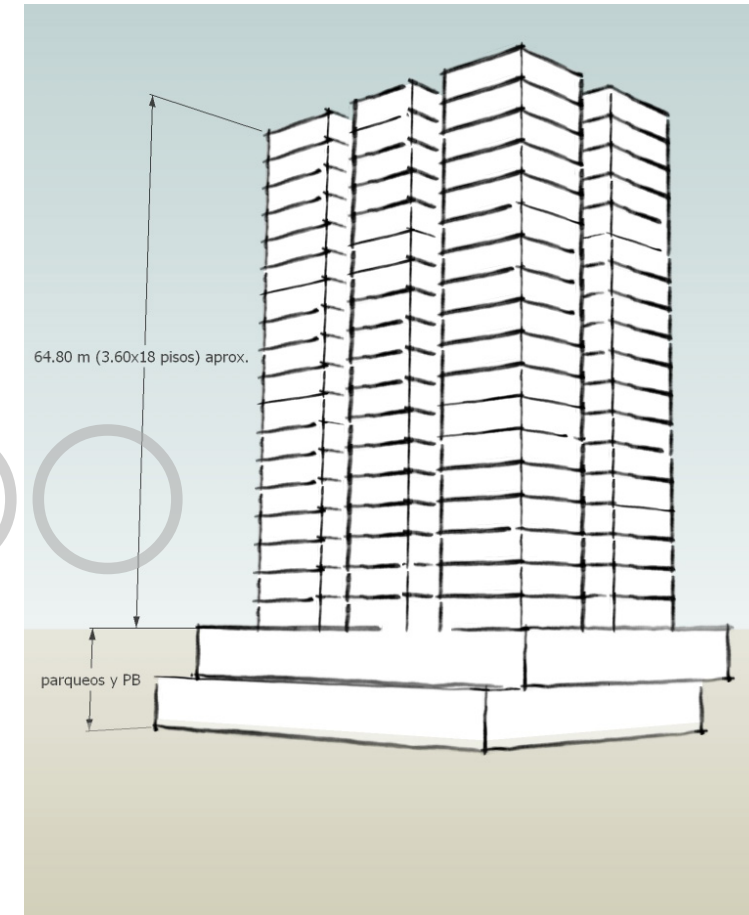


IMAGEN 148: Esquema de pisos de departamentos en edificio en alturaFuente: Realizado por Denisse Aguilera

La compatibilidad de materiales debido al sistema de juntas del panel prefabricado de hormigón aligerado para fachada requiere atención ya que las juntas podrían convertirse en puntos débiles del sistema constructivo de fachada. Por ello, se prefiere la utilización de un material similar a la junta del panel, como es el acero estructural. Así, las propiedades del material como flexibilidad y densidad permitirán dar resistencia a la junta y protegerá a la estructura ante acontecimientos sísmicos.

Uno de los objetivos que busca destacar la edificación de las demás, es identificarse como un proceso constructivo de bajo derroche de desechos en obra, por lo que el acero, al instalarse como piezas de junta soldada o seca en pernos, disminuye la creación de desechos como ocurre con el hormigón. Su rapidez de montaje en junta de soldadura permite disminuir desperdicios y tiempos de obra respecto a una obra en hormigón armado. Estas características lo plantean como una opción viable tanto como combinación constructiva con el panel prefabricado de hormigón aligerado para fachada, como para su uso estructural en densificación de vivienda en altura.



IMAGEN 149: Pieza metálica tee
Fuente: (Gerdau Diaco, 2013)



IMAGEN 151: Pieza metálica vigueta tipo omega Ω
Fuente: (Hormipresa, 2013)

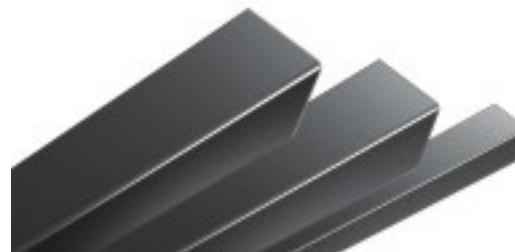


IMAGEN 150: Pieza metálica ángulo
Fuente: (Gravía, 2013)



IMAGEN 152: Pieza metálica viga IPN
Fuente: (Stahl Aceros, 2013)

Sistema estructural Viga-Columna:

Por ello, a continuación, se enuncian criterios de diseño tipo estructural entre el panel prefabricado de hormigón aligerado y el sistema estructural de la edificación:

El diseño del panel prefabricado de hormigón aligerado con micro perlita de poliestireno expandido especifica su uso en fachadas de edificaciones en altura debido a su alta resistencia a agentes externos tales como lluvia, vientos, humedad, fuego, entre otros factores, que además paredes como interiores no requieren de tal capacidad del material de cerramiento. Por ello, se requiere una adaptabilidad al sistema constructivo convencional, por alternativas que atiendan tanto a las propuestas de diseño y objetivos, como a la viabilidad de su uso acorde al mercado constructivo del sector.

Las columnas en planta baja, planta sótano y semisótano se realizan en hormigón armado ya que se prefiere su uso como una base donde se implantan la estructura metálica de los pisos de departamentos. La cimentación, también se realiza en hormigón armado, atendiendo las posibles pendientes del terreno, considerando el uso de pilotaje si el estudio

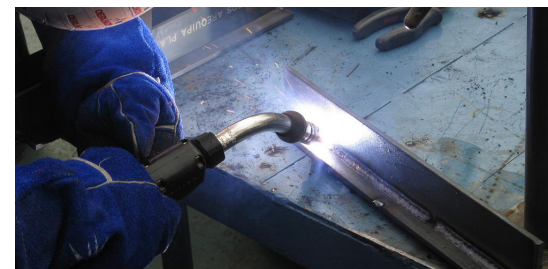


IMAGEN 153: Soldadura de piezas metálicas
Fuente: (Soldadura Peru, 2009)



IMAGEN 154: Perno de unión
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

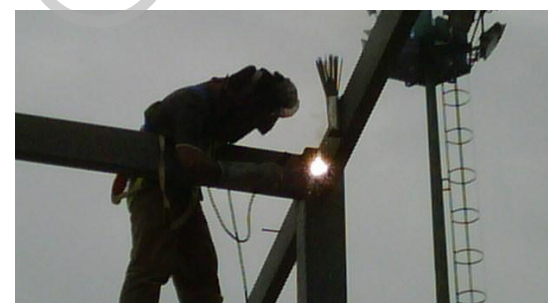


IMAGEN 155: Soldadura de viga IPN a columna metálica
Fuente: (República Bolivariana de Venezuela, 2010)



IMAGEN 156: Viga tipo IPN
Fuente: (Hormipresa, 2013)

de suelos especializado lo requiera. En las plantas de departamentos, las columnas se especifican en acero pre-pintado y tratamiento desoxidante, procurando utilizar los materiales suficientes para la correcta calidad de acabado e instalación que posee el elemento metálico.

Las vigas metálicas se desarrollan en formato IPN 155x400x6 mm, en base a revisión preliminar estructural para el diseño arquitectónico a desarrollarse en la parte 2 de este trabajo de titulación, que puede utilizarse como referencia general al proyecto. Su formato responde al diseño estructural preliminar, su disponibilidad en el mercado y facilidad de instalación por líneas de soldadura. La viga IPN plantea la altura libre entre losa de tumbado y losa de piso, verificando la altura dotada para el paso de canalizaciones eléctricas y sanitarias. La modularidad del panel permite idear una altura entre losas de tres paneles apilados verticalmente, dando una altura de 3.60 metros.

El acabado arquitectónico que se espera con la modularidad del panel, debe ser capaz de ocultar el sistema de losa y columnas para lograr la uniformidad en el acabado de las fachadas exteriores. Las vigas, acorde requerimiento arquitectónico, pueden o no ser expuestas y

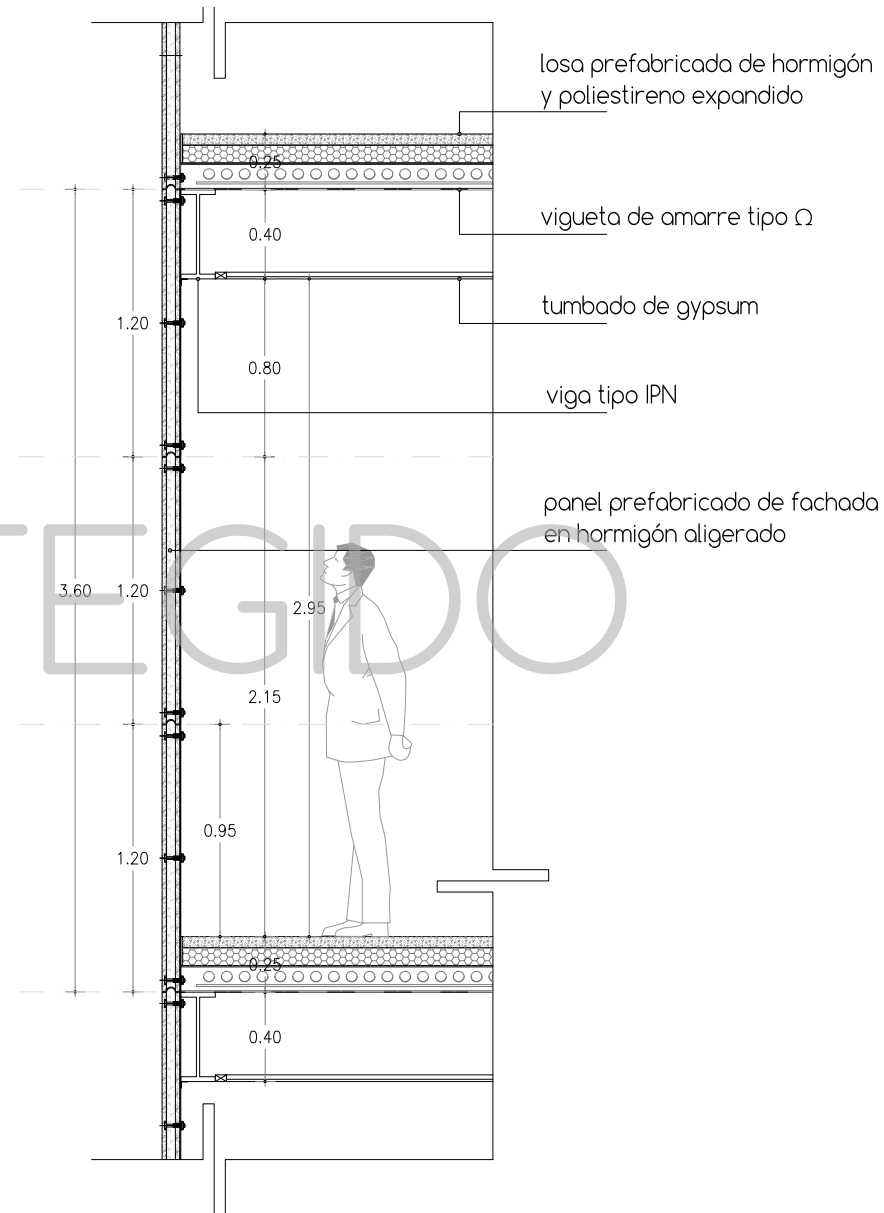


IMAGEN 157: Corte de detalle de elementos constructivos
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

convertirse en elemento de fachada. Por ello, las vigas IPN, al ser elemento metálico permite la compatibilidad de materiales respecto a la junta de los paneles, que lo plantea como el elemento principal de sujeción de los paneles prefabricados, que permitirán trasladar las cargas de compresión hacia la viga y consecutivamente a las columnas.

Para dar soporte a las grandes luces de las vigas, se planifican amarres entre vigas por medio de viguetas. Estas viguetas funcionan de manera unidireccional y responden al requerimiento de montaje rápido y desmontaje con menos desperdicio que una construcción en hormigón armado. Por ello se diseñan viguetas metálicas que se amachimbra a la losa, para ser soldada a las vigas IPN. La forma de la vigueta responde a la posible desmontabilidad de la losa, y, a su vez evitar el deslizamiento de esta, por ello, su sección simula a la forma de la letra griega omega Ω . Además, se agujerea la sección para reducir la materia prima utilizada innecesariamente en la pieza. Estas piezas si requerirán pedirse a fabricar especialmente a una acería, sin embargo, el fabricado en serie de las piezas evitará que el precio de la pieza se incremente por no ser una pieza obtenida de catálogo.

Las viguetas descansan sobre la cara superior de la viga IPN, amarrando las luces entre vigas por medio de línea de soldadura en la base de unión con la viga IPN. Las viguetas se ubican a distancias de 1.20 metros al mismo eje de las juntas tipo horizontal con las piezas tee o ángulo de unión. Así, los pesos se distribuyen correctamente debido a la continuidad de las piezas y definición de los puntos de unión.

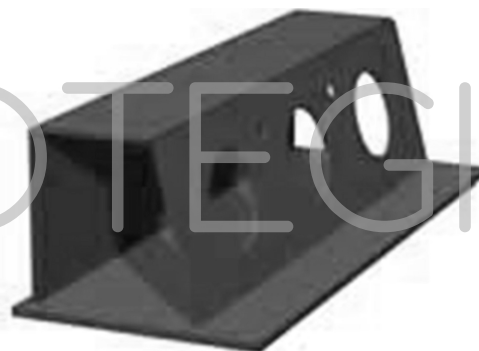


IMAGEN 158: Vigueta perimetral para amarre de vigas y sujeción de losa
Fuente: (Hormipresa, 2013)



IMAGEN 159: Vigueta tipo omega Ω para amarre de vigas y sujeción de losa
Fuente: (Hormipresa, 2013)

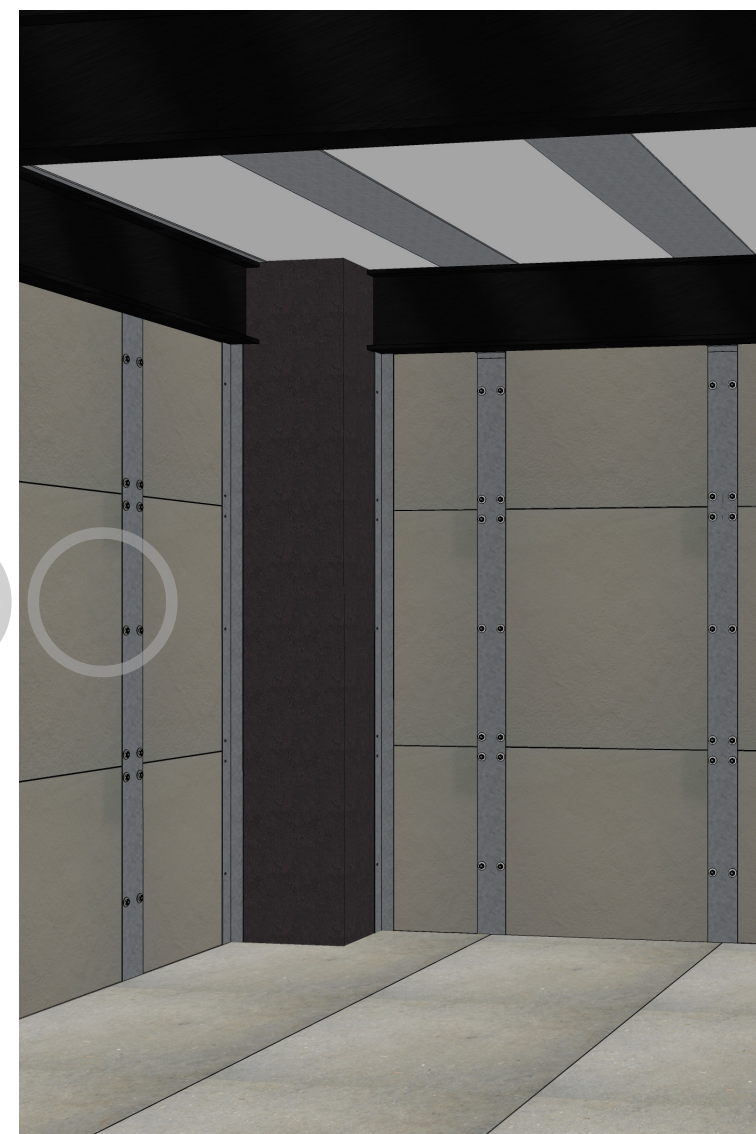


IMAGEN 160: Vista interior del sistema prefabricado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

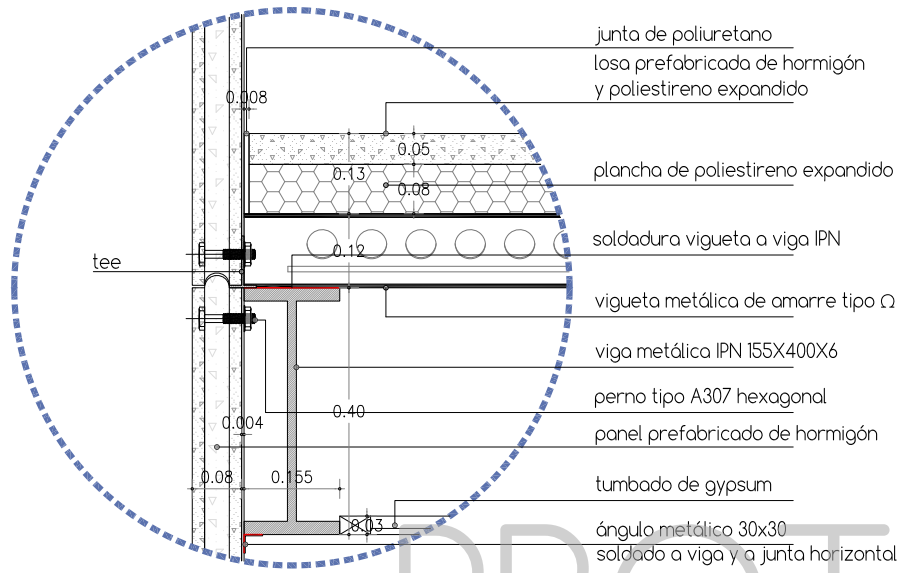


IMAGEN 161: Detalle de viga-losa con paneles prefabricados
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

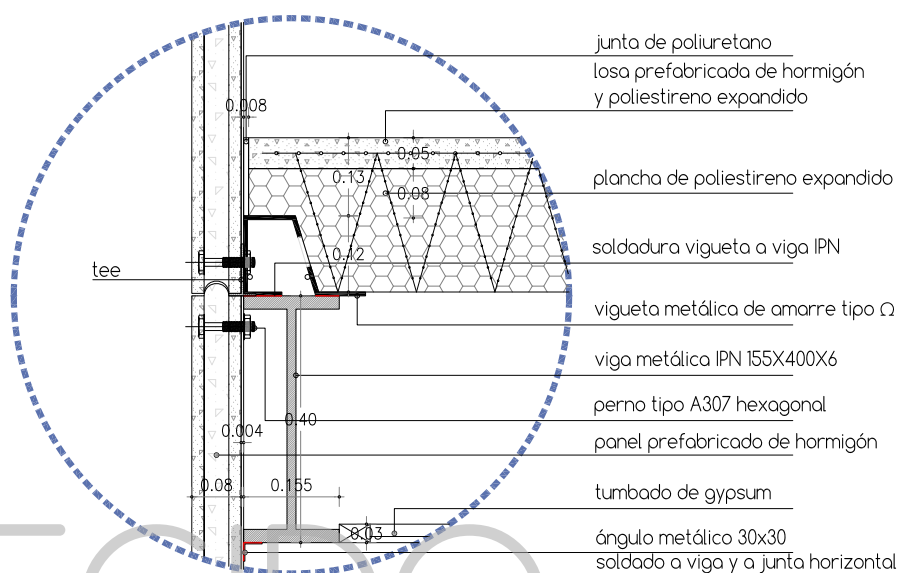


IMAGEN 162: Detalle de vigueta perimetral-losa con paneles prefabricados
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

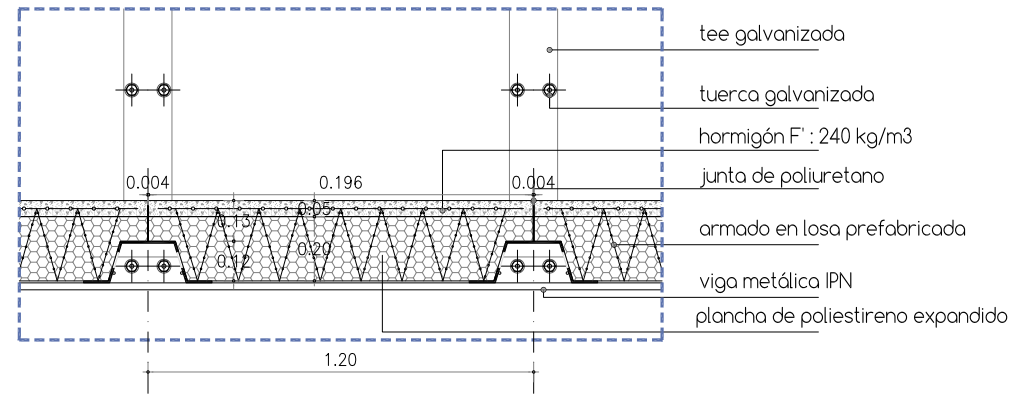
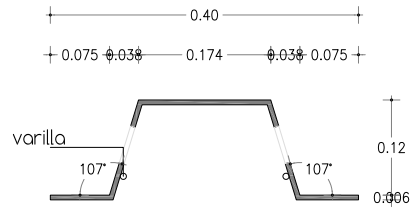
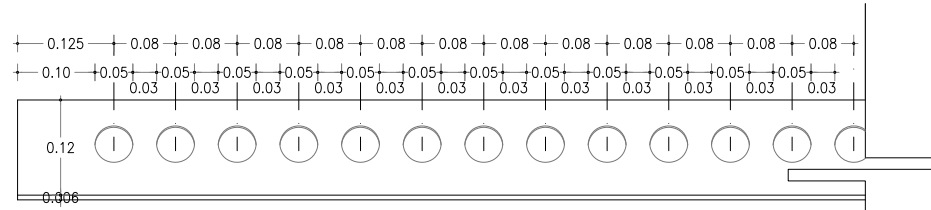


IMAGEN 163: Detalle de vigueta tipo omega Ω con losa prefabricada
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

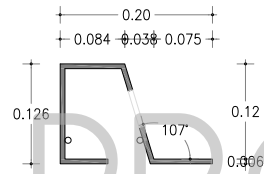
PROTEGIDO



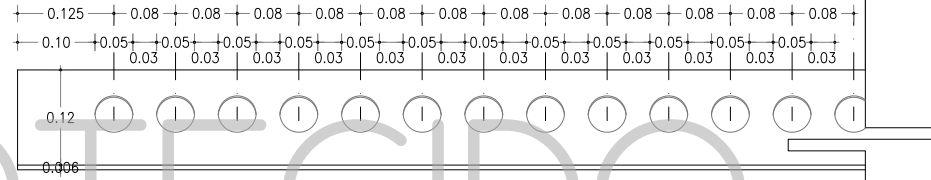
CORTE
MODULO DE VIGUETA



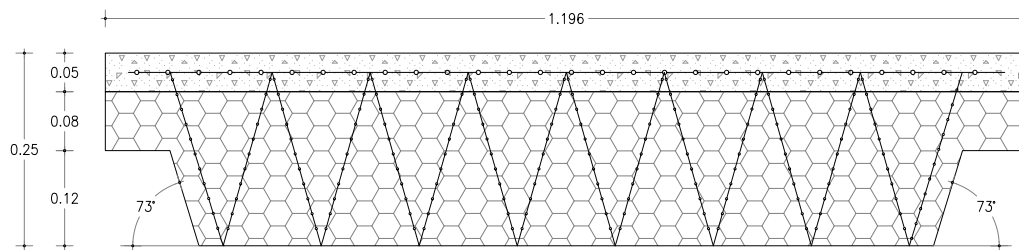
VISTA FRONTAL
MODULO DE VIGUETA



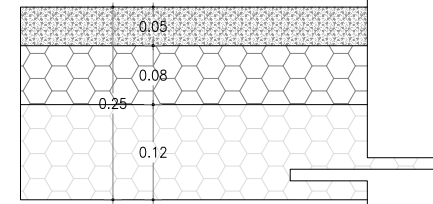
CORTE
MODULO DE VIGUETA PERIMETRAL



VISTA FRONTAL
MODULO DE VIGUETA PERIMETRAL



CORTE
MODULO DE LOSA



VISTA FRONTAL
MODULO DE LOSA

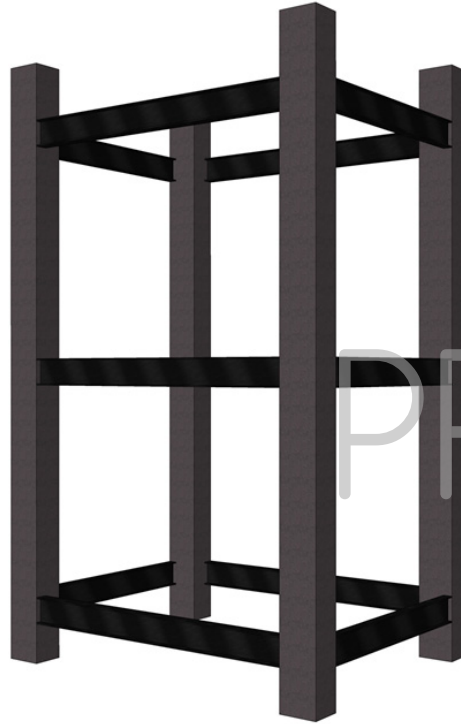
IMAGEN 164: Dimensionamiento de vigueta tipo, vigueta perimetral y losa prefabricada
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

La prefabricación de piezas también se traduce hacia la losa de piso, compuesta por una masa armada en alambre galvanizado en espuma de poliestireno expandido. Esta pieza posee la forma machihembrada de la pieza de vigueta que permitirá el fácil montaje en obra por su forma y ligereza. Esta pieza, a más del armado en alambre, posee una capa de 5 cms en hormigón que permite actuar como contrapiso. Al igual que las viguetas, la pieza mide 1.20 m de ancho, y su largo no puede ser mayor a 3.60 metros. Entre las piezas, existirán uniones de poliuretano inyectado para su buen desempeño ante cambios térmicos o movimientos sísmicos. Su acabado puede ser pulido o el cliente decide si coloca encima de este, algún recubrimiento de piso a su elección.



Columnas
Metálicas

IMAGEN 165: Estructura de columnas metálicas
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



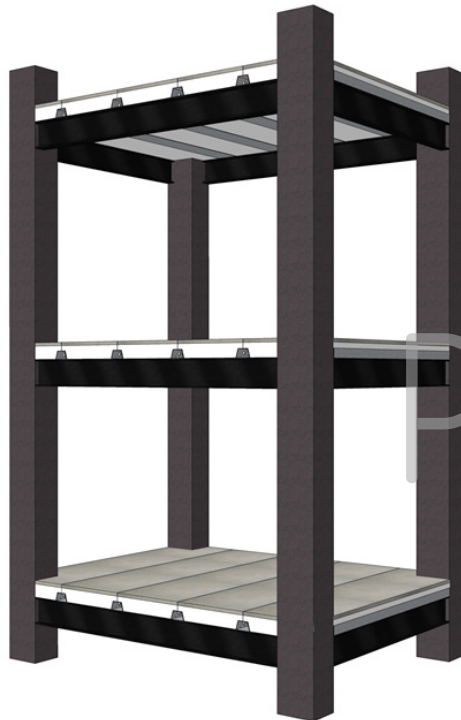
Vigas
Metálicas IPN

IMAGEN 166: Estructura de vigas metálicas IPN
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



Vigas
Metálicas tipo Ω

IMAGEN 167: Estructura de viguetas metálicas de amarre
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



Losa prefabricada
hormigón y panel de
poliestireno

IMAGEN 168: Losa prefabricada de hormigón y panel de poliestireno expandido colocado en viguetas
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



Estructura metálica para
sujeción del panel
prefabricado

IMAGEN 169: Estructura metálica para sujeción de panel prefabricado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



Colocación de junta de poliuretano en losa/panel

IMAGEN 170: Uso de junta de poliuretano entre losa y panel prefabricado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



Acabado final de fachada con paneles prefabricados de hormigón aligerado

IMAGEN 171: Acabado final de fachada con paneles prefabricados de hormigón aligerado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Sujeción Panel-Columna:

Para la sujeción de los paneles prefabricados de hormigón aligerado a la columna metálica, considerando a la columna como un elemento en vertical, se utiliza la pieza en ángulo, que debe tener sus respectivos agujeros pasantes de pernos en acero galvanizado. La columna a su vez debe agujerarse en la misma precisión que el ángulo para sujetar las piezas entre sí.

Es importante que el diseño arquitectónico ubique a la columna, aco-

plándola una esquina hacia un cruce de ejes para que la modularidad del sistema funcione. Según las dimensiones de la columna que especifique el diseño estructural, el panel se construye considerado como panel especial, ya que la ubicación de los pernos fundidos en hormigón depende del ancho de la columna.

Al existir una columna en una arista viva en 90° (esquina) en la edificación, se diseña una panel especial esqui-

ro, con los mismos componentes de las piezas modulares de 1.20 x 1.20 metros. La pieza se diferencia en su armado en forma de L que permite la fundición de una pieza en L que cubre la columna del exterior de la edificación y permite la continuidad con sus siguientes piezas modulares prefabricadas. Es importante conocer las dimensiones de la columna para precisar la ubicación de los pernos del panel, y posteriormente lograr colocar la pieza de ángulo de sujeción.

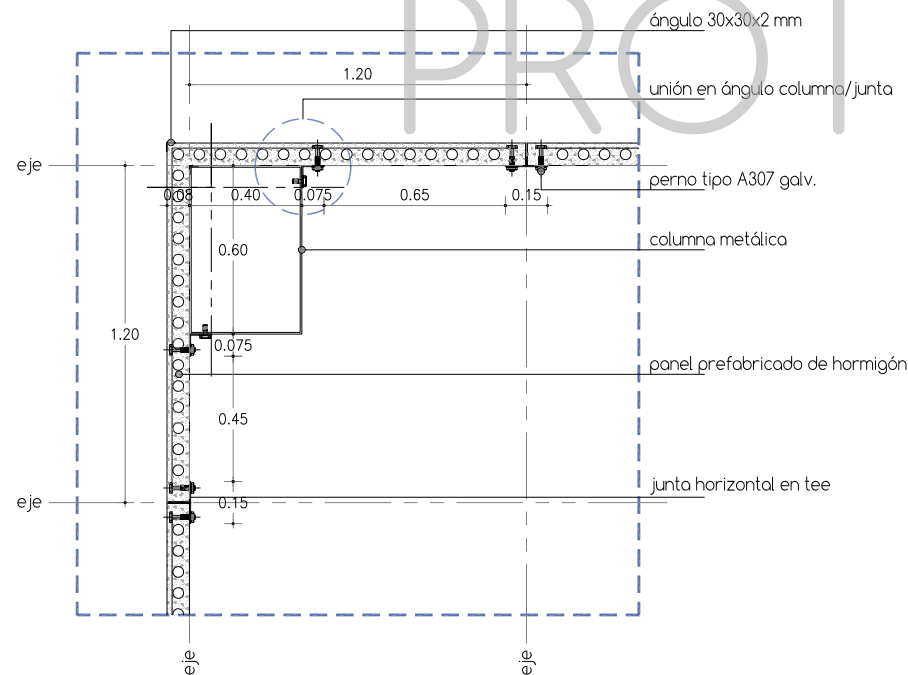


IMAGEN 172: Sujeción panel-columna esquinero
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

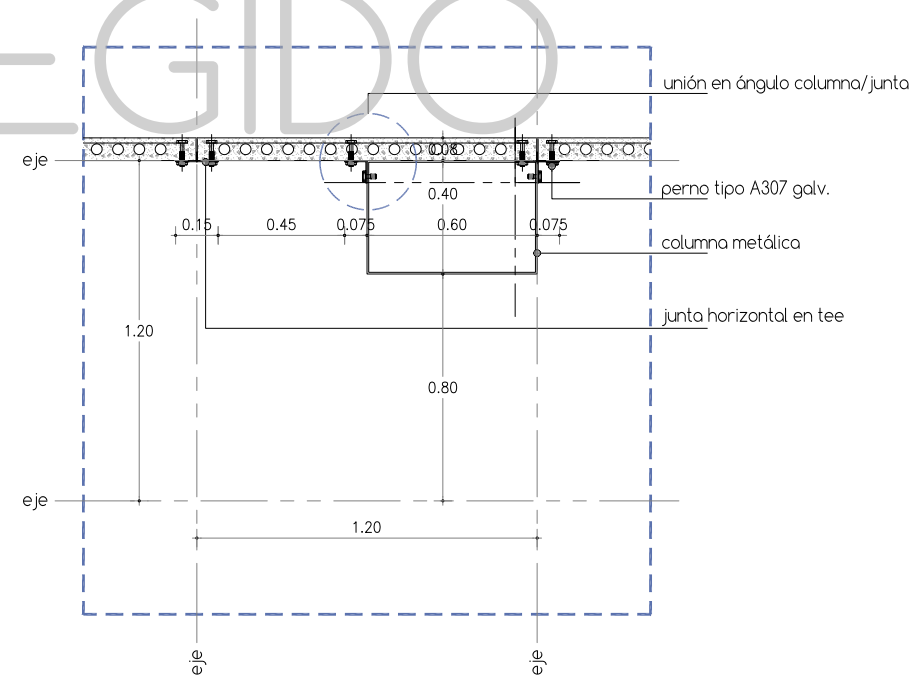


IMAGEN 173: Sujeción panel-columna adosado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Sujeción Panel-Losa:

La losa de hormigón y poliestireno expandido depende de las vigas y viquetas más no del panel. Sin embargo, si se requiere, se ubican ciertas piezas en ángulo de 30 x 30 x 30 mm fundido en la losa en la junta entre el piso de losa y la junta horizontal del panel. Hacia los bordes de la pieza de losa, se debe inyectar poliuretano a fin de crear una junta de expansión entre las piezas.



IMAGEN 174: Sellado de junta con poliuretano
Fuente: (ImageStormsStudios, 2011)

Sujeción Panel-Viga:

Con el fin de repartir las cargas verticales como el esfuerzo de compresión dado por el peso de los paneles apilados, se utilizan una junta vertical en T hacia la cara superior de la viga IPN para sujetar las piezas apiladas hacia la viga, sin perder su diseño desmontable. Además, hacia la cara inferior de la viga, se colocan piezas en ángulo de 30x30 m soldado en la viga y la junta horizontal del panel para así, permitir al panel compartir un mismo sistema con la edificación y no funcionen como entes independientes.

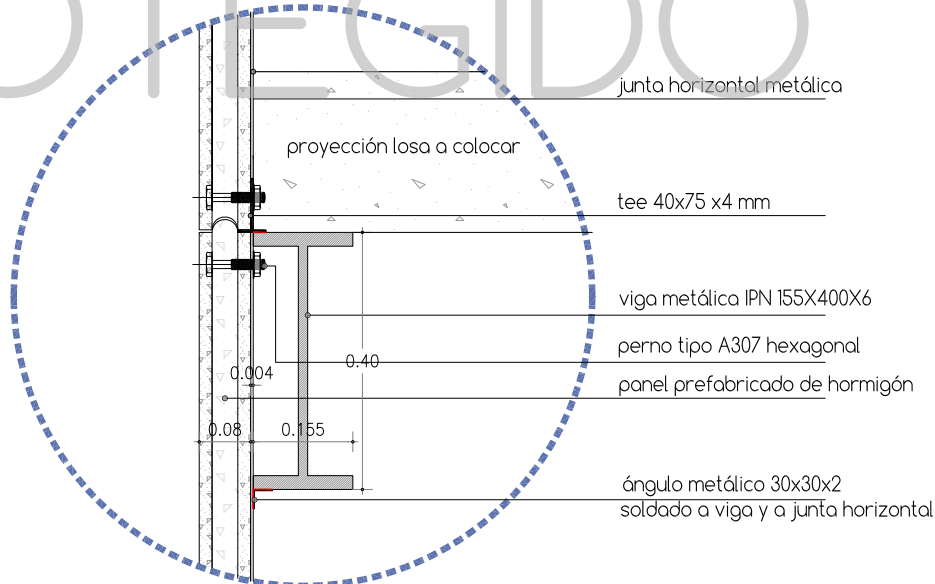


IMAGEN 175: Sujeción panel-viga
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

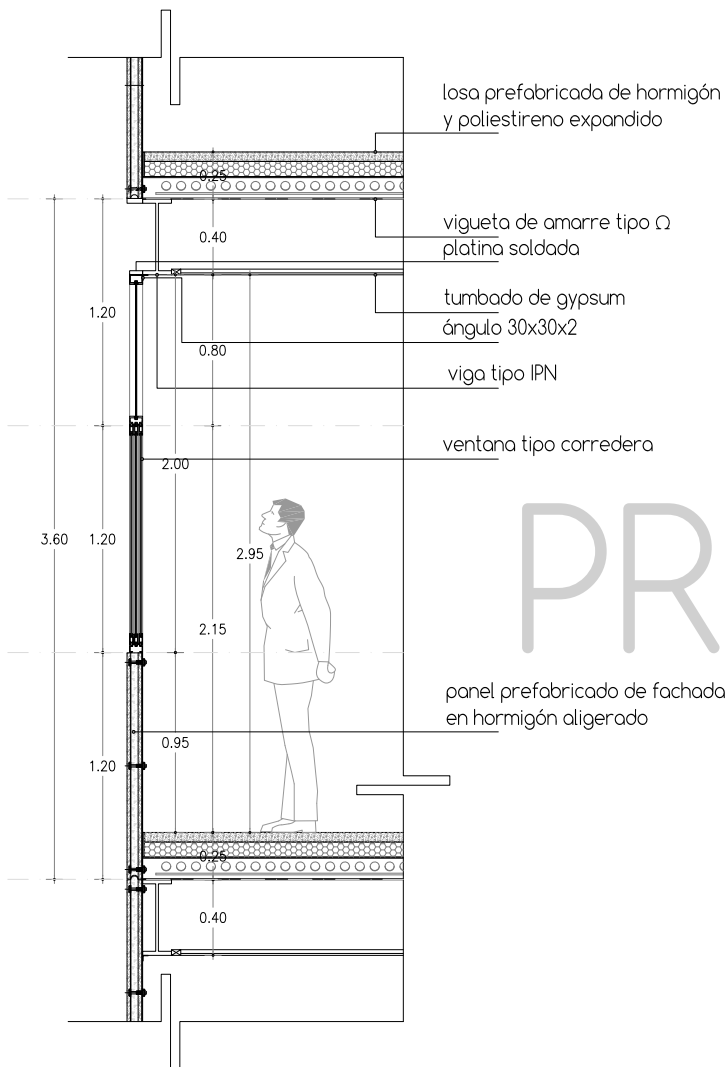


IMAGEN 176: Sujeción de marco de ventana en panel prefabricado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Sujeción Panel-Ventanas:

El diseño de ventanería debe responder a la modularidad del sistema, tanto en el ancho de la ventana como en su altura o antepechos planteados. La junta horizontal se la determina como una unión en ángulo, en el que se sujeta el marco de ventana requerido. Para la junta vertical, el panel prefabricado de hormigón aligerado debe modificar su diseño como una pieza especial en el que la mediacaña no se construye hacia la cara donde se desarrolla el marco de ventana si no que permite obtener una superficie plana y lista donde asentar el marco correspondiente. La dimensión de la ventana puede cambiar los dimensiones del panel, quedando a criterio del diseño arquitectónico.

Mampostería interior:

La mampostería interior sirve para la delimitación de espacios y por ello, se plantea como material para paredes interiores, el muro de yeso. Se prefiere este material por su ligereza y rápida instalación, a diferencia de la pared de mampostería de bloque de concreto. Además, el muro de yeso permite obtener acabados interiores diversos, a gusto del cliente, y sus propiedades aislantes mejoran el confort de los espacios interiores del departamento.



IMAGEN 177: Panel prefabricado de yeso
Fuente: (Nora, 2010)



IMAGEN 178: Instalación de panel prefabricado de yeso
Fuente: (Contieneunacasa.com, 2011)

3.3. Criterios de diseño para las instalaciones

Para el desarrollo de una edificación multifamiliar en altura, se deben considerar que existirán técnicos especialistas que requieren ubicar y diseñar su equipamiento respectivo para el correcto funcionamiento de las instalaciones. Debido a que este sistema de cerramiento es innovador, el tipo de instalaciones y la metodología constructiva debe ajustarse al sistema, siendo indispensable establecer la manera en que las instalaciones se comporten en este tipo de edificación. Los criterios se refieren generalmente a la canalización y ubicación de las ingenierías en lo que respecta a cerramiento de fachada, en la que comúnmente se utiliza mampostería.

Se ha considerado una infraestructura básica para los departamentos de la edificación, entre los que ese enumera:

-  Eléctrico
-  Sanitario
-  Hidráulico
-  Telefónico (voz y datos)
-  Gas
-  Climatización

PROTEGIDO

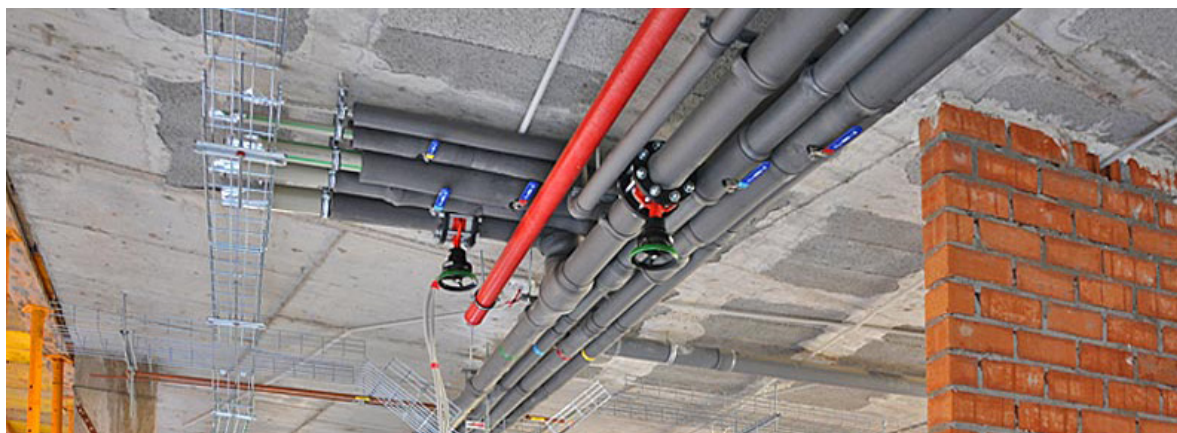


IMAGEN 179: Instalaciones suspendidas en tumbado en edificaciones en altura
Fuente: (Nuevo Hospital de Cáceres, 2009)



Eléctrico: Las consideraciones que toma el diseño del panel prefabricado de hormigón aligerado hacia el diseño eléctrico del departamento, se identifican desde que la acometida eléctrica llega al panel de distribución, también llamado panel de breakers. Considerando el diseño eléctrico de los espacios interiores de un departamento dúplex de aproximadamente 6 personas, las instalaciones se instalan de la siguiente manera:

Interruptores y tomacorrientes: Para la colocación de una caja de tomacorrientes o interruptor empotrado en un muro de panel prefabricado de una cara de los muros interiores, se debe considerar el diseño de un panel tipo especial. Este posee la misma modularidad, dimensiones, componentes y esquema de un módulo normal, pero, se debe dejar el vacío con las dimensiones precisas para la ubicación del punto (caja) eléctrica. La ubicación de este punto debe alinearse con un tubo de aligeramiento de 1 1/2" que se fragua en el hormigón ya que este diseño permite que los cables eléctricos sean canalizados en estos orificios según sea la necesidad. De esta manera, los cables para tomacorrientes o interruptores quedan a manera de su-

jeción empotrada, sin perforar el panel prefabricado. Sin embargo, la colocación de un punto eléctrico debe darse antes de realizar la obra, en la fase de planificación, ya que se debe fabricar la pieza. Aun así, si se requiere ubicar algún otro punto, es posible la desmontabilidad del sistema constructivo de paneles para la sustitución con un panel con la ubicación para el tomacorriente o interruptor que se requiera.

Canalización de cables: Se debe generar ductos independientes al sistema de fachada para la canalización vertical de la acometida eléctrica del edificio para repartir a cada piso. Sin embargo, si ante estudio de especialista eléctrico determinado por tipo de instalación a colocar y consumo eléctrico, se determina que los tubos de 1 1/2" poseen las dimensiones y ubicación necesaria para ser utilizados como canalización vertical, es posible utilizarlos siempre y cuando se coloque algún tipo de señalización discreta que enuncie la tubería, y así, proteger las instalaciones y al usuario. Si se requiere realizar recorridos horizontales, se plantea la canalización bajo tumbado de gypsum sujeta por soportería suspendida o colgada según se requiera, especialmente en recorridos para luminarias.

Luminarias: Las luminarias se empotran en el tumbado de gypsum, de la misma manera que se realiza en tumbados tradicionales. Si la iluminación se ubica empotrada en pared, se debe tomar las mismas consideraciones que un punto de interruptor y/o tomacorriente, diseñando un panel especial con el punto eléctrico a requerir.

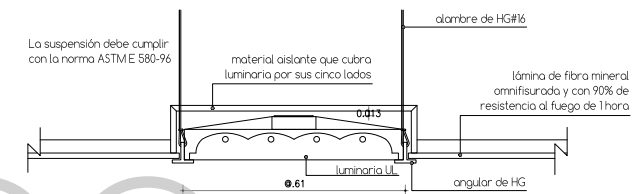


IMAGEN 180: Detalle de luminaria empotrada en gypsum
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

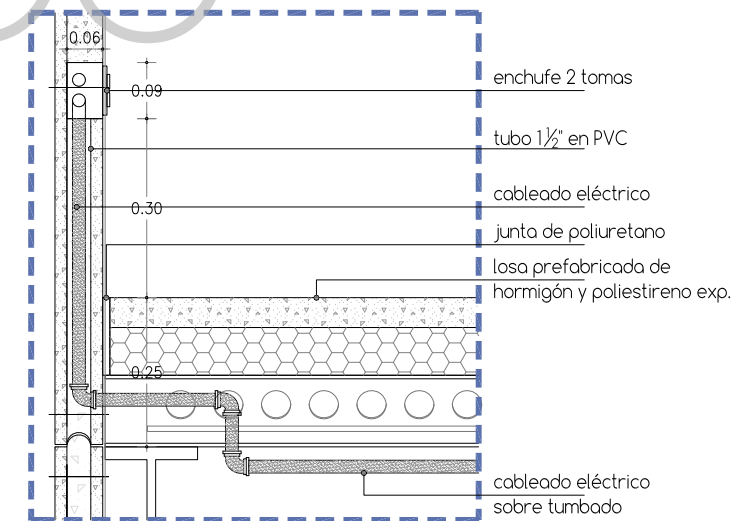


IMAGEN 181: Instalación de tomacorriente en panel
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



Sanitario: El sistema de desagüe de aguas negras y jabonosas no posee diferencias con el sistema tradicional. La canalización por piso se realiza bajo tumbado de gypsum, considerando al área de baños con especificación de tumbado como tumbado para áreas húmedas. Cada área de baños debe en lo posible tener su ducto sanitario, que permita concentrar el área de desagüe en la edificación. De esta manera, se evita la canalización de aguas negras bajo losa, permitiendo identificar fácilmente algún mantenimiento que se requiera. El panel prefabricado de hormigón aligerado, no debería poseer ningún punto de desagüe sanitario ya que sus dimensiones no permiten el empotramiento de tuberías. El desagüe debe darse por medio de losa de piso, o, ubicar la pieza sanitaria hacia una pared interior, siempre prefiriendo la descarga hacia el ducto sanitario que se propone.

En el caso de bajantes de aguas lluvias, se prefiere que se fomente a la recolección y reutilización de estas, por medio de bajantes expuestas en fachada que por medio de un sistema de riego, pueda reutilizarse el agua en jardineras ubicadas en los pisos de los

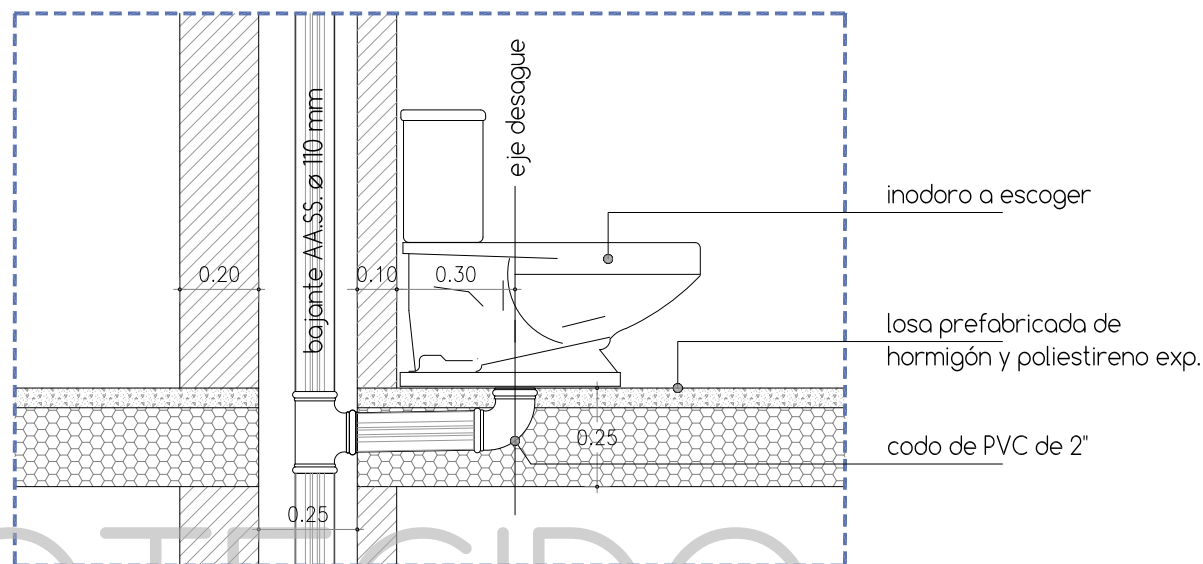


IMAGEN 182: Sistema de AA.SS en inodoros
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

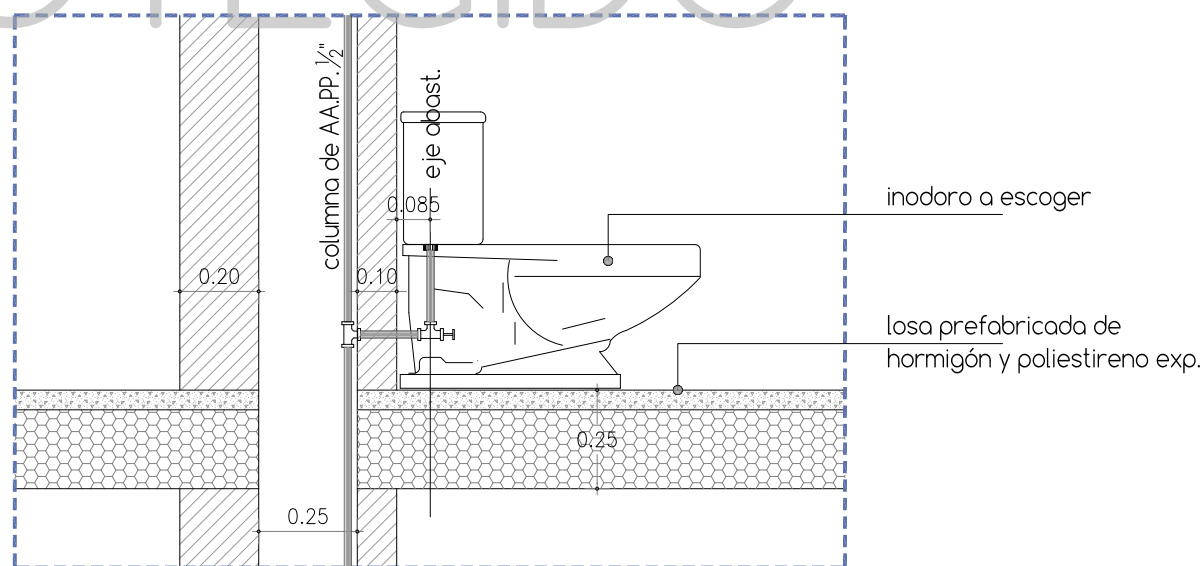


IMAGEN 183: Sistema de AA.PP. en inodoros
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

departamentos. El agua posteriormente debe ser recolectada y reutilizada en funciones de riego de jardines, limpieza, entre otros.



Hidráulico: Al igual que el sistema sanitario, la canalización empotrada por muro no aplica para los paneles prefabricados de hormigón aligerado, por lo que el ducto sanitario para baños debe ser lo bastante amplio para



IMAGEN 184: Tubería sujeta por anclaje
Fuente: (DIY Network, 2010)

concentrar ambas acometidas verticales por piso. Sin embargo, es posible utilizar soportería por medio de tuberías suspendidas ocultas para la canalización de tuberías para el agua. Para recorridos horizontales, la canalización bajo la losa y oculta en el tumbado de gypsum es la opción más apropiada para utilizarse bajo este sistema constructivo.



Teléfono: El concepto para la instalación telefónica, internet y voz y datos es similar a la eléctrica. Para la instalación de puntos telefónicos o voz y datos empotrados en muro de panel prefabricado, se debe considerar el diseño de un panel tipo especial. Este debe tener la misma modularidad, dimensiones, componentes y esquema que un módulo normal pero se deja el vacío para la ubicación del punto respectivo. La ubicación del punto debe ser alineado con un tubo de aligeramiento de 1 ½" fraguado en el hormigón para que el cableado pueda ser canalizado en estos orificios. Así, el cableado queda oculto en el empotramiento del punto telefónico, o voz y dato, y no se requiere perforar el panel prefabricado.

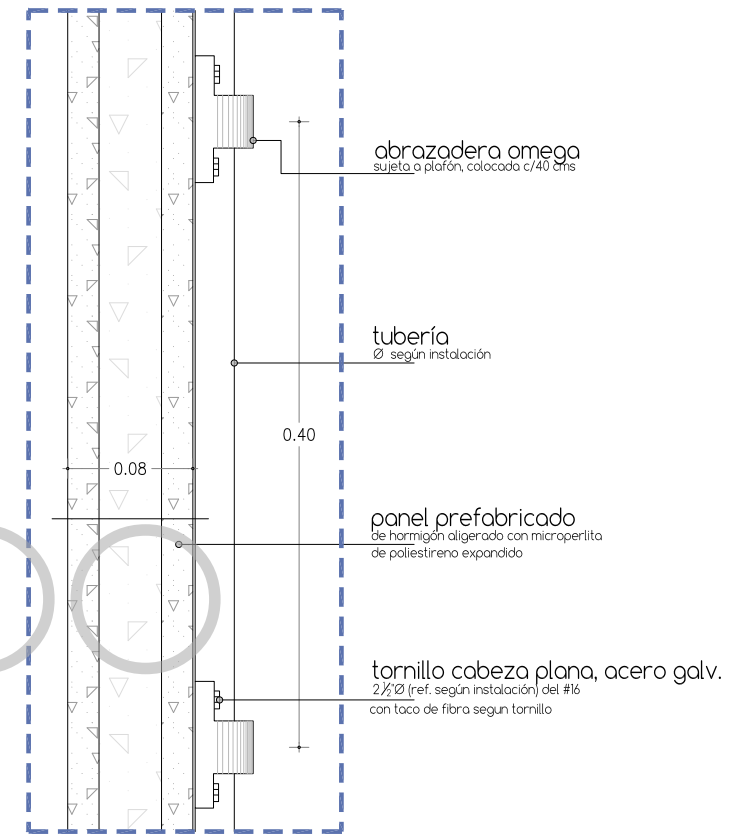


IMAGEN 185: Sujeción tuberías a muro panel prefabricado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

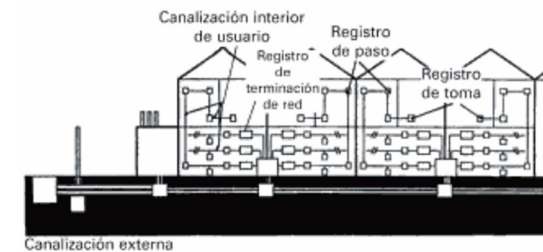


IMAGEN 186: Elementos que constituyen la red interior telefónica de un grupo de viviendas
Fuente: (Gormaz González, 2007)



Gas: Las instalaciones de gas por tubería en el departamento se ubican en el área de cocina. La acometida en vertical para la instalación de gas para cada piso debe poseer un ducto específico que distribuya posteriormente a cada departamento. Los recorridos horizontales se realizan bajo losa, ocultas sobre el tumbado de gypsum, hasta llegar al punto de gas determinado en los planos de instalaciones.



IMAGEN 187: Colocación de tubería de gas en cocina
Fuente: (BLOG Your Copper Solutions, 2012)



Climatización: El material de fachada posee propiedades de alta resistencia térmica que aumentan el confort térmico de los espacios interiores del departamento. Además, el diseño arquitectónico debe prometer el diseño pasivo para el confort térmico, por lo que no se considera un sistema de climatización para la edificación, que crea alto gasto energético. Sin embargo, puede existir usuarios que deseen el uso de aires acondicionados en sus espacios interiores por lo que su instalación debe evitarse se coloque en los paneles prefabricados de fachada. Su instalación debe combinar las consideraciones dadas para el sistema sanitario y eléctrico.

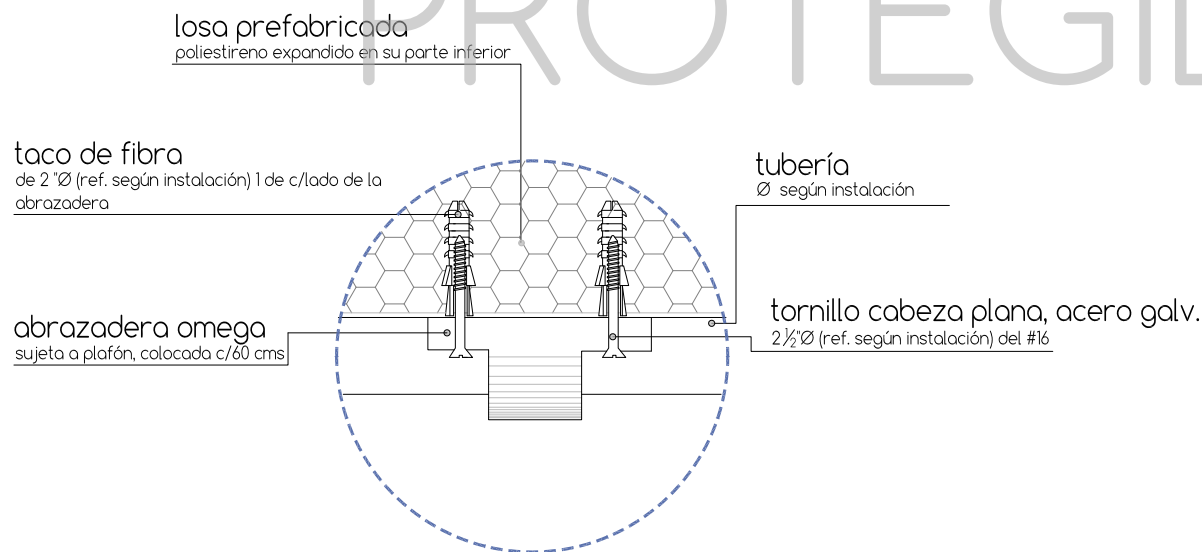


IMAGEN 188: Sujeción tuberías a losa
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 189: Instalaciones de Split en edificios
Fuente: (Airtelec, 2013)

3.4 Diseño del hormigón

3.4.1. Agregados y especificaciones técnicas

El hormigón es una mezcla homogénea de áridos, cemento y agua, que posee la propiedad de fraguarse y así, endurecerse para adquirir consistencia pétreo y alta resistencia a la compresión. Gracias al análisis para obtener qué material es más viable a ser utilizado como panel prefabricado de junta seca, se decide que el hormigón aligerado es la mejor opción debido a su alta resistencia, acabado y reacción al fuego y sismos. Luego, en la definición de los criterios de diseño del panel, se determina que el uso de micro perlita de poliestireno expandido en reemplazo del agregado grueso puede lograr aligerar el peso del material, además de proveer

características de resistividad térmica que permite espacios interiores más frescos y menor consumo de energía.

Sin embargo, para ello, se requiere obtener una dosificación adecuada del hormigón, ya que se debe considerar su uso como pared de fachada en un edificio multifamiliar en altura y, al combinarse con poliestireno expandido, su resistencia puede disminuir. El hormigón debe diseñarse de tal manera que su resistencia sea similar a las alternativas para pared de fachada que existan en el mercado, pero, aportar con un menor peso, incluso, hacia estas alternativas.

PROYECTO



IMAGEN 190: Agregados para mezcla de hormigón
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Los agregados para el hormigón se regirán a los lineamientos de granulometría indicados en la norma ASTM C-33, y las recomendaciones de las normas ACI y de la PCA referentes a su textura, composición química, impurezas, etc. Los agregados correspondientes a la mezcla de hormigón aligerado se identifican a continuación:

- Cemento Portland tipo 1
- Arena fina de río
- Piedra chispa gruesa (2-12 mm)
- Micro perlita de poliestireno expandido EPS
- Agua

Micro-perlita de poliestireno expandido

Se debe utilizar poliestireno tipo clasificado, el cual se define como difícilmente inflamable según la norma DIN 4102. El poliestireno expandido debe tener una granulometría variada entre 3 a 5 mm de diámetro. Debe procurarse que el material se encuentre en buenas condiciones sin impurezas que pongan en riesgo la calidad del hormigón.

Cemento Portland tipo 1

El cemento que se utilizará será el Portland tipo I que cumpla con la norma ASTM C-150 en su última versión. El cemento deberá almacenarse en sitios cubiertos y sobre plataformas de madera o en silos. No podrá utilizarse el cemento que haya sido almacenado por más de un mes o que por cualquier circunstancia haya fraguado parcialmente o que contenga terrones de cemento aglutinado, así como tampoco el cemento recuperado de sacos rechazados.

Arena fina de río

Los agregados para el hormigón cumplirán las exigencias granulométricas del ASTM. Esto agregados serán aquellos que pasen el tamiz N 4 (abertura de 4.75 mm), y que sean retenidos en el tamiz N 200 (abertura 72 micrones).

Piedra chispa gruesa 2-12 mm

Se requiere el uso de piedra chispa en la dosificación del hormigón debido al espesor mínimo que posee el panel prefabricado, por lo que, para mejorar la fluidez del material, se utiliza piedra chispa como agregado grueso. Estos agregados serán aquellos que estén retenidos en el tamiz N 4 (abertura de 4.75 mm) y N 8.

Agua

El agua que se emplea en el hormigón debe ser limpia, libre de impurezas, y carecerá de aceites, álcalis, ácidos, sales, azúcar y materia orgánica. El agua potable será considerada satisfactoria para emplearla en la fabricación de morteros y hormigones. El agua para la fabricación de morteros y hormigones podrá contener como máximo las siguientes impurezas en porcentajes, que se presentan:

Impurezas %	
Acidez y alcalinidad calculadas en términos de:	
	Carbonato de calcio 0.05
	Sólidos orgánicos total 0.05
	Sólidos inorgánicos total 0.05

Tabla 25: Máximo de impurezas aceptadas en agua para hormigón
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Determinación y Limitación	
PH	mayor o igual a 5
Sustancias Disueltas	Menores o iguales a 15 g/litro
Sulfatos	Menor o igual a 1 g/litro
Sustancias Orgánicas Disueltas	Menor o igual a 6 g/litro
Ion cloro	Menor o igual a 6 g/litro
Hidratos de carbono	no deben contener

Tabla 26: Determinación y limitación de impurezas en agua para hormigón
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

3.4.2. Dosificación y resistencia del hormigón

El objetivo de realizar un diseño de hormigón es obtener una mezcla que posea determinadas propiedades, siendo posible, el menor costo de producción posible. El hormigón aligerado con micro perlita de poliestireno expandido no es una alternativa nueva en el medio de la construcción. Este tipo de mezcla ya ha sido experimentada previamente como método para aligerar el hormigón, sin embargo, en este trabajo de investigación se basa en el diseño de un panel prefabricado con resistencia para ser utilizado como cerramiento de fachada.

Generalmente en la ciudad de Guayaquil, para mampostería de fachadas de edificaciones en altura, las alternativas más utilizadas en métodos aliviados son el bloque liviano de concreto, sistema hormi2 y bloques de arcilla. Estos productos van a ser fuente comparativa para comprobar la resistencia, peso y costos del producto elaborado.

Al analizar las cargas que recibe el panel de fachada, se determinó que la compresión es el esfuerzo con mayor carga que recibe el panel debido a que los pesos actúan de manera vertical debido a la gravedad. El hormigón posee buena resistencia a la compresión, la cual, se determina gracias a la dosificación adecuada de agregados, cemento y agua. En este caso, el poliestireno expandido va a ser utilizado en la mezcla de hormigón reemplazando en una proporción a determinar al agregado grueso, la piedra chispa gruesa de 2 a 12 mm. Este material va a disminuir la resistencia del hormigón a diseñar, por lo que se diseñara para la resistencia máxima para así, con diferentes dosificaciones controladas, se escogerá la mejor relación resistencia-aislamiento.

En comparación con demás alternativas para mampostería de fachada, las resistencias a la compresión son:

Tipo	Proveedor	COD	Resistencia a compresión (kg/cm ²)
Bloque liviano de concreto	Bloqcim	LL-19	20.39
Panel no estructural de EPS	Hormi 2	PSME	90.00
Bloque de arcilla	Alfadomus	Rasilla Rayada	50.00

Tabla 27: Determinación y limitación de impurezas en agua para hormigón
Fuente: (Alfadomus, 2012) (Hormi2, 2012) (Disensa, 2013). Realizado por Denisse Aguilera

Los bloques poseen resistencias bajas a la compresión que se lo compensa con el mortero de unión entre bloques y su enlucido de recubrimiento. El panel no estructural de poliestireno expandido, comercializado como Hormi 2, posee resistencias que refieren más al sistema prefabricado de diseño. Se debe considerar que el panel está diseñado como junta seca, por lo que no se consideran juntas adicionales como lo hace el enlucido en el sistema Hormi 2.

Por ello, se plantea un rango de resistencia de aceptación entre 90 a 140 kg/cm² para el diseño del hormigón aligerado en micro perlita de poliestireno expandido. Sin embargo, los cálculos de diseño serán para un hormigón tipo simple con una resistencia de 140 kg/cm² ya que se espera reemplazar al agregado grueso por micro perlita de poliestireno expandido en proporciones de porcentaje de material. Esto se debe a que en el cálculo de diseño de hormigón se debe considerar el peso húmedo del material, y la micro perlita de poliestireno expandido al ser un material compuesto por aire, posee propiedades que no le permiten la absorción de humedad. Así, por medio de cuatro dosificacio-

nes diferentes se proporciona al poliestireno expandido de la siguiente manera:

Muestra 1	100.00%	Piedra Chispa
	0.00%	Poliestireno Expandido
Muestra 2	66.66%	Piedra Chispa
	33.33%	Poliestireno Expandido
Muestra 3	33.33%	Piedra Chispa
	66.66%	Poliestireno Expandido
Muestra 4	0.00%	Piedra Chispa
	100.00%	Poliestireno Expandido

Tabla 28: Determinación de muestras de estudio
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

El procedimiento de diseño de hormigón en laboratorio para obtener la dosificación adecuada para realizar hormigón aligerado con micro perlita de poliestireno expandido con una resistencia máxima a 140 kg/cm² es:

1. Obtener la granulometría, pesos y densidades del agregado grueso y agregado fino llenando las fichas de laboratorio respectivas.
2. Se diseña el hormigón por medio de cálculos, obteniendo dimensiones por cilindros a utilizar.
3. Se preparan las muestras de hormigón con los pesos determinados.

4. Se realiza la prueba de revenimiento para comprobar la trabajabilidad del material.

5. Se funden las muestras en cilindros de 30 cms de alto y 15 cms de diámetro,

6. Se realiza el curado y desencofrado respectivo luego de endurecido el material.

7. Al día 7, 14 y 28 posterior a la fundición de la muestra, se realiza la rotura de cilindro que permitirá obtener la resistencia a la compresión de cada muestra.

En los anexos de este trabajo de investigación, se expanden fotografías del proceso de diseño de hormigón y cálculos que se dieron a cabo para determinar la muestra final que se utilice en el panel prefabricado.



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS						
Fecha de toma de muestra:		4 de enero del 2013				
Especificaciones del cilindro:		Diámetro:		15.24 cm		
		Altura:		30.48 cm		
		Área:		182 cm ²		
		TMAG:		12 mm		
		Agua:		Limpia		
Día 7						
Muestra	Fecha de Toma de Muestra	Fecha de Rotura	Días	Carga Máxima	Esfuerzo (kg/cm ²)	
1	4 enero 2013	14 enero 2013	10	37580	206	
2	4 enero 2013	14 enero 2013	10	16820	92	
3	4 enero 2013	14 enero 2013	10	17370	95	
4	4 enero 2013	14 enero 2013	10	10450	84	
Día 28						
Muestra	Fecha de Toma de Muestra	Fecha de Rotura	Días	Carga Máxima	Esfuerzo (kg/cm ²)	
1	4 enero 2013	4 febrero 2013	31	49570	280.50	
2	4 enero 2013	4 febrero 2013	31	24160	136.70	
3	4 enero 2013	4 febrero 2013	31	24310	137.50	
4	4 enero 2013	4 febrero 2013	31	15400	87.15	

Tabla 29: Resultados obtenidos en ensayos de resistencia a la compresión de muestras de cilindros de hormigón aligerado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 191: Volumen de agregado grueso en MUESTRA 1
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 193: Volumen de agregado grueso en MUESTRA 2
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 195: Volumen de agregado grueso en MUESTRA 3
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 192: Mezcla de hormigón MUESTRA 1
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

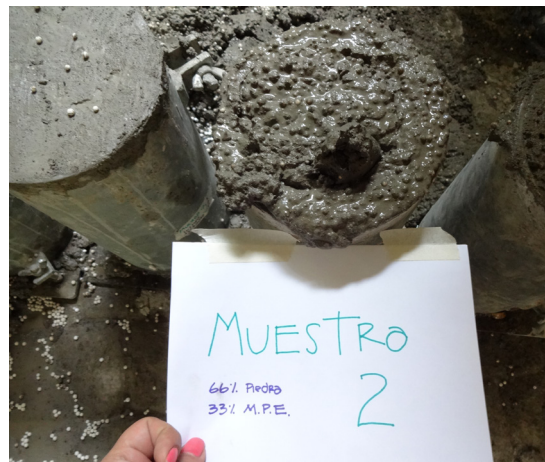


IMAGEN 194: Mezcla de hormigón MUESTRA 2
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 196: Mezcla de hormigón MUESTRA 3
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 197: Volumen de agregado grueso en MUESTRA 4
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 199: Prueba de revenimiento - Cono de Abrams
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 201: Curado de los cilindros de hormigón
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 198: Mezcla de hormigón MUESTRA 4
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 200: Cilindros listos a fraguar
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 202: Rotura de cilindro de hormigón
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



Acorde a los resultados obtenidos en las roturas de cilindro, se decide utilizar la muestra 3 como la dosificación para la mezcla de hormigón para el panel prefabricado de hormigón aligerado, detallada a continuación:

DISEÑO DEL HORMIGÓN

CÁLCULO DEL VOLUMEN PARA 1 M3 DE HORMIGÓN

	en m ³
Cemento:	0.088
Agua:	0.223
Arena fina	0.275
Piedra Chispa	0.138
EPS	0.275

PESO EN KG EN 1 KG x M3 DE HORMIGÓN

		UNIDAD
Cemento	504.00	kg
Agua	263.14	kg
Piedra Chispa	191.25	kg
EPS	2.75	kg
Arena fina	765.28	kg
SUMA	1726.43	

PASO 5: DATOS POR PANEL

DIMENSIONES DEL PANEL		
		UNIDAD
ANCHO	1.20	m
ALTO	1.20	m
ESPESOR	0.08	m
VOLUMEN	0.1152	m ³

VOLUMEN TUBOS	0.00151	m ³	UNIDAD 14 TUBOS
ALIGERAMIENTO	0.0211	m ³	
VOLUMEN REAL	0.0941	m ³	POR PANEL

PESOS PARA DIMENSIONAR HORMIGÓN		
		UNIDAD
Cemento	47.42	kg
Agua	24.76	kg
Piedra Chispa	17.99	kg
EPS	0.26	kg
Arena fina	72.00	kg

VOLUMEN PARA DIMENSIONAR HORMIGÓN		
		UNIDAD
Cemento	0.0083	m ³
Agua	0.0210	m ³
Piedra Chispa	0.0130	m ³
EPS	0.0259	m ³
Arena Fina	0.0259	m ³

3.5. Fases del proceso constructivo del panel

Para este trabajo de investigación, el panel prefabricado de hormigón aligerado con micro perlita de poliestireno expandido es construido de manera artesanal, es decir, que el proceso no es industrializado sino que utiliza en todo su proceso la mano de obra humana. Sin embargo, el procedimiento a seguir para la elaboración del panel prefabricado debe seguir el siguiente procedimiento de trabajo:

Soldadura de perno a malla electro-soldada

Sobre una superficie horizontal limpia, nivelada y sin protuberancias o grietas, se realiza el trazado del cuadrado de base del panel prefabricado. Se recomienda que existan en fábrica ya trazados precisos preparados para un rápido armado de la superficie.

Luego, se ubica la malla electro-soldada, ya cortada a las dimensiones requeridas y se la emplaza precisamente a la ubicación dada en los planos de detalle. Se debe comprobar si el perno se ubica sobre una varilla de la malla electro-soldada. Si no es el caso, se debe soldar una varilla en L de 10 x10 cms que permita colocar el perno en su posición. Finalmente, se prepara la soldadora y se sueldan los pernos en la ubicación requerida.





IMAGEN 203: Trazar en superficie limpia y nivelada el marco del panel.
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 204: Trazado de marco de panel en superficie.
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

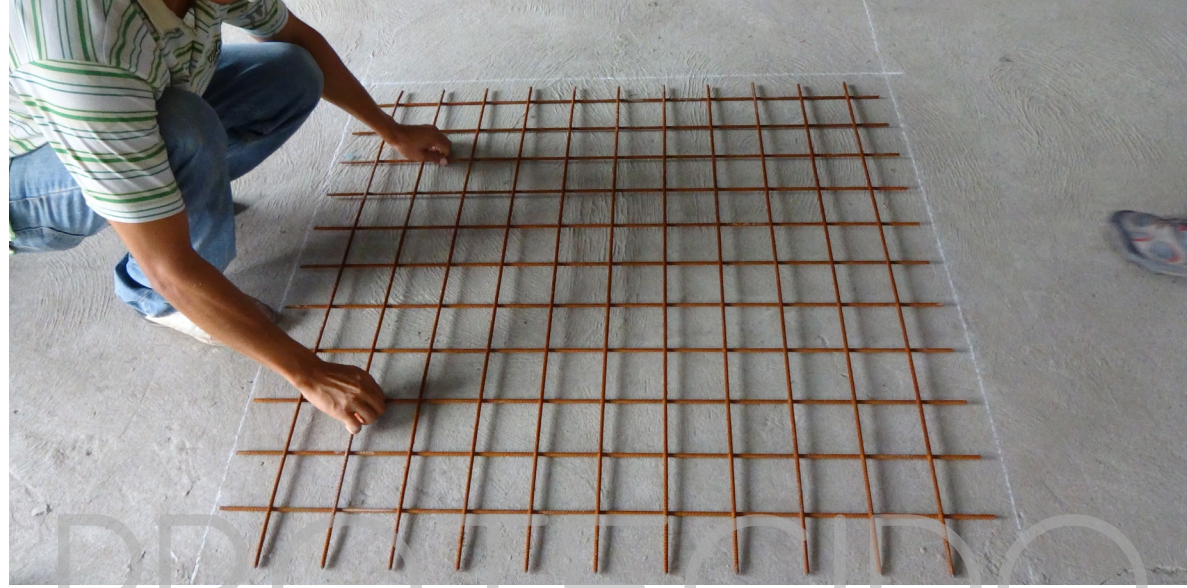


IMAGEN 205: Ubicación de malla en marco de panel prefabricado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

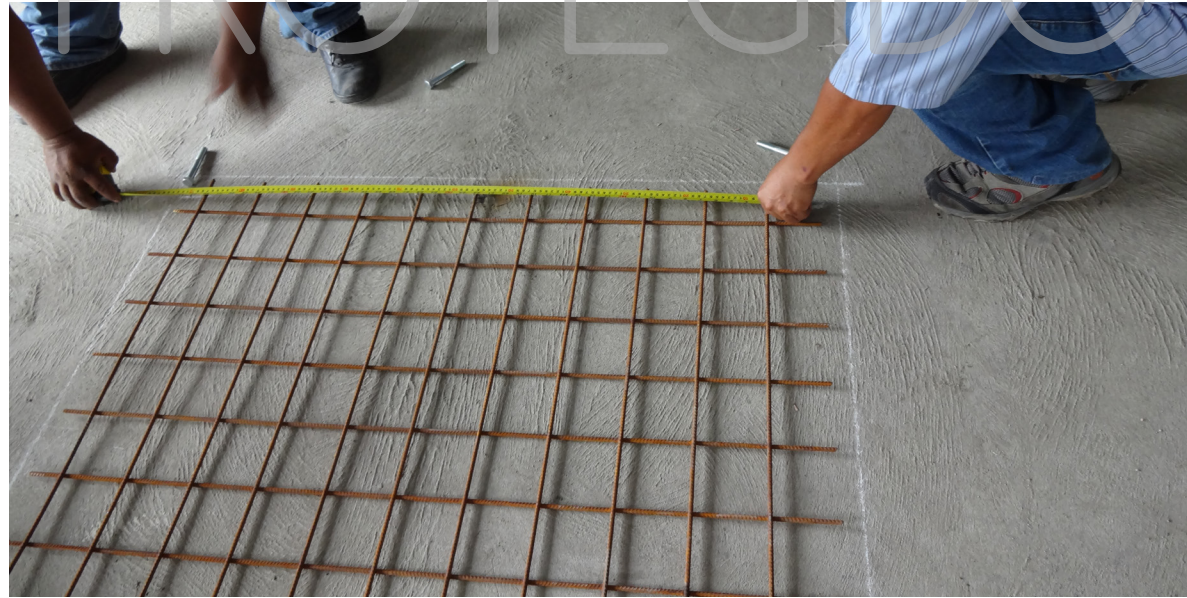


IMAGEN 206: Comprobación de ubicación de pernos
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 207: Preparación de soldadora
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 208: Soldadura de pernos a malta electro-soldada
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 209: Pieza de varilla en L
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 210: Pieza de perno con su respectivo anillo y tuerca
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 211: Soldadura de pieza en L o malla metálica
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 212: Perno soldado a pieza en L
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

PROTEGIDO



IMAGEN 213: Preparación de la pieza en sitio antes de soldar
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

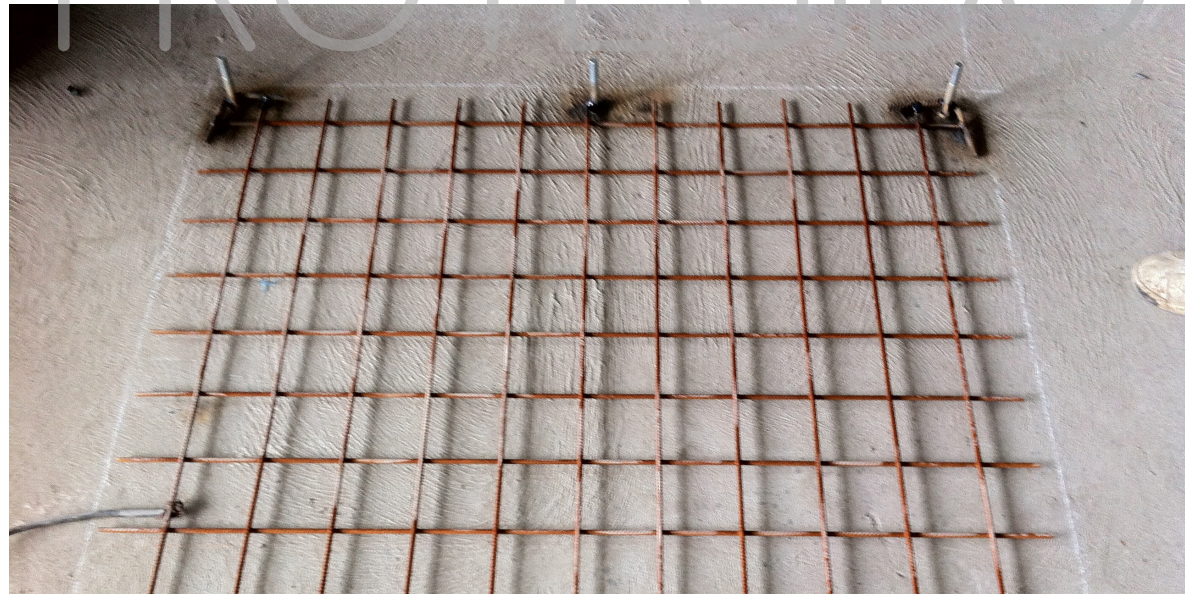


IMAGEN 214: Malla electro-soldada con sus respectivos pernos soldados
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Elaboración de encofrado de madera

Se seleccionan tablas niveladas y sin desperfectos para la elaboración del encofrado del panel prefabricado de hormigón. Se realizan las piezas de encofrado tal como se detallan en los planos de detalle. Para el ensayo constructivo se utiliza plástico liso como superficie y base del panel, sin embargo, se plantea el uso de tablero de madera plywood a utilizarse como superficie del panel.

Se debe colocar la malla electro-soldada lista para ser fundida, siempre considerando la precisión de la ubicación de los pernos y de los recubrimientos de hormigón que deben existir.



IMAGEN 215: Marco de corte en tabla seleccionada
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 216: Nivelado con hacha de filo de tabla
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 217: Uso de serrucho para obtener piezas de
encofrado de madera
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

PROTEGIDO



IMAGEN 218: Armado de encofrado en superficie ubicando malla electro-soldada lista a fundirse
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

IMAGEN 219: Unión por clavos de piezas de encofrado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 220: Colocación de mediacaña de PVC en encofrado de madera
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 221: Colocación de mediacaña convexa en encofrado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Armado de tubos de PVC

Se deben recortar los tubos a las dimensiones dadas en los planos de detalle. Se utiliza una sierra normal para el corte. Se taponan los tubos por sus extremos ligeramente para que no ingrese mezcla de hormigón hacia su

interior. Se debe fiscalizar la correcta posición y separaciones entre tubos. Finalmente, se amarran los tubos a la malla electro-soldada por medio alambre de amarre.



IMAGEN 222: Medición de los tubos a las dimensiones dadas en planos de detalle
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 223: Corte de los tubos por medio de sierra normal
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 224: Taponamiento de los tubos con papel periódico
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 225: Ubicación de los pernos en el encofrado del panel prefabricado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 226: Ubicación de los pernos en el encofrado del panel prefabricado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Preparación de la mezcla

La mezcla debe prepararse estrictamente a la dosificación dada en el estudio de laboratorio. Se deben considerar las especificaciones técnicas de los materiales como limpieza de la superficie y calidad de los materiales. Se debe procurar realizar la mezcla con el poliestireno expandido al final de las adiciones, ya que la liviandad de las micro-perlitas de poliestireno expandido puede hacer perder la masa dosificada de este material a la mezcla. Se recomienda el uso de concretera para la mezcla de hormigón aligerado de micro-perlitas de poliestireno expandido.



IMAGEN 227: Adición de arena
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 228: Adición de piedra
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

IMAGEN 229: Adición de cemento
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 230: Adición de agua
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 231: Adición de micro-perlita de poliestireno expandido
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 232: Empalado de agregados de hormigón aligerado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 233: Mezcla lista de hormigón aligerado con micro-
perlita de poliestireno expandido
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Encolado de la mezcla de hormigón

En el paso anterior se obtuvo la masa de hormigón dosificado precisamente para la elaboración del panel prefabricado de hormigón aligerado con micro-perlita de poliestireno expandido. El encolado se realiza inmediatamente termine el mezclado de los agregados y se coloca en el encofrado respectivo. Es im-

portante mantener la vibración del panel o manualmente asegurarse que el hormigón se cole en todo el panel por medio de una espátula y así evitar que se formen huecos en el elemento de fundición. Al descargar la mezcla se debe evitar la segregación del hormigón ya que se requiere la homogeneidad de los materiales.

PROTEGIDO



IMAGEN 234: Colocación de la mezcla en tachos para ser llevados al área de encofrado y fundición
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 235: Encolado del hormigón en la pieza de encofrado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 236: Encolado de la mezcla en la pieza de encofrado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 238: Panel de hormigón aligerado listo para su etapa de endurecimiento
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

IMAGEN 237: Con una regla o elemento metálico recto se nivela el hormigón en la pieza
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Desencofrado y acabado final

No se debe utilizar aditivo alguno para acelerar el proceso de endurecimiento del material. Posterior a las ocho horas de fraguado el material, este puede ser desencofrado en las aristas donde se hallan los tubos de PVC. El desencofrado debe ser cuidadoso de tal manera que no se dañe algún área del producto. Al desencofrar estas aristas, se observa si existe algún sector que requiera de reparación inmediata.



IMAGEN 239: Desencofrado de aristas con mediacañás
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 241: Desencofrado de aristas con mediacañas
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

IMAGEN 240: Uso de la regla para nivelar el hormigón en la junta vertical
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 242: Destapamiento de tubos de PVC
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 243: Desencofrado de aristas con mefacañas
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

PROTEGIDO

Curado de la pieza prefabricada

El procedimiento de curado debe ser controlado para evitar cualquier imperfección en el aspecto como falta de uniformidad, manchas, grietas superficiales, entre otros. El curado permite la hidratación del cemento o impide la formación de fisuras superficiales debido a la pérdida rápida de agua mientras el

hormigón se encuentra en estado plástico. Se utiliza el método de riego directo para el curado diario de la pieza, sin embargo, como medida de reutilización de agua en fábrica, se recubre de plástico a la superficie del panel para evitar la pérdida de agua del hormigón.

PROTEGIDO



IMAGEN 244: Recubrimiento plástico en superficie
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

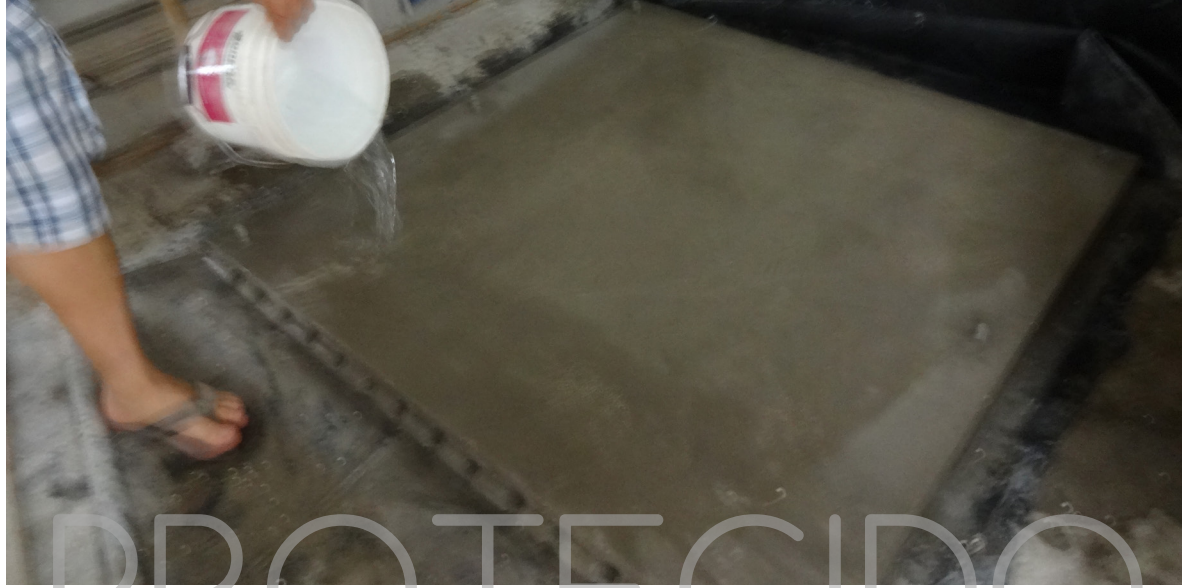


IMAGEN 245: Sistema de curado por riego directo
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 246: Hormigón hidratado luego de curado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

PROTEGIDO

Almacenamiento y transporte

Para el desmolde de la pieza, se levanta por medio de grúas pequeñas hasta colocar el panel en posición vertical. Para su almacenamiento se debe colocar a los paneles de pie o de canto para que no aparezcan retracciones del material por irradiación solar afectando a una sola cara. Así, por medio de elementos de izado, se manipulan los paneles prefabricados, comprobando que existan mínimo dos puntos de izado. Se debe prestar atención al viento mientras se manipulan los paneles.

El transporte se lo realiza de manera vertical, apoyado lateralmente en un caballete metálico, ubicando protecciones de goma o similar en su borde inferior en rastreles. En obra, el acopio de los paneles se realiza apoyado en elementos metálicos tipo correas diseñados especialmente para que no sufran deformación ni volcamiento en su acopio.

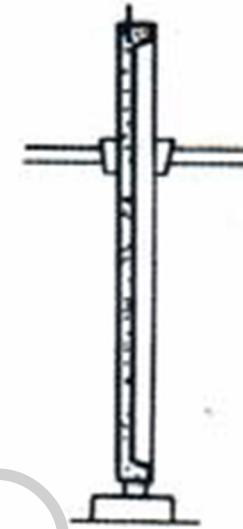


IMAGEN 247: Almacenamiento de canto del panel prefabricado
Fuente: (Prehorquisa, 2012)

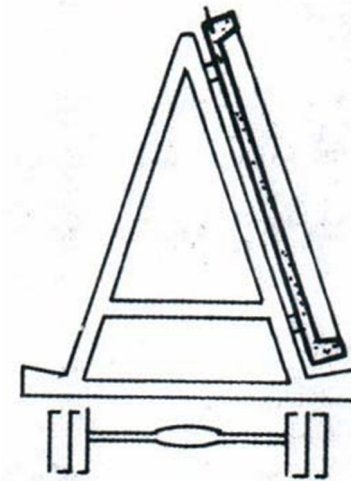


IMAGEN 248: Modo de transporte en caballetes
Fuente: (Prehorquisa, 2012)

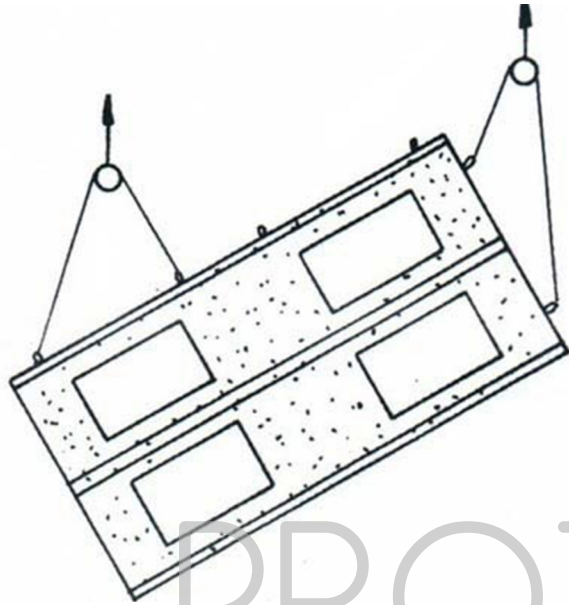


IMAGEN 249: Izado por dos puntos para manipuleo del panel
Fuente: (Prehorquisa, 2012)



IMAGEN 250: Transporte de panel prefabricado
Fuente: (Prehorquisa, 2012)

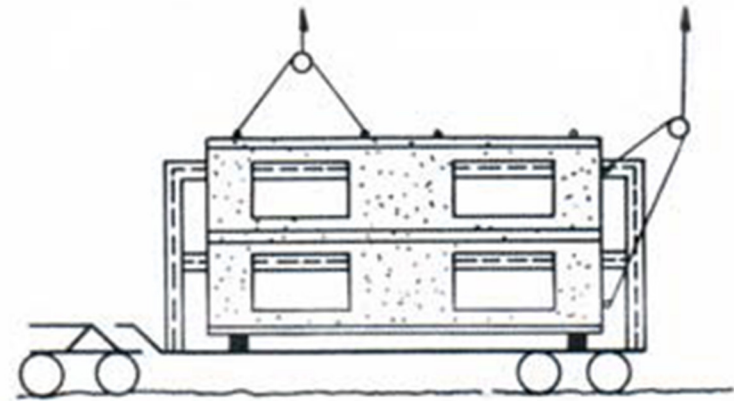


IMAGEN 251: Transporte de panel prefabricado
Fuente: (Prehorquisa, 2012)

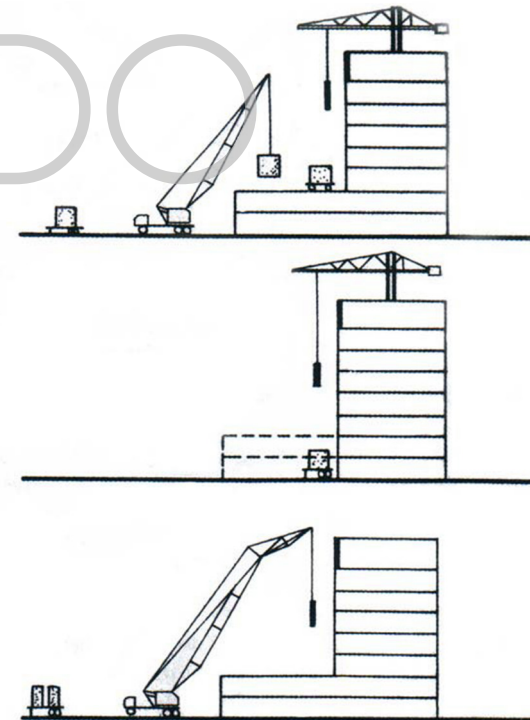


IMAGEN 252: Montaje de panel prefabricado por medio de grúas
Fuente: (Prehorquisa, 2012)



IMAGEN 253: Modo de transporte en caballetes
Fuente: (Prehorquisa, 2012)



IMAGEN 254: Alzado en obra por medio de grúas
Fuente: (Prehorquisa, 2012)

PROTEGIDO

3.6. Análisis de costos y
mano de obra
Base de datos

BASE DE DATOS DE MATERIALES				
COD	CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	PROVEEDOR
6080	Agua (hasta 100 m3)	m3	1.08	INTERAGUA
6060	Arena fina rio	m3	8.56	CCCG
6058	Piedra chispa gruesa (2-12 mm)	m3	9.21	CCCG
5020	Cemento tipo1	saco	6.83	CCCG
101016	Malla Armex R-126 (6.25x2.40 m) 4 mm	malla	41.90	Ideal Alambrec S.A.
12020	Alambre recocido # 18	kg.	1.38	CCCG
12070	Tablas de encofrado de 1"x4m	u	2.00	Dep. M. Ayllon
12090	Clavos de 2" a 3 1/2"	kg.	1.72	CCCG
	Tubería de PVC 40mm	u	2.52	PLASTIGAMA
	Perno con tuerca A-307 3 1/4" ø1/2" (galvanizado)	u	0.50	
18040	Concretera 1 saco	hora	3.13	MAQUINARIAS MANTILLA
	Microperlita poliestireno expandido	kg	5.50	AISLAPOL S.A.
11158	Plywood corriente 4x8x15 C	u	21.74	EDIMCA
	Ángulo galvanizado 75x75x4,51 kg/m, 6 mts	u	27.60	Dipac Manta
	Tee galvanizado 150x75x6.76 kg/m, 6 mts	u	41.40	Dipac Manta
	Ángulo galvanizado 30X30X2, 0.58 kg/m, 6 mts	u	5.36	CCCG
	Tee galvanizado 30X30X2, 0.58 kg/m, 6 mts	u	8.05	Dipac Manta
	Sikaflex Construction	u	9.08	Tecnoaplica
	Acero de refuerzo Varilla corrugada 8 L	ml	0.19	Tecnoaplica

Tabla 31: Base de datos de materiales de construcción
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

BASE DE DATOS DE SUELDOS										
CATEGORÍAS OCUPACIONALES	SUELDO UNIFICADO	DÉCIMO TERCERO	DÉCIMO CUARTO	APORTE PATRONAL	FONDO RESERVA	TOTAL MENSUAL	JORNAL REAL	FACTOR S. REAL	COSTO HORA	SALARIO SEMANAL
	A	B B=A	C C=(SMV)	F F=A+12.15%	G G = A	H (B+C...+G)/12+A	I (H/30)*15532	J 1/(A/30)	K I / 8	L K*40
PRIMERA, oficial	318.00	318.00	292.00	356.64	318.00	398.55	20.63	195	2.58	103.17
SEGUNDA, ayudante	319.59	319.59	292.00	358.42	319.59	400.42	20.73	195	2.59	103.66
TERCERA, carpintero	322.77	322.77	292.00	361.99	322.77	404.17	20.93	194	2.62	104.63
CUARTA, especialista	325.16	325.16	292.00	364.67	325.16	406.98	21.07	194	2.63	105.35

Tabla 32: Base de datos de sueldos en el área de la construcción
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

CANTIDAD DE MATERIAL POR PANEL DE HORMIGÓN ALIGERADO						
PROPORCION	CEMENTO (m3-saco)	ARENA(m3)	PIEDRA CHISPA (m3)	EPS (m3)	AGUA (m3-ltr.)	Agua caneca (5 galones)
Personalizada	0.088 - 2.75	0.275	0.136	0.273	0.223 - 223	11.78

CEMENTO	1 parihuela =	1 saco cemento=	40x40x20=	0.032	m3
EPS	1 KG =	1 funda cilindrica=	3.1416x(0.25*2)*100=	0.196	m3
1 m3 de EPS	1 m3 =	5.10	kg	\$28.06	m3 de EPS

COSTO POR M3 EN PROPORCIÓN PERSONALIZADA					
MATERIALES	U	CANT.	P.U.	COSTO	
Cemento tipo I	saco	2.75	\$6.83	\$18.78	
Arena fina rio + 2% desp.	m3	0.28	\$8.56	\$2.40	
Piedra chispa + 1% desp.	m3	0.14	\$9.21	\$1.27	
EPS +1% desp.	m3	0.28	\$28.06	\$7.73	
Agua + 20% desp.	m3	0.04	\$0.01	\$0.00	
				\$30.18	

Tabla 33: Resumen de cantidad de material por m3 y costo del hormigón.
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

CONCRETERA DE UN SACO DE CAPACIDAD						
Tipo trompo, motor a gasolina de 8 hp.						
DETALLE	FACTOR FABRICANTE	HP	# OPER	COSTO UNITARIO	UNIDAD	SUBTOTAL (\$/h)
Arriendo				\$3.13	c/h	\$3.13
Combustible	0,08 gal/hp*h	8.00		\$1.03	c/gal	\$0.66
Lubricante	0,01 ltr/hp*h	8.00		\$4.00	c/ltr	\$0.32
Oper. Peones			6.00	\$1.78	c/h	\$10.68
Oper. Albañiles			1.00	\$1.78	c/h	\$1.78
					total	\$16.56

GRUA DE 4 PLANCHAS DE CAPACIDAD						
Grúa de 20 toneladas						
DETALLE	FACTOR FABRICANTE	HP	# OPER	COSTO UNITARIO	UNIDAD	SUBTOTAL (\$/h)
Arriendo				\$45.00	c/h	\$45.00
Combustible	0,08 gal/hp*h	8.00		\$1.03	c/gal	\$0.66
Lubricante	0,01 ltr/hp*h	8.00		\$4.00	c/ltr	\$0.32
Oper. Peones			1.00	\$1.78	c/h	\$1.78
Oper. Albañiles			1.00	\$1.78	c/h	\$1.78
					total	\$49.54

Tabla 34: Costos de equipos
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Análisis de costos preliminares

PANEL PREFABRICADO DE HORMIGÓN: A-01										
Encofrado tipo madera										
<p>TABLA: 0.02 x 1.196 m (x2) TUBO PVC: 1.196 ml (/2 mediacaño)</p> <p>TABLA: 1.246 x 0.08 m</p> <p>TABLA: 0.02 x 1.246 m (x2) TUBO PVC: 1.196 ml (/2 mediacaño)</p>			Panel prefabricado de hormigón aligerado							
			Dimensiones							
			x:	1.196	cm					
			y:	1.196	cm					
			z:	0.08	cm					
			Diseño de armado							
			Malla electrosoldada							
			Dimensiones							
			x:	1.136	cm					
			y:	1.136	cm					
Diseño del encofrado										
	formula	longitud /area necesaria	Relación con unidad							
tabla	varia	1.246	0.312							
tablero	1.246*1.246	1.553	0.049							
tubo de PVC	1.196 ml	1.196	0.199							
Análisis del costo del encofrado										
	Formula	Resultantes								
Área de Encofrado	1.246x1.246	1.55	m2							
Volumen de hormigón	ver dosificación	0.09	m3							
Relación encofrado-Hormigón	1.553/0.094	16.50	m2/m3							
Factor desperdicio madera	1.22	1.22								
Factor uso madera	F.U= 1/3	0.33								
Factor contacto madera	F.C= 1/0,66	1.50								
Clavos 2 1/2	(25 x 1.553) / 220	0.18	kg/m2							
Factor desperdicio clavo	1.03	1.03								
Factor uso clavo	1/1,5	0.67								
Factor contacto clavo	1	1.00								
Costo / global de encofrado										
concepto	u	Cantidad	Factor Desperdicio	Factor Uso	Factor Contacto	cantidad final	p.u.	costo parcial		
tabla	u	0.31	1.22	0.33	1.50	0.190	\$2.00	0.380		
tablero	m2	0.05	1.22	0.33	1.50	0.030	\$21.74	0.644		
tubo PVC	u	0.20	1.22	0.33	1.50	0.122	\$2.52	0.307		
clavo	kg	0.18	1.03	0.67	1.00	0.121	\$1.72	0.208		
							total en global	\$1.54		
Rendimiento de la mano de obra										
R=	0,75 h/u=1,33 u/h	0.75	h/u							

Tabla 35: Análisis de costo preliminar: Encofrado tipo madera
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

PANEL PREFABRICADO DE HORMIGÓN: A-01								
Encofrado tipo metálico								
				Panel prefabricado de hormigón aligerado				
				Dimensiones				
				x:	1.196	cm		
				y:	1.196	cm		
				z:	0.08	cm		
				Diseño de armado				
				Malla electrosoldada				
				Dimensiones				
				x:	1.136	cm		
				y:	1.136	cm		
Diseño del encofrado								
	formula	costo global	Relación con unidad					
Encofrado metálico	global	34.500	1000					
Análisis del costo del encofrado								
	Formula	Resultantes						
Área de Encofrado	1.246x1.246	1.55	m ²					
Volumen de hormigón	ver dosificación	0.09	m ³					
Relación encofrado-Hormigón	1.553/0.094	16.50	m ² /m ³					
Factor desperdicio	0	1.00						
Factor uso encofrado	F.U= 1/1000	0.00						
Costo / global de encofrado								
concepto	u	Cantidad	Factor Desperdicio	Factor Uso	cantidad final	p.u.	costo parcial	
encofrado metálico	u	1.00	1.00	0.00	0.001	\$34.50	0.035	
						total en global	\$0.03	
Rendimiento de la mano de obra								
R= 0,166 h/u=6 u/h		0.17	h/u					

Tabla 36: Análisis de costo preliminar: Encofrado tipo metálico
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

PANEL PREFABRICADO DE HORMIGÓN: A-02							
Armado con tubos de PVC de 40 mm							
			Panel prefabricado de hormigón aligerado				
			Dimensiones				
			x:	1.196	cm		
			y:	1.196	cm		
z:	0.08	cm					
Diseño de armado							
Malla electrosoldada							
Dimensiones							
x:	1.136	cm					
y:	1.136	cm					
Diseño del armado con tubos PVC							
	formula	longitud necesaria	Relación con unidad				
tubo de PVC	1176x14	16.464	5.488				
Análisis del costo del armado con tubos PVC							
	Formula	Resultantes					
Cantidad de tubos	1176 mlx14	16.46	ml				
Volumen de hormigón	ver dosificación	0.09	m3				
Relación armado-Hormigón	16.46/0.094	174.96	ml/m3				
Factor desperdicio armado	F.D.: 1.03	1.03					
Alambre recocado #18 (2%)	0.45359*0.02	0.01	kg				
Factor desperdicio alambre	1.05	1.05					
Costo / global de armado							
concepto	u	Cantidad	Factor Desperdicio	Cantidad final	p.u.	costo parcial	
tubo PVC 40mm	u	5.49	1.03	5.65	\$2.52	14.245	
alambre	kg	0.01	1.05	0.01	\$1.38	0.013	
					total en global	\$14.26	
Rendimiento de la mano de obra							
R= 49.38ml/h= 0.02 h/ml		174.96	ml/m3 =	3.543	h/m3=	0.333	
					h/global		

Tabla 37: Análisis de costo preliminar: Armado con tubos de PVC de 40 mm
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

PANEL PREFABRICADO DE HORMIGÓN: A-03							
Soldadura de pernos A-307							
			Panel prefabricado de hormigón aligerado				
			Dimensiones				
			x:	1.196	cm		
			y:	1.196	cm		
			z:	0.08	cm		
			Diseño de armado				
			Malla electrosoldada				
			Dimensiones				
			x:	1.136	cm		
			y:	1.136	cm		
Diseño de soldado de pernos							
	Fórmula	long/m2/unidad necesaria	Relación con unidad				
pernos A-307		6	6				
malla electrosoldada	1.136*1.136	1.29	0.086				
varillas	0.20 ml c/perno	0.80	0.133				
Análisis del costo del soldado de pernos							
	Formula	Resultantes					
Cantidad de pernos	6	6.00		u			
Volumen de hormigón	ver dosificación	0.09		m3			
Relación Sold. pernos-Hormigón	4/0.094	63.76		u/m3			
Factor desperdicio perno	0	1.00					
Factor desperdicio malla	1.03	1.03					
Varillas ø6 mm + soldadura	0.133 * 1.50	0.20		u			
Factor desperdicio varilla	1.03	1.03					
Costo / global de armado							
concepto	u	Cantidad	Factor Desperdicio	Cantidad final	p.u.	costo parcial	
pernos A-307	u	6.00	1.00	6.00	\$0.50	3.00	
malla electrosoldada	malla	0.09	1.03	0.09	\$41.90	3.71	
varilla	u	0.20	1.03	0.21	\$0.19	0.040	
					total en global	\$6.75	
Rendimiento de la mano de obra							
R= 6 u/h= 0.0166 h/u		63.76	u/m3 =	1.063	h/m3	0.100	
					h/global		

Tabla 38: Análisis de costo preliminar: Soldadura de perno A-307
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

PANEL PREFABRICADO DE HORMIGÓN: A-04									
Fundición de hormigón aligerado con microperlita de poliestireno expandido									
Panel prefabricado de hormigón aligerado					Diseño de armado				
Dimensiones					Malla electrosoldada				
x:	1.196	cm			Dimensiones				
y:	1.196	cm			x:	1.136	cm		
z:	0.08	cm			y:	1.136	cm		
Rendimiento de la mano de obra									
R= 1.50 m ³ /j =	5.333	h/m ³							
Rendimiento de equipos									
R=	8.09	sacos/m ³	=	0.539	h/m ³				
	15	sacos/hora							
Cantidad Equipo									
R=	0.539	h/m ³	=	0.101					
	5.333	h/m ³							
	0.539	h/m ³	=	5.333	h/m ³ =	0.502	h/global		
	0.101								

Tabla 39: Análisis de costo preliminar: Fundición de hormigón aligerado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

PANEL PREFABRICADO DE HORMIGÓN: A-05																								
Montaje de panel prefabricado en obra																								
<p style="text-align: center;">VISTA FRONTAL TEE POR MODULO</p>			Panel prefabricado de hormigón aligerado																					
<p style="text-align: center;">VISTA LATERAL TEE POR MODULO</p>			Dimensiones																					
<p style="text-align: center;">VISTA FRONTAL ANGULO POR MODULO</p>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">x:</td> <td style="width: 20%;">1.196</td> <td style="width: 20%;">cm</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>y:</td> <td>1.196</td> <td>cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>z:</td> <td>0.08</td> <td>cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				x:	1.196	cm				y:	1.196	cm				z:	0.08	cm			
x:	1.196	cm																						
y:	1.196	cm																						
z:	0.08	cm																						
<p style="text-align: center;">VISTA LATERAL ANGULO POR MODULO</p>			Diseño de armado																					
<p style="text-align: center;">ANGULO 75x75x4</p>			Malla electrosoldada																					
<p style="text-align: center;">ANGULO 75x75x4</p>			Dimensiones																					
<p style="text-align: center;">ANGULO 75x75x4</p>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">x:</td> <td style="width: 20%;">1.136</td> <td style="width: 20%;">cm</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>y:</td> <td>1.136</td> <td>cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				x:	1.136	cm				y:	1.136	cm									
x:	1.136	cm																						
y:	1.136	cm																						
Diseño de montaje en obra																								
		Fórmula	longitud necesaria	Relación con unidad																				
tee junta horizontal		3.60x2	7.20	1.20																				
ángulo junta horizontal		3.60x2	7.20	1.20																				
ángulo 30x30		0.15x4	0.60	0.10																				
tee union viga		0.15x4	0.60	0.10																				
Análisis del montaje con piezas metálicas																								
		Formula	Resultantes																					
Area a cubrir		3.60x3.60	12.96	m ²																				
Volumen de hormigón		ver dosificación	0.09	m ³																				
Relación m ² -Hormigón		12.96/0.09	137.73	m ² /m ³																				
Factor desperdicio pieza		1.03	1.03																					
Costo / global de armado																								
concepto	u	Cantidad	Factor Desperdicio	Cantidad final	p.u.	costo parcial																		
Tee galvanizado 150x75	u	120	1.03	124	\$41.40	51.17																		
Ángulo galvanizado 75x75	u	120	1.03	124	\$27.60	34.11																		
Ángulo galvanizado 30X30	u	0.10	1.03	0.10	\$5.36	0.55																		
Tee galvanizado 30X30	u	0.10	1.03	0.10	\$8.05	0.83																		
					total en m ²	\$86.67																		
					total en global	\$9.63																		
Rendimiento de la mano de obra																								
R=	5.76 m ² /h= 0.1736 h/m ²	0.20	h/u																					
Rendimiento de equipos																								
R=	0.02	h/u																						
Cantidad Equipo																								
R=	0.020	h/u	=	0.100																				
	0.20	h/u																						

Tabla 40: Análisis de costo preliminar: Montaje del panel prefabricado en obra
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Análisis de precios unitarios

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	A-01				(H/U)
RUBRO:	Encofrado de madera	UNIDAD:	global	RENDIMIENTO (R):	0.75
DETALLE:	Encofrado - Panel 1.20x1.20			FECHA:	28enero2013
EQUIPO:	A	B	C=A*B	C*R	
DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL	
Herramienta Menor (5 % de M/O)				\$0.29	
			PARCIAL M:	\$0.29	
MANO DE OBRA:	A	B=S.U./30	C	D=A*B*C/8	D*R
DESCRIPCIÓN	CANT.	JOR.UNIF.	F.S.R.	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL
Carpintero	1	\$13.47	2.08	\$3.50	\$2.63
Ayudante	1	\$13.35	2.11	\$3.52	\$2.64
				MAESTRO 10%	\$0.53
				PARCIAL N:	\$5.79
MATERIALES: (Incluido transporte)		A	B	A*B	
DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO PARCIAL	
Encofrado por panel	global	1.00	\$1.54	\$1.54	
			PARCIAL O:	\$1.54	
FIRMA:	TOTAL COSTOS DIRECTOS: M + N + O			\$7.62	
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS:			20%	\$1.52
Denisse Aguilera M.	COSTO TOTAL DEL RUBRO:			\$9.15	
	VALOR PROPUESTO:			\$9.15	

Tabla 41: Análisis de precio unitario: Encofrado tipo madera
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	A-01				(H/U)
RUBRO:	Encofrado metálico	UNIDAD:	global	RENDIMIENTO (R):	0.17
DETALLE:	Encofrado - Panel 1.20x1.20			FECHA:	28enero2013
EQUIPO:		A	B	C=A*B	C*R
	DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL
	Herramienta Menor (5 % de M/O)				\$0.06
				PARCIAL M:	\$0.06
MANO DE OBRA:		A	B=S.U./30	C	D=A*B*C/8
	DESCRIPCIÓN	CANT.	JOR.UNIF.	F.S.R.	COSTO/HORA
	Carpintero	1	\$13.47	2.08	\$3.50
	Ayudante	1	\$13.35	2.11	\$3.52
				MAESTRO 10%	\$0.12
				PARCIAL N:	\$1.29
MATERIALES: (Incluido transporte)			A	B	A*B
	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO PARCIAL
	Encofrado por panel	global	1.00	\$0.03	\$0.03
				PARCIAL O:	\$0.03
FIRMA:	TOTAL COSTOS DIRECTOS: M + N + O				\$1.39
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS:			20%	\$0.28
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:				\$1.66
	VALOR PROPUESTO:				\$1.66
	Denisse Aguilera M.				

Tabla 42: Análisis de precio unitario: Armado con tubos de PVC
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	A-02				(H/U)
RUBRO:	Armado con tubos de PVC	UNIDAD:	global	RENDIMIENTO (R):	0.33
DETALLE:	Armado - Panel 1.20x1.20			FECHA:	28enero2013
EQUIPO:		A	B	C=A*B	C*R
DESCRIPCIÓN		CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL
Herramienta Menor (5 % de M/O)					\$0.06
				PARCIAL M:	\$0.06
MANO DE OBRA:		A	B=S.U./30	C	D=A*B*C/8
DESCRIPCIÓN		CANT.	JOR.UNIF.	F.S.R.	COSTO/HORA
Ayudante		1	\$13.35	2.11	\$3.52
				MAESTRO 10%	\$0.12
				PARCIAL N:	\$1.29
MATERIALES: (Incluido transporte)		A	B	A*B	
DESCRIPCIÓN		UNID.	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO PARCIAL
Armado por panel		global	1.00	\$14.26	\$14.26
				PARCIAL O:	\$14.26
FIRMA:		TOTAL COSTOS DIRECTOS: M + N + O			\$15.61
Denisse Aguilera M.		TOTAL COSTOS INDIRECTOS:			20%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			\$18.74
		VALOR PROPUESTO:			\$18.74

Tabla 43: Análisis de precio unitario: Armado con tubos de PVC
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	A-03				(H/U)
RUBRO:	Soldadura de piezas	UNIDAD:	global	RENDIMIENTO (R):	0.10
DETALLE:	Soldadura - Panel 1.20x1.20			FECHA:	28enero2013
EQUIPO:		A	B	C=A*B	C*R
DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL	
Herramienta Menor (5 % de M/O)					\$0.04
				PARCIAL M:	\$0.04
MANO DE OBRA:		A	B=S.U./30	C	D=A*B*C/8
DESCRIPCIÓN	CANT.	JOR.UNIF.	F.S.R.	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL
Soldador	1	\$13.57	2.08	\$3.53	\$0.35
Ayudante	1	\$13.35	2.11	\$3.52	\$0.35
				MAESTRO 10%	\$0.07
				PARCIAL N:	\$0.78
MATERIALES: (Incluido transporte)		A	B	A*B	
DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO PARCIAL	
Soldadura por panel	global	1.00	\$6.75	\$6.75	
				PARCIAL O:	\$6.75
FIRMA:		TOTAL COSTOS DIRECTOS: M + N + O			\$7.57
		TOTAL COSTOS INDIRECTOS:			20%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			\$9.08
		VALOR PROPUESTO:			\$9.08
	Denisse Aguilera M.				

Tabla 44: Análisis de precio unitario: Soldadura de piezas
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
CÓDIGO:	A-04				(H/U)	
RUBRO:	Fundición con hormigón aligerado	UNIDAD:	global	RENDIMIENTO (R):	0.50	
DETALLE:	Fundición - Panel 1.20x1.20				FECHA:	28enero2013
EQUIPO:		A	B	C=A*B	C*R	
DESCRIPCIÓN		CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL	
Herramienta Menor (5 % de M/O)					\$0.12	
Concretera de un saco de capacidad		0.10	\$16.56	\$1.68	\$0.84	
				PARCIAL M:	\$0.96	
MANO DE OBRA:		A	B=S.U./30	C	D=A*B*C/8	D*R
DESCRIPCIÓN		CANT.	JOR.UNIF.	F.S.R.	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL
Albañil		0.25	\$13.47	2.08	\$0.88	\$0.44
Peón		1	\$13.29	2.13	\$3.54	\$1.78
					MAESTRO 10%	\$0.22
					PARCIAL N:	\$2.44
MATERIALES: (Incluido transporte)			A	B	A*B	
DESCRIPCIÓN		UNID.	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO PARCIAL	
Hormigón dosificación con EPS		m3	0.09	\$30.18	\$2.84	
				PARCIAL O:	\$2.84	
FIRMA:		TOTAL COSTOS DIRECTOS: M + N + O			\$6.24	
		TOTAL COSTOS INDIRECTOS:			20%	
Denisse Aguilera M.		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			\$7.49	
		VALOR PROPUESTO:			\$7.49	

Tabla 45: Análisis de precio unitario: Fundición con hormigón aligerado
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	A-05				(H/U)
RUBRO:	Montaje de piezas metálicas	UNIDAD:	global	RENDIMIENTO (R):	0.20
DETALLE:	Montaje - Panel 1.20x1.20			FECHA:	28enero2013
EQUIPO:		A	B	C=A*B	C*R
DESCRIPCIÓN		CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	COSTO PARCIAL
Herramienta Menor (5 % de M/O)					\$0.16
Grua de 20 ton		0.10	\$49.54	\$4.95	\$0.99
				PARCIAL M:	\$1.15
MANO DE OBRA:		A	B=S.U./30	C	D=A*B*C/8
DESCRIPCIÓN		CANT.	JOR.UNIF.	F.S.R.	COSTO/HORA
Peón		2	\$3.29	2.13	\$7.07
Soldador		1	\$3.35	2.08	\$3.47
Ayudante		1	\$3.57	2.11	\$3.58
				MAESTRO 10%	\$0.28
				PARCIAL N:	\$3.11
MATERIALES: (Incluido transporte)			A	B	A*B
DESCRIPCIÓN		UNID.	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO PARCIAL
Piezas para montaje de panel		global	1.00	\$9.63	\$9.63
				PARCIAL O:	\$9.63
FIRMA:		TOTAL COSTOS DIRECTOS: M + N + O			\$13.88
		TOTAL COSTOS INDIRECTOS:			20%
Denisse Aguilera M.		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			\$16.66
		VALOR PROPUESTO:			\$16.66

Tabla 46: Análisis de precio unitario: Montaje de piezas metálicas
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Presupuesto final

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTI.	PRECIO	SUBTOTAL
A-01	Encofrado de madera	global	1.00	\$9.15	\$9.15
A-02	Armado con tubos de PVC	global	1.00	\$18.74	\$18.74
A-03	Soldadura de piezas	global	1.00	\$9.08	\$9.08
A-04	Fundición con hormigon aligerado	global	1.00	\$7.49	\$7.49
A-05	Montaje de piezas metálicas	global	1.00	\$16.66	\$16.66
SUBTOTAL					\$61.11

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTI.	PRECIO	SUBTOTAL
A-01	Encofrado metálico	global	1.00	\$1.66	\$1.66
A-02	Armado con tubos de PVC	global	1.00	\$18.74	\$18.74
A-03	Soldadura de piezas	global	1.00	\$9.08	\$9.08
A-04	Fundición con hormigon aligerado	global	1.00	\$7.49	\$7.49
A-05	Montaje de piezas metálicas	global	1.00	\$16.66	\$16.66
SUBTOTAL					\$53.62

Tabla 47: Presupuesto final de costo por panel prefabricado realizado con encofrado de madera
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

3.7. Diseño preliminar descartado

El diseño resultante explicado y detallado en este trabajo de investigación no se definió inmediatamente como diseño final, sino que se valió por intentos de ensayo y error para lograr el diseño final. Luego de definir el material constructivo para el panel prefabricado, el hormigón aligerado, se requirió de la experimentación de las dos variables definidas inicialmente como lo son el aligeramiento del material y su resistividad térmica.

La junta también fue un factor a considerar ya que el sistema prefabricado debía ser de junta seca. Esta condicionante afecta a las posibles opciones ya que el encofrado, la compatibilidad de los materiales, y el cumplimiento de los requerimientos de la junta como estanqueidad, costos, encofrado y facilidad de construcción del panel deben ser apropiados para el diseño final del producto.

El diseño final fue una evolución del diseño inicial, el cual poseía las siguientes características que luego fueron perfeccionados:

Aligeramiento del hormigón:

Luego de escoger el material hormigón, se investiga sobre posibles

adiciones o reemplazos que se pueda realizar a la mezcla que mejore las propiedades del hormigón. Como medida de reutilización de la materia para crear un material amigable con el ambiente, se decide utilizar la mollienda de llantas no renovables. El residuo de caucho es muy utilizado en el área de la construcción como adición para mejorar la ductilidad del hormigón, lo que evitará las grietas en el producto final. Su uso principal en la construcción es como agregado para el concreto para pavimentos, ya que su propiedad elástica le permite tener un buen comportamiento a la retracción y expansión debido a la temperatura.

Según Asocem (Asocem, 2012), utilizar residuo de caucho en un 25% en el concreto, poseen menor densidad endurecida, mejor existencia a la compresión y menor rigidez del concreto. Sin embargo, para el diseño del producto prefabricado, estas desventajas no son problema ya que responden a un material ligero y, como mampostería se ha determinado que no se requieren altas resistencias en comparación a las bajas resistencias que brinda el bloque normal.

Sin embargo, el uso de resi-

duo de caucho posee como desventaja su reacción ante el fuego, factor que se considera en los criterios de diseño para el panel prefabricado. El caucho es un agente muy contaminante por su alta inflamabilidad, lo que no da seguridad por su rápida reacción al fuego. La combustión del caucho de llanta produce gases perjudiciales para la salud como dioxinas, mercurio, hidrocarburos poli-aromáticos y metales pesados. El caucho, al combustionar, emite un humo de color negro claro y su contenido de azufre crea un olor desagradable.

Esta desventaja hace descartar al material de aligeramiento del hormigón y optar por micro perlita de poliestireno expandido. Si bien se espera lograr un producto amigable con el ambiente que promueva la reciclaje de materia, la seguridad que se espera en un edificio de viviendas posee mayor importancia ya que se arriesga la vida humana, y se debe pensar hasta en posibles imprevistos catastróficos del edificio.

El aligeramiento por medio de tubos de PVC se mantuvo desde el inicio del proyecto ya que crea una cámara de aire que ayuda al con-

fort térmico al interior del departamento y su funcionalidad para ser tubo pasante de tuberías tipo eléctricas o voz y datos si se requiera.

Sistema de junta seca:

El uso de elementos de sujeción metálicos se mantuvo desde el inicio del proyecto gracias a la compatibilidad entre el acero y el hormigón. Además, la alta resistencia de las sujeciones metálicas debido a las propiedades del acero, su larga vida útil y su facilidad

de adquisición del material, ya que hay un amplio mercado en sujeciones metálicas, lo hacen el material apropiado a utilizarse como sistema de junta.

En cambio, el sistema de juntas no se diferencian entre junta vertical y junta horizontal. El sistema de juntas consiste, preliminarmente, en una unión machihembrada tipo Z en el que las piezas se acoplaban tanto de sentido horizontal como vertical. El machimbre en Z logra el asiento del panel en el sentido vertical y permite la estanquei-

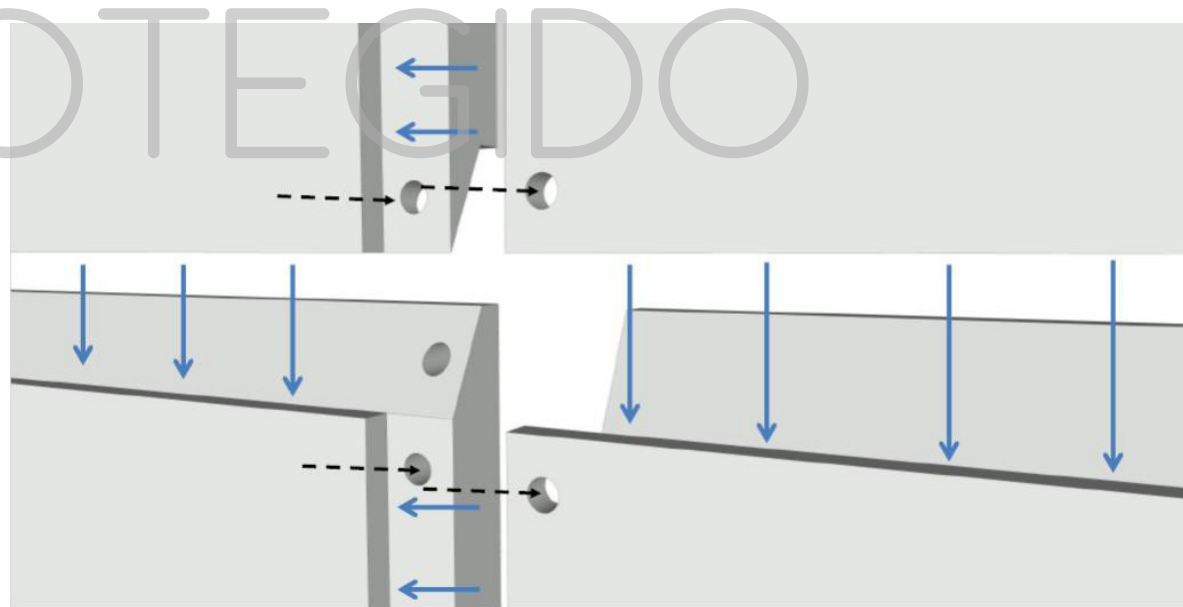


IMAGEN 255: Sistema de juntas en diseño preliminar
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

dad hacia el interior del departamento.

Hacia los extremos en ambos sentidos se da el machimbre de las piezas, las cuales se fijan por medio de pernos pasantes que se exponen hacia la fachada de la edificación. De esta manera, hacia el exterior se podría tener los puntos de encofrado que se esperaba lograr como acabado de fachada. Sin embargo, este sistema podría traer problemas de estanqueidad a la pieza, y, al ser la junta un elemento independiente del panel, no existiría la certeza de estabilidad de la pieza. La exposición del perno al exterior, siendo un elemento metálico, reduciría la vida útil de los elementos metálicos, que a pesar de su galvanización, su recubrimiento tendría un menor tiempo de vida útil respecto a un elemento metálico sin exposición hacia el exterior.

Además, el encofrado origina problemas ya que no se podrían dejar pasantes de tubos por la dificultad del machimbre en Z. También, para lograr la junta en sentido vertical y horizontal La construcción del panel se veía perjudicada por el mayor número de piezas de encofrado y con menores dimensiones, por lo que artesanalmente, el rendimiento de

construcción del panel aumentaría y por ende, el costo solo en encofrado.

A su vez, para que el sistema funcione, se debe elaborar dos modelos de módulos, ya que en sentido horizontal, la junta debe cambiar para ser machihembrada, lo que podría traer problemas en obra por la selección de piezas a ubicar y adquirir. Las piezas también debían incorporar dos agujeros pasantes en cada punto de unión, que sujete tanto para el panel en ver-

tical como en horizontal. Este agujero al momento de encofrar y desencofrar podría romperse por su cercanía y su ubicación hacia los extremos del panel prefabricado de hormigón.

Por ello, el sistema de juntas debió ser modificado, recopilando las dificultades iniciales para crear un producto de calidad, que cumpla con las funciones y requerimientos que se solicita para una edificación en altura.



IMAGEN 256: Tipo de módulos a requerir diseño preliminar
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

PROTEGIDO

PROTEGIDO

CONCLUSIONES (PARTE A)

Capítulo 4

Este trabajo de investigación logra diseñar un producto innovador para la ciudad de Guayaquil, desarrollando un panel prefabricado de hormigón aligerado de junta seca, en el que la aplicación de conceptos válidos de tipologías existentes y los beneficios del material, logran un producto con beneficios de sus componentes, agregados y sistema constructivo mayores que en su aplicación común.

Se ha diseñado un módulo de panel prefabricado que cumple con los objetivos iniciales de la propuesta como su uso específico en edificaciones en altura y su diseño modular en junta seca. Esto se logra diferenciando una pared interior con una pared de fachada, reconociendo que una pared exterior debe poseer características a resistencia a esfuerzos mayores que una pared interior. Por ello, sus sujeciones se realizan hacia las vigas de fachada, desarrollando un sistema constructivo integral entre columnas, vigas, viguetas y paneles, estudiando la compatibilidad de los materiales y la distribución de pesos hacia las columnas. A pesar de que el panel no está diseñando para funciones estructurales, las cargas de compresión que dan los pesos deben ser repartidos a la estructura para un mejor comportamiento estructural.

El panel prefabricado de hormigón aligerado y su junta de tipo seca permite el fácil montaje y desmontaje si se requiera. Esto permite el mantenimiento o modificaciones de manera ágil y rápida, debido a su montaje de junta seca. Además, el panel prefabricado es 100% reutilizable ya que posee un alto tiempo de vida útil por ser hormigón alivianado.

Al ser un elemento modular industrializado, el proceso de diseño requiere de cálculo y diseño de piezas que contenga el sistema prefabricado. Esto permite un fácil cálculo, conteo y control de obra ya que conoce la cantidad y tipo de módulos que se requiere para un proyecto. Además, debido a sus características técnicas, se lo ha determinado como un producto de alta resistencia, que junto a un alto control de calidad en su elaboración y en obra, se puede definir como un producto de poco o nulo índice de rompimiento y falla.

Luego de un análisis detallado y descriptivo de materiales, que estudia los beneficios y propiedades entre tres materiales comunes en el área de la construcción, se decide que el hormigón con agregados que otorgan propiedades de aligeramiento y aislamiento térmico, es la opción más viable a desarrollar el panel prefabricado que cumpla con las expectativas planteadas inicialmente.

El uso de micro perlita de poliestireno expandido permite el aligeramiento del hormigón en aproximadamente un 20%, lo cual considerando que su granulometría y el diseño del hormigón permiten un espesor mínimo de 8 cms para el panel, beneficia al producto brindando mayor ligereza en comparación a sistemas tradicionales. A continuación se comparan los pesos que poseen materiales de uso común en fachada respecto al panel prefabricado diseñado:

Tipo	Proveedor	COD	Peso en kg (x 1 m ²)
Bloque liviano de concreto	Bloqcim	LL-19	125.00
Panel no estructural de EPS	Hormi 2	PSR 080	184.66
Bloque de arcilla	Alfodomus	Rasilla Rayada	90.72
Panel prefabricado			83.33

Tabla 48: Comparación entre pesos de materiales de fachada
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Así se puede comprobar que el panel prefabricado es más ligero que los sistemas comunes de mampostería de fachada, aun registrando la comparación con materiales que se especifican como 'ligeros' en el mercado de la construcción de la ciudad. La ligereza del producto beneficia a la trabajabilidad en obra en especial para el montaje. Sobre todo, la estructura del edificio se beneficia de la ligereza de su material de cerramiento de fachada ya que al soportar menos cargas, la estructura puede ser diseñada más ligera, lo que conlleva a menos costo.

El uso de poliestireno expandido mejora las propiedades de aislación térmica del hormigón y no afecta a la alta resistencia al fuego del hormigón. Esto permite reducir costos en climatización ya que su alta resistividad térmica mejora el confort térmico de la edificación. Estos beneficios combinados a un buen diseño arquitectónico que estudie el sitio y sus condiciones como sol, sombra, corrientes de viento y los utilice para beneficio de los interiores de los departamentos, pueden lograr una vivienda que no requiera de climatización interna.

La modularidad del panel se traduce a una conceptualización del panel

en su acabado, ya que este busca exponerse como un acabado de fachada. El panel prefabricado busca exhibir el acabado que brinda el hormigón armado, dando esa textura en fachada que, debido a costos en el sistema tradicional, se evita realizar. Por ello, se diseñan paneles de 1.20x1.20 metros que a su vez, optimiza los espacios interiores por su ritmo de 30 cms.

La resistencia del panel es superior a los sistemas tradicionales de mampostería de fachada. A pesar de que se ha comprobado solo la resistencia del hormigón, su adición de armado de malla electro-soldada perspectiva un producto con resistencias aún mayores. A continuación se comparan las resistencias a esfuerzos de compresión que poseen materiales de uso común en fachada respecto al panel prefabricado diseñado:



IMAGEN 257: Panel prefabricado de hormigón previo a arreglo manual
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Tipo	Proveedor	COD	Resistencia a compresión (kg/cm ²)
Bloque liviano de concreto	Bloqcim	LL-19	20.39
Panel no estructural de EPS	Hormi 2	PSME	90.00
Bloque de arcilla	Alfadomus	Rasilla Rayada	50.00
Panel prefabricado			120.00

Tabla 49: Comparación entre resistencia a compresión de los materiales
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

De esta manera se comprueba que el panel prefabricado de hormigón aligerado con micro perlita de poliestireno expandido posee una resistencia a la compresión mayor que utilizar un sistema de mampostería tradicional.

El costo del panel prefabricado de hormigón aligerado requiere también de comparación. Para una edificación multifamiliar, en la que se espera el crecimiento vertical, se debe optar por la producción netamente industrial del panel. Como referencia, se ha explicado que la producción se puede realizar en una fábrica de poliestireno expandido especializada en la construcción, como es Aislapol S.A. Así, no se requiere una alta inversión inicial ya que se sugiere que la producción pueda aliarse con industrias similares, adaptando la maquinaria al producto de panel prefabricado. Sin embargo, el análisis de costos presentado en este trabajo de investiga-

ción refiere a la producción artesanal del producto, demostrando que el uso de encofrado metálico aminora el costo del producto final, aun considerando el costo de inversión del encofrado. Se reconoce que el costo del panel prefabricado en su producción artesanal va a ser más caro que la producción industrial del producto, no obstante, comparando con sistemas tradicionales de mampostería, el producto si entra en competición por su precio inferior.

Estos valores consideran el producto terminado de la mampostería en fachada, considerando enlucidos y pintura exterior e interior, ya que se propone que el panel prefabricado sea expuesto y, por sí mismo, sea el acabado final para la edificación. Se debe mantener el control y calidad del producto terminado para el panel prefabricado de hormigón aligerado para así cumplir con las expectativas del cliente con buenos acabados para su departamento.

Recomendaciones

El diseño del panel prefabricado de hormigón aligerado con micro perlita de poliestireno expandido mantiene como soporte de sus características técnicas y propiedades físicas, a la combinación de materiales que cumplen las altas expectativas que se plantean para el producto. Por ello, se recomienda para un estudio posterior, la comprobación con pruebas experimentales realizadas al panel prefabricado que se vieron limitadas por falta de equipos y recursos para el presente trabajo de investigación. Entre estas pruebas se pueden enumerar pruebas de resistencia al fuego, prueba de resistencia a esfuerzos de la junta vertical y horizontal, obtención del coeficiente de aislamiento térmico y acústico del panel, entre otros.

A pesar de que se logra aligerar el panel prefabricado, gracias al armado interno con tubos de PVC que disminuyen el volumen de hormigón en el panel, y el reemplazo en proporción del agregado grueso por un material ligero como la micro perlita de poliestireno expandido, el panel sigue siendo pesado para maniobrarlo manualmente. Aunque se especifica que su manipulación se debe dar por medio de grúas, se desea que

Tipo	Proveedor	COD	Precio en dólares (x 1 m2)
Bloque liviano de concreto	Bloqcim	LL-19	18.08
Panel no estructural de EPS	Hormi 2	PSME	22.38
Bloque de arcilla	Alfadomus	Rasilla Rayada	19.50
Panel prefabricado			37.24

Tabla 50: Comparación entre precios de los materiales
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

pueda maniobrase ya que el sistema de junta seca por medio de sus juntas verticales y horizontales podrían requerir que la mano de obra requiera sujetar al panel para la colocación del anillo y tuerca. Por ello, retomando el objetivo de mantener la funcionalidad de los espacios interiores, se recomienda diseñar el panel en dimensiones de 1.20x0.60 m, permitiendo un panel que aún requiere de grúas para su manipuleo, pero es más ligero que las dimensiones propuestas.

El clavado en el panel no está permitido, por lo que se debe preferir la colocación de cuadros y elementos en la mampostería interior del departamento o utilizar tornillos con tacos para hormigón que permita agujerear el panel.

La mano de obra para el montaje de obra requerirá capacitación técnica acerca del uso, manejo e instalación del panel prefabricado antes de la obra, debido a que es un sistema constructivo innovador en el medio.

Tipo	Ancho en m	Altura en 3	Área en m2	Peso en kg
1 m2 de hormigón	1.00	1.00	1.00	83.33
Panel prefabricado propuesto	1.20	1.20	1.44	120.00
Panel prefabricado recomendado	1.20	0.60	0.72	60.00

Tabla 51: Recomendaciones para pesos de paneles prefabricados
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



IMAGEN 258: Panel prefabricado de hormigón con las dimensiones propuestas 60x60 cms
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

PROTEGIDO

PROTEGIDO

INTRODUCCIÓN (PARTE B)

Capítulo 5

5.1 Justificación
5.2 Objetivos



IMAGEN 259: Ciudad planificada verticalmente generadora de espacios naturales y sociales
Fuente: (Castro F. , 2012)

5.1.

Antecedentes

Sin duda, al referir a edificios de departamentos, uno de los ejemplos que salta en mente de muchos es al menos de las cinco unidades habitacionales proyectados por Le Corbusier entre 1945 a 1960. Le Corbusier, en su plan urbano radical llamado la Villa Contemporánea, critica a la ciudad hacinada y sombría europea proponiendo bloques habitacionales rodeados de parques y emplazados de tal manera que no exista sombra entre sí. Un concepto similar manejan las unidades habitacionales, en que la gran edificación comprime pequeños pueblos independientes, cada uno con muchas viviendas de distintos tipos, entre departamentos individuales y residencias para familias de 10 personas. (Zeballos, 2010) Entre los criterios funcionales planteados por Le Corbusier se encuentra la autonomía de funcionamiento con respecto al exterior, proporcionando a los usuarios todo el equipamiento que se requiera en la edificación considerando las necesidades, costumbres y su alta densidad poblacional. Además, el edificio se suspende en pilares para generar una relación entre el edificio con su entorno rodeados de parques. En su terraza, se busca contribuir con la huella ecológica disminuida por la construcción agre-

gando áreas verdes. Estos criterios han influido en el desarrollo de conjuntos habitacionales alrededor del mundo hasta la actualidad ya que buscan dar ordenamiento armónico y modular a las viviendas.

Sin embargo, como se explicó anteriormente, el problema de déficit de vivienda sigue en aumento, debiendo hallar nuevos criterios para el desarrollo de viviendas en la arquitectura. La densificación es una opción para lidiar con el déficit, con proyectos y criterios como los aplicados por Le Corbusier, sin embargo, se debe conocer y entender el desarrollo de las ciudades y la sociedad para realizar una arquitectura que satisfaga a los diversos tipos de usuarios que cohabitaran la edificación. Entre los componentes que deben ser tomados en el proceso de urbanización se encuentran la densidad poblacional, el área de edificación, las personas y sus actividades, circulaciones, entre otros. Una ciudad planificada verticalmente debería proyectarse como una vivienda ideal, siendo un edificio perfectamente equipado con las comodidades que posee una casa particular.

Según Gallardo, la ciudad se entiende con un espacio para la consti-

tución de la ciudadanía y una identidad colectiva, brindando un contexto que permite el encuentro e intercambio de comunicaciones (Gallardo, Sepulveda Carlols, & Tocornal, 2001) Por eso, un aporte que realiza la arquitectura es configurar espacios que permitan la generación de comunidades. El proyecto a diseñar se basa en un conjunto residencial que debe tomar en cuenta estos criterios de conformación de una ciudad. Debe existir una planificación del conjunto que genere espacios para la vida en sociedad al igual que los recorridos sean naturales, ya que atraerá a la presencia de personas y de esta ma-

nera, se controla el espacio público. Se debe enfatizar la circulación peatonal con estos recorridos, ya que al interior del conjunto debe producirse la mínima velocidad vehicular.

Crear ciudades verticales puede dar pie a la construcción eco amigable ya que establecer núcleos urbanos ajusta el consumo energético y permite requerir menos servicios de equipamiento urbano. Además, las soluciones en altura evita la depredación del territorio que generan las urbanizaciones en horizontal. Sin embargo, se deben equilibrar estos núcleos urbanos con espacios públicos como parques y áreas de

esparcimiento dentro de un ecosistema natural, que promueva a la interacción social entre vecinos y ciudadanos.

En fin, este trabajo de investigación busca proyectar un conjunto residencial de viviendas en altura, el cual debe ser planificado a manera de ciudad por las necesidades del terreno al hallarse en periferia de la ciudad. Esta planificación debería considerar los criterios favorables logrados por Le Corbusier en su concepción de la ciudad, criterios propios de diseño, y criterios de construcción eco amigable, introducidos anteriormente.



IMAGEN 260: Modularidad en Unite d'habitation de Marsella
Fuente: (Kroll, 2010)

5.2. Objetivos

5.2.1. Objetivos Específicos

Disminuir la huella de carbono de la ciudad creando espacios verdes dentro de la edificación que ayuden al confort energético de los usuarios.

Reducir el consumo del recurso hídrico normal en los hogares proponiendo la recolección y reutilización de las aguas lluvias.

Estudiar la incidencia de la radiación solar, el movimiento del aire, entre otros factores climáticos que afectan al área de terreno ubicado en el sector Vía a la Costa Km 15 de la ciudad de Guayaquil a fin de desarrollar la aplicación de pieles de protección solar y dispositivos de sombra.

Crear recorridos peatonales dentro del conjunto residencial que promueva la interacción social entre los vecinos, conduciendo hacia áreas de espacio público.

PROTEGIDO

PROTEGIDO

PROTEGIDO

MARCO TEÓRICO

Capítulo 6

6.1 Análisis tipológico

6.1.1 Casos análogos

6.1.2 Conclusión de tipologías



IMAGEN 261: Súper Unidad de vivienda N°12 / Suv12 Arquitectos
Fuente: (Pastorelli, 2009)



IMAGEN 262: Torres del Parque / Rogelio Salmons
Fuente: (SkyscraperCity, 2010)



IMAGEN 263: Ciudad Jardín / Ferromobiliaria
Fuente: (Doomos, 2012)



IMAGEN 264: Conjunto Habitacional Pedregulho/ Alfonso Eduardo Reidy
Fuente: (Madsdad, 2012)



IMAGEN 265: 82 Viviendas en Carabanchel / ACM Arquitectos
Fuente: (Castro F., Plataforma Arquitectura, 2012)



IMAGEN 266: Conjunto Residencial Sayab / Luis de Garrido
Fuente: (ekuazion, 2011)

6.1. Análisis tipológico

Para el análisis de tipologías se han seleccionado seis proyectos construidos o en etapa de anteproyecto, que presentan características relevantes a ser investigadas para el desarrollo del conjunto residencial en Vía a la Costa. Los proyectos seleccionados requieren ser estudiados tanto como edificio como en su zonificación y planificación del proyecto. Para cada proyecto se extraerán criterios formales, funcionales, constructivos y ambientales que serán estudiados y enriquecerán a la definición de los criterios propios de diseño.

PROTEGIDO

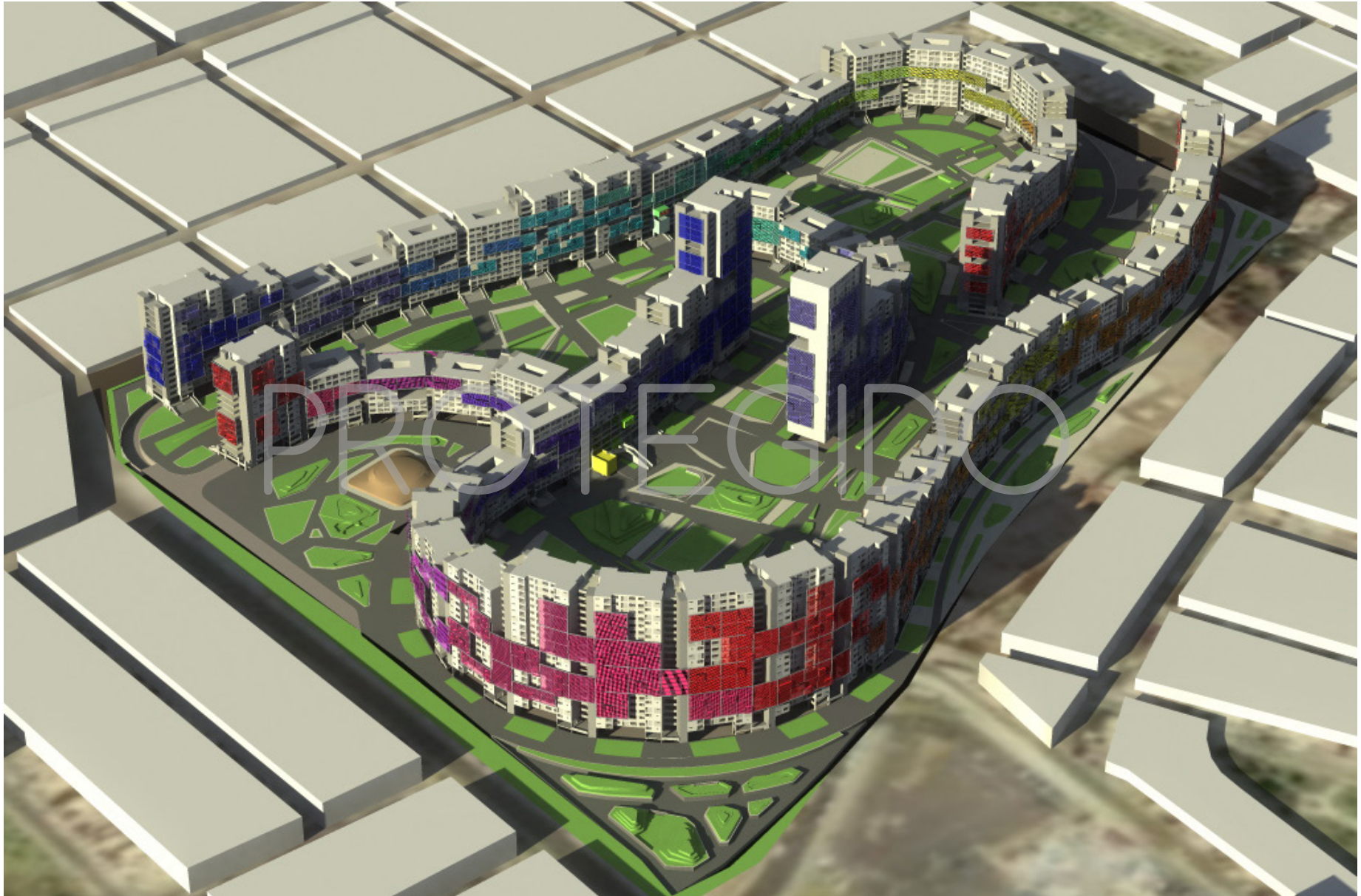


IMAGEN 267: Vista aérea a Súper Unidad de vivienda N°12
Fuente: (Pastorelli, 2009)

6.1.1. Casos Análogos

6.1.1.1. Súper Unidad de Vivienda #12

Características Generales:

Ciudad:
Lima, Perú
Autores:
SUV12 arquitectos
Arq. Rafael Antonio Ríos Mazuelos
Arq. Jorge Antonio Barboza Torres
Superficie de terreno:
173.345 m²
Superficie construida:
400.050 m²
Densidad poblacional:
588 ha/hect.
Año:
2008
Nivel social: Medio
Estado:
Anteproyecto

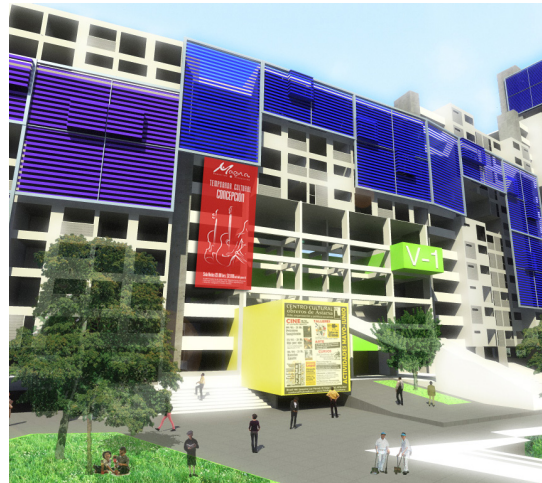


IMAGEN 268: Vista a ingresos
Fuente: (Pastorelli, 2009)

Características de la tipología:

- Conjunto mixto de bloques de vivienda, edificios comunales y equipamiento urbano que se unifica como un bloque sinuoso.
- Se ofrecen departamentos desde 45 m², destinado a personas solteras, hasta de más de 120 m² para familias numerosas o con mayores requerimientos de espacios.
- Los vectores del entorno como flujos, densidad, visuales, orientación, ruido, entre otros, modifican la distribución perimetral, provocando aperturas del espacio público hacia la calle, creando espacios de interacción a la comunidad como parques y plazas al exterior del conjunto.
- Se establecen condicionantes necesarias, para que las familias puedan modificar su espacio habitable, adaptándolo a su propia manera de vivir sin afectar conflictivamente el entorno de los otros individuos y sin degradar la imagen del edificio a futuro.
- Se plantea como espacio público tanto a lo restante de las ondulaciones al exterior e interior del conjunto en relación directa con la calle, como espacios cedidos a la ciudad.

Programa Arquitectónico:

La zonificación se compone de programa de vivienda, programa de servicio mixto, áreas verdes, espacio público peatonal, áreas deportivas variadas, áreas exteriores públicas, áreas de servicio educacional, equipamiento religioso.

El programa básico de vivienda consta en su mayoría de 2 dormitorios, 2 baños, sala-comedor, cocina y lavandería.



IMAGEN 269: Interior departamento tipo
Fuente: (Pastorelli, 2009)

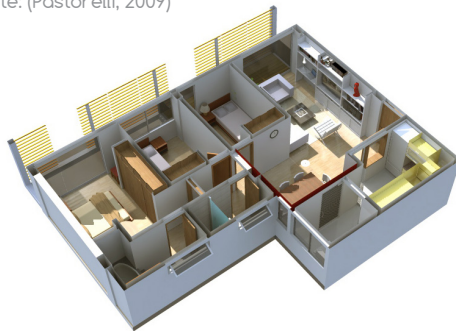


IMAGEN 270: Interior departamento tipo
Fuente: (Pastorelli, 2009)

Esquema Gráfico:



IMAGEN 271: Esquema gráfico de implantación y planta tipo del proyecto Súper Unidad de Vivienda #12
Fuente: (Pastorelli, 2009)



IMAGEN 272: Elevación de una torre tipo
Fuente: (Pastorelli, 2009)

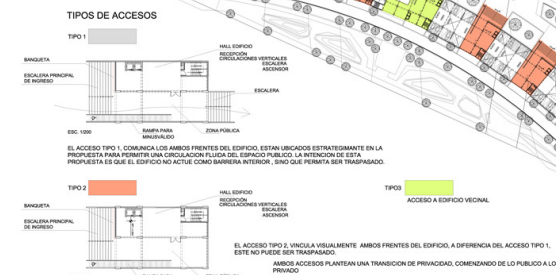


IMAGEN 273: Implantación general Súper Unidad de vivienda N°12
Fuente: (Pastorelli, 2009)

Criterios:



Formales:

- Edificio continuo con forma sinuosa que en su interior, las viviendas rodean el espacio público.
- Las fachadas del edificio se componen de mampostería pintado color blanco, mamparas de vidrio y celosías de aluminio de colores, lo cual está sujeto a opción del cliente, lo que le permitirá a cada familia intervenir en el diseño de su fachada siempre y cuando se esté dentro de los parámetros del diseñador.



Funcionales:

- Permitir las vistas, ya sea hacia la calle como hacia el espacio público, de todas las áreas sociales y privadas
- En la estructura exterior, por ejemplo, se pueden crear espacios adicionales como terrazas, huertos, etc.
- Los espacios de estacionamientos se plantean a manera de sótanos y semi-sótanos para poder crear espacios verdes y públicos en el área de planta baja.



Constructivos:

- La modulación estructural permite alojar distintos tipos de departamentos dentro de un único sistema estructural y que esa misma flexibilidad pueda ser aplicada tanto en el interior de la vivienda como en el aspecto formal del edificio.
- Uso de un sistema estructural de vigas, pórticos y eventualmente placas, que permitan insertar distintos metrojes, sin importar la ubicación y número de pisos.



Ambientales:

- Al densificar la vivienda en torres, se ofrecen, al uso público y comunal, áreas verdes, deportivas y de esparcimiento.
- Se planifican los departamentos de tal manera, que puedan tener ventilación natural.



IMAGEN 274: Vista del conjunto Súper Unidad de vivienda N°12
Fuente: (Pastorelli, 2009)



IMAGEN 275: Vista aérea de Torres del Parque
Fuente: (Basulto, Plataforma Arquitectura, 2007)

6.1.1.2. Torres del Parque

Características Generales:

Ciudad:
Bogotá, Colombia
Autor:
Rogelio Salmons
Superficie de terreno:
66.000 m²
Densidad poblacional:
833 hab/hect.
Periodo de Diseño:
1963 a 1966
Periodo de construcción:
1964 a 1970
Nivel social:
Medio
Estado:
Construido

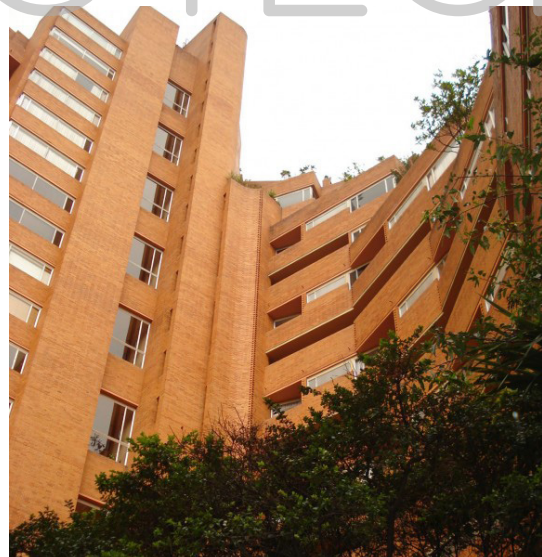


IMAGEN 276: Vista hacia una torre
Fuente: (SkyscraperCity, 2010)

Características de la tipología:

- Complejo habitacional compuesta de tres torres de ladrillo que alberga cerca de 1500 moradores en 300 unidades.
- Conformo un hito para la ciudad estableciendo una transición armoniosa entre el espacio público y privado.
- Las torres que componen el conjunto son, de norte a sur, la C, la A y la B. La más alta, la A, tiene 37 pisos y posee 117 m. Las torres albergan 294 apartamentos de diferente superficie.
- Las unidades de apartamentos dúplex de varios tamaños son el resultado de la yuxtaposición de formas geométricas simples generadas por un sistema de ejes guías dadas por la Plaza de Toros.
- Se concibe como un espacio abierto correspondiendo a una idea de la ciudad, democrática, tolerante y rica en espacios públicos, concebidos para el disfrute del ciudadano.

Programa Arquitectónico:

El complejo residencial Torres del Parque posee 1.8 ha., del cual el 11.11% ha se ocupan como área de construcción para las torres, un 82.90% se ocupa en áreas verdes y espacios libres, y demás restante, en pequeños equipamientos comerciales.

Esquema Gráfico:

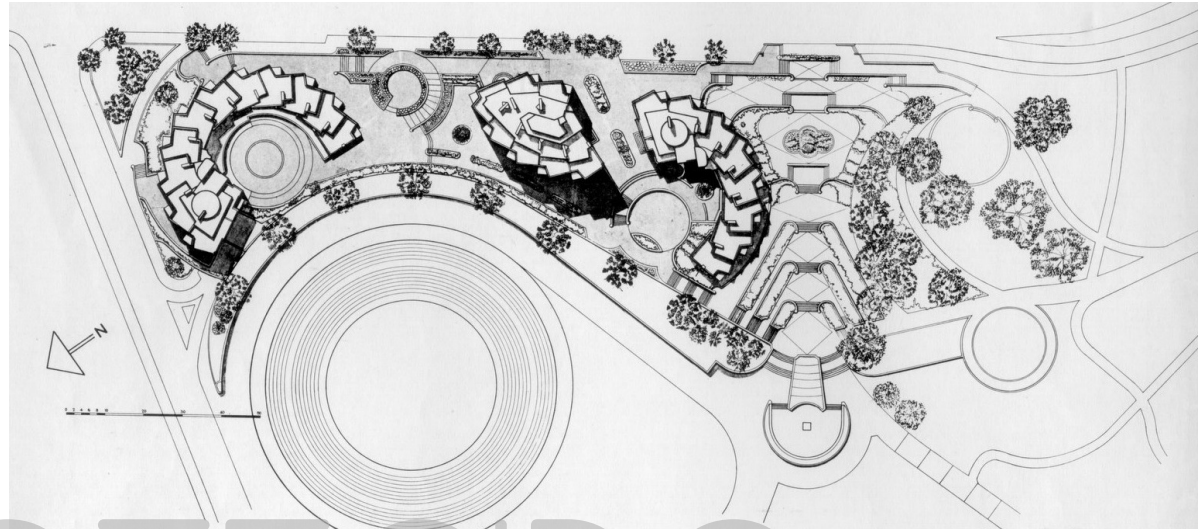
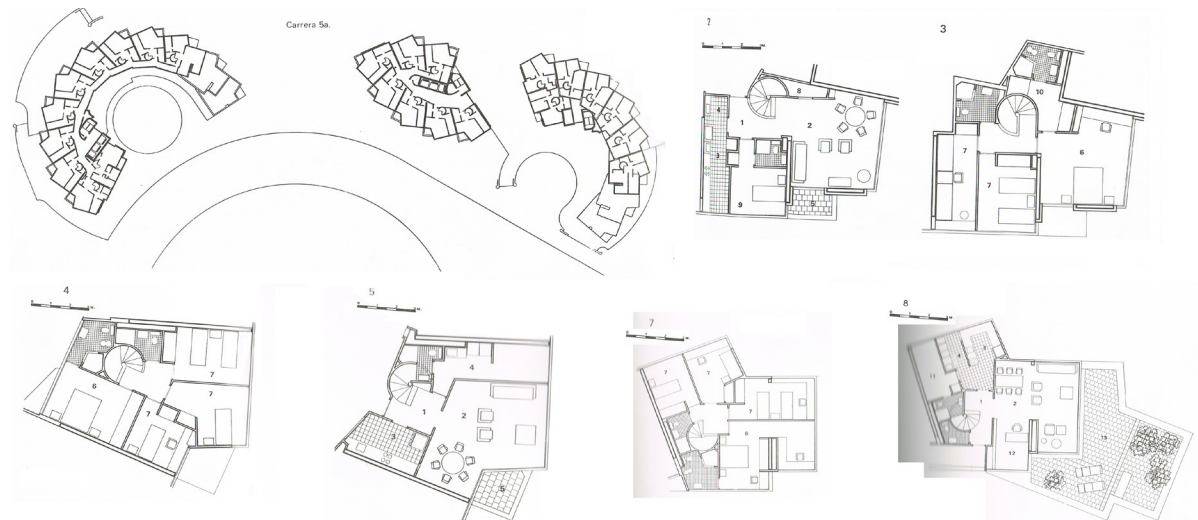


IMAGEN 277: Implantación General de Torres del Parque
Fuente: (Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2011)

PROTEGIDO



- 1.- Localización.
- 2.- Departamento en torre B y C, primer piso.
- 3.- Departamento en torre B y C, segundo piso.
- 4.- Departamento en torre A, B y C, primer piso.
- 5.- Departamento en torre A, B y C, segundo piso.
- 6.- Departamento en torre B y C, primer piso.
- 7.- Departamento en torre B y C, segundo piso.

IMAGEN 278: Departamentos tipo
Fuente: (Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2011)

Criterios:



Formales:

- Cada una de las tres torres ofrece una fisonomía diferente que cambia continuamente de acuerdo con el desplazamiento solar.
- Su forma se integra a la existente Plaza de Toros, permitiendo la transparencia entre la ciudad y su piedemonte, convirtiéndola en un jardín peatonal formado por escalinatas y rampas unidas al conjunto residencial y al parque.



Funcionales:

- Uso de balcones y terrazas que se convierten en extensiones de los espacios interiores de cada departamento, y así, articular una envoltura en ladrillo.
- El techo se convierte en las terrazas-jardín comunales que rodean al complejo.
- Su planta baja actualmente se conforma de locales comerciales para el consumo público.



Constructivos:

- Empleo del ladrillo como reflexión en que la forma se debe modificar si se modifica el material.
- Las formas circulares de las torres innovaron la construcción de caissons, cimentación profunda manual, en la época de construcción, adicionalmente, del problema topográfico del cerro de Monserrate.



Ambientales:

- Estudio del movimiento solar para la conformación de las plantas arquitectónicas, además, de buscar el confort de los usuarios para no crear espacios calurosos dentro de los departamentos.
- Inclusión del entorno vegetal dentro de las torres y sus recorridos exteriores por medio de jardines circundantes para uso de la ciudad y sus habitantes.



IMAGEN 279: Vista a Torres del Parque
Fuente: (Duque, 2011)



IMAGEN 280: Vista aérea a Ciudad Jardín
Fuente: (Buitrón de la Vega, 2011)

6.1.1.3. Conjunto Residencial
Ciudad Jardín

Características Generales:

Ciudad:
Quito, Ecuador
Autor:
Ferroinmobiliaria
Superficie de terreno:
Aprox. 170.000 m²
Densidad poblacional:
447 hab/hect.
Año:
2008
Nivel social:
Medio-bajo, Medio
Estado:
En construcción

Características de la tipología:

- Conjunto mixto de viviendas dúplex, torres de departamentos, locales comerciales, y equipamiento urbano como escuelas, iglesias, entre otros.
- Las casas dúplex se ofrecen desde 75m², con un patio posterior de 15 m² o terrazas. Los departamentos se ofrecen desde 64 m² con su estacionamiento techado o descubierto.
- Todas las torres de Departamentos cuentan con estacionamientos subterráneos, ascensores, salidas de emergencia y portero eléctrico.
- Se busca mantener el parque Metropolitano de Quito para el disfrute de los usuarios del conjunto cerrado.

Programa Arquitectónico:

La zonificación se compone de programa de vivienda de 40 manzanas en las que se encuentran casas dúplex y torres de departamentos de hasta 6 pisos, además de espacios verdes comunales y de esparcimiento, un centro cultural, un hospital del día, una unidad educativa, locales comerciales, guardería, entre otros.



IMAGEN 281: Vista hacia área residencial Ciudad Jardín
Fuente: (Buitrón de la Vega, 2011)

Esquema Gráfico:



IMAGEN 282: Implantación de Ciudad Jardín
Fuente: (Ciudad Jardín: Conjunto Residencial, 2012)

Criterios:



Formales:

- El megaproyecto consta de 40 etapas, que se construyen como manzanas, en las que cada manzana posee un estilo diferente pero manteniendo las características de calidad y tamaño propuestos.
- Los bloques de vivienda se distribuyen de manera escalonada, aprovechando la pendiente de la colina permitiendo las vistas hacia el bosque y los parques comunales.



Funcionales:

- Las viviendas no poseen dependencia visual unas con otras.
- Se busca crear un ambiente familiar y comunal creando áreas de esparcimiento dentro de cada manzana incentivando la interacción social.
- Los espacios exteriores están totalmente iluminados para seguridad y tranquilidad de los habitantes, los cuales deben respetar horarios y normas de convivencia adoptadas por las manzanas.



Constructivos:

- En cuanto a las casas, se construyen casas adosadas con paredes anchas para marcar independencia y evitar el ruido.
- Posee estructura antisísmica mediante el uso y estudio de hormigón armado en losas, vigas y columnas, y bloques de cemento vibro-prensados.



Ambientales:

- Implementar la ventilación e iluminación natural en todos los ambientes, invitando a gozar los paisajes de sus bosques perimetrales (Bosque Metropolitano de Quito).



IMAGEN 283: Vista hacia área de departamentos Ciudad Jardín
Fuente: (Ciudad Jardín: Conjunto Residencial, 2012)

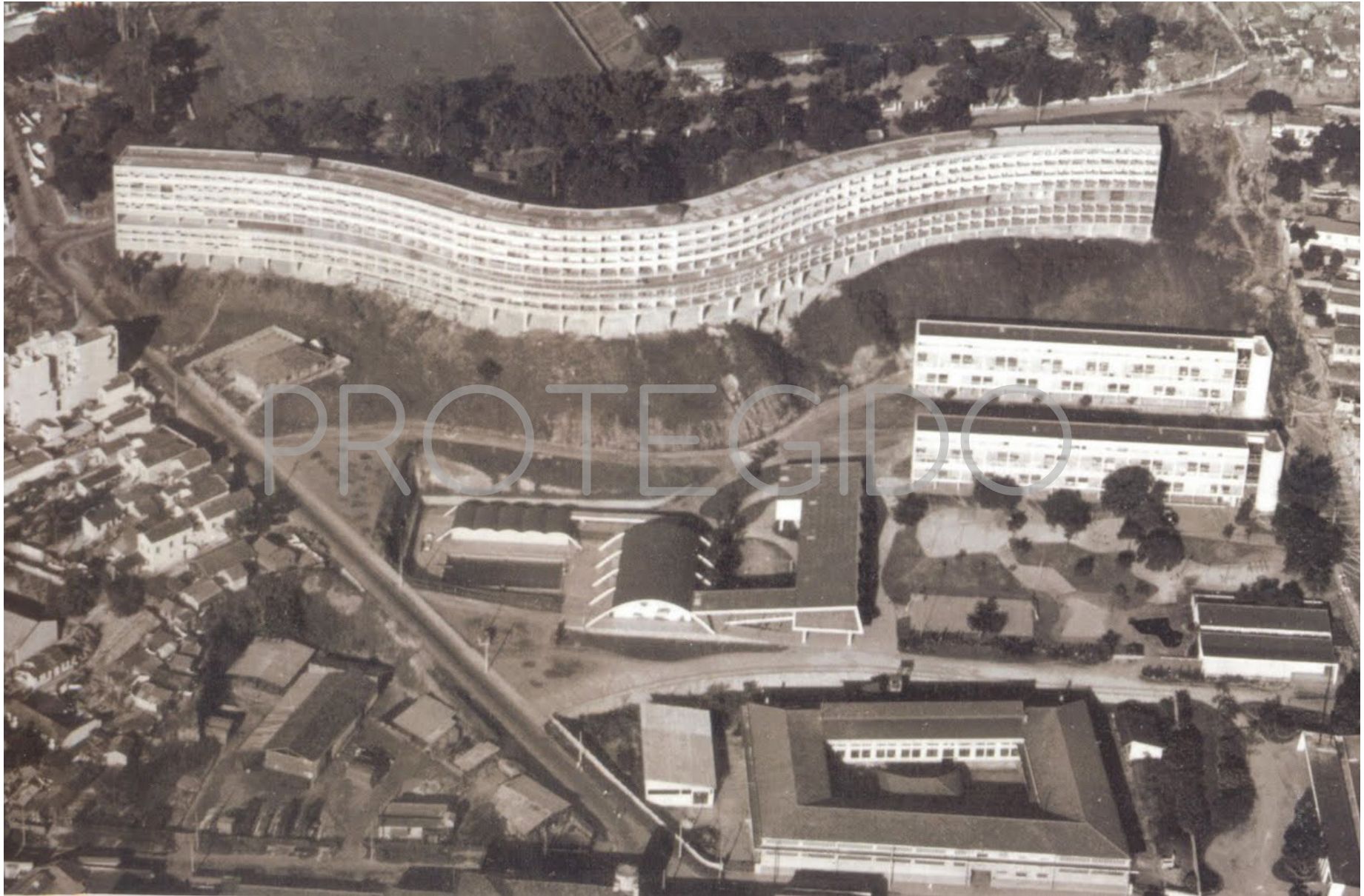


IMAGEN 284: Vista aérea a Conjunto Residencial Pedregulho
Fuente: (Oliveira, 2011)

6.1.1.4. Conjunto Habitacional Pedregulho

Características Generales:

Ciudad:
Rio de Janeiro, Brasil
Autor:
Affonso Eduardo Reidy
Superficie de terreno:
52.142 m²
Densidad poblacional:
130 hab/hect.
Año:
1947
Nivel social:
Medio-bajo, medio
Estado:
Construido

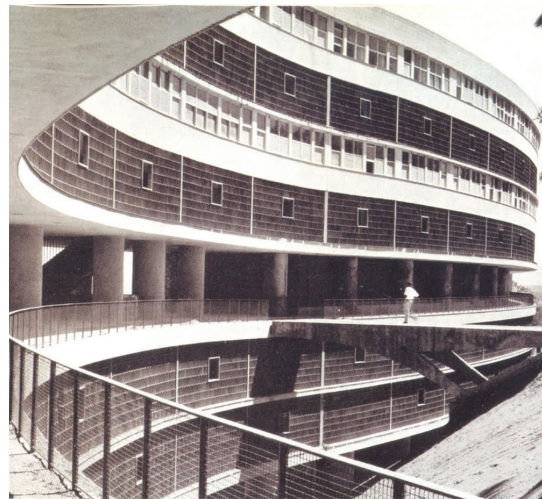


IMAGEN 285: Vista lateral de edificio Minhocao
Fuente: (Oliveira, 2011)

Características de la tipología:

- El proyecto comprende por cuatro bloques de vivienda: el bloque A, contiene 272 departamentos, y se sitúa en la parte más elevada del terreno, los bloques B1 y B2 son de 80 m. de longitud y contienen 56 departamentos en dúplex de 2 y 4 dormitorios. El bloque C, nunca construido, poseería 12 niveles y sería provisto de ascensor.
- El elemento de mayor jerarquía, el Minhocao, posee 7 pisos de altura con un largo de 260 m.
- Se ofrece dos tipos de departamentos: en los primeros dos pisos, cuentan por un solo dormitorio, y los superiores, son dúplex de dos dormitorios.
- Se propician las circulaciones peatonales ya que no cuenta con ascensores, dando lugar a rampas y pasarelas.
- Representación de las posibilidades formales del hormigón armado.
- Ingreso al bloque A por medio de puentes que conectan al piso intermedio.

Programa Arquitectónico:

Pedregulho se constituye de 3 bloques residenciales, 2 en la zona inferior del terreno, y 1 amplio en la ladera del cerro colindante, de mayo-

res dimensiones. Además cuenta con áreas de servicios comunes: jardín de infancia, escuela maternal, guardería infantil, escuela primaria, mer-

cado, lavandería, centro sanitario, pistas deportivas, gimnasios, piscina, vestuarios y un centro comercial.

Esquema Gráfico:

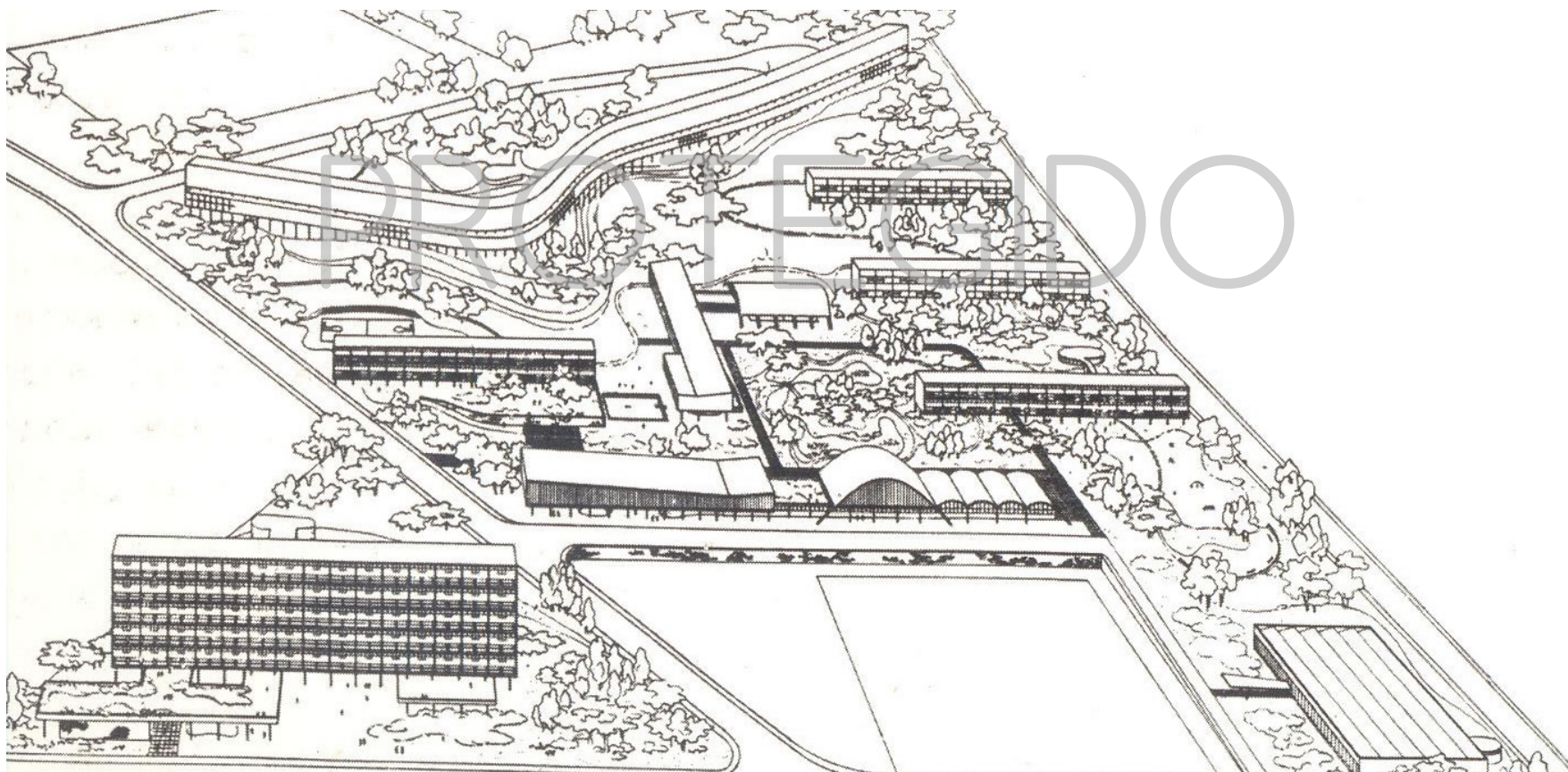


IMAGEN 286: Implantación de Conjunto Residencial Pedregulho
Fuente: (Oliveira, 2011)

Criterios:



Formales:

- Busca la estética y principios de Le Corbusier en el uso de control de la luz, ventilación y facilidad de movimiento con soluciones como arcos y bóvedas, líneas curvas y diseños ondulantes.
- Cada obra se define por un volumen simple que identifica la función: el paralelepípedo se destina a edificios de viviendas, el prisma trapezoidal a los edificios públicos y las cúpulas, a los edificios de esparcimiento deportivo.
- El edificio principal es de forma serpentina acompañando las condiciones naturales del terreno.



Funcionales:

- Se usan pilotes intermedios que seccionan el edificio en dos, usando el espacio intermedio para la circulación de aire y como eje articulador de las circulaciones.



Constructivos:

- Se diseña un gran edificio sobre pilotes que omite la pendiente natural de la zona por el uso de pasarelas, solucionando los pilotes a diferentes alturas utilizados de acuerdo a los desniveles del terreno.
- Se adoptan dispositivos de asoleamiento como brise-soleils de distintos tipos: orientables de eje vertical u horizontal y celosías cuadradas, rectangulares o hexagonales; implementados en sus fachadas norte y aportando como ventilación cruzada en los departamentos.



Ambientales:

- El Minhocao, el bloque sinuoso principal, no solo forma parte del paisaje sino que funciona como soporte para la contemplación del paisaje circundante estudiando las alturas y permitiendo las vistas en cada departamento.

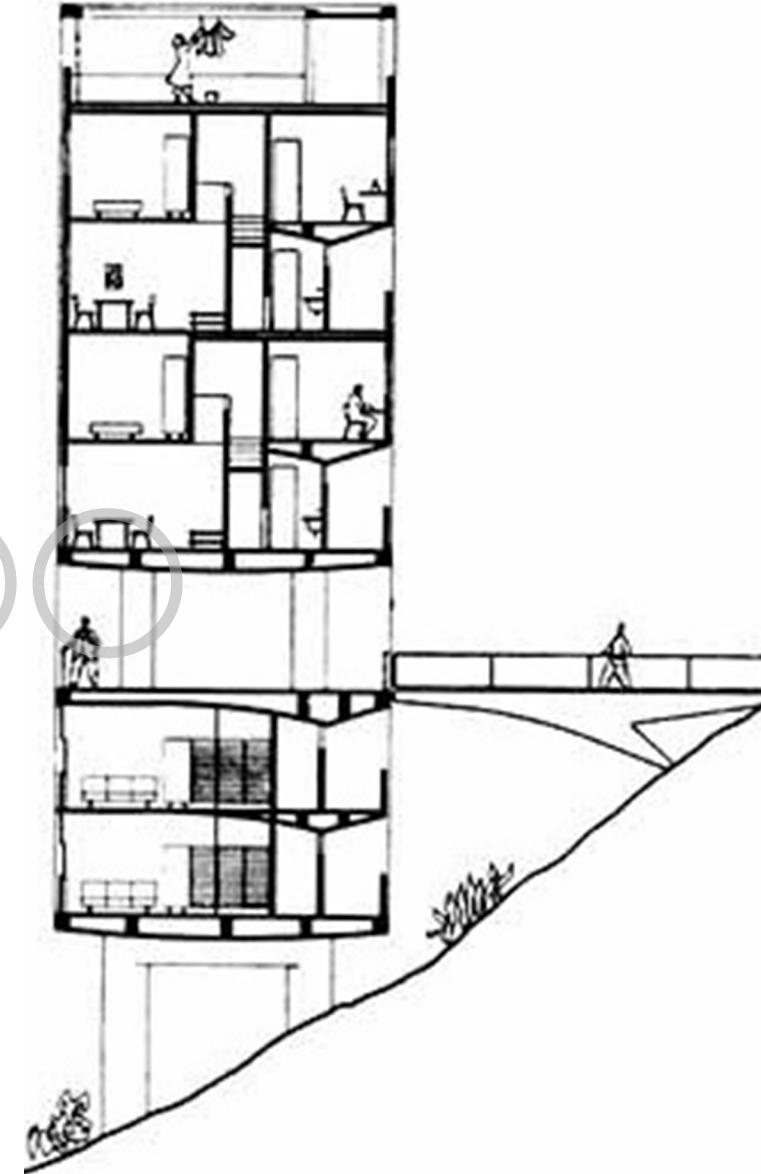


IMAGEN 287: Corte esquemático a edificio Minhocao
Fuente: (Reidy, 2003)



IMAGEN 288: Vista Lateral a 82 Viviendas en Carabanchel
Fuente: (Castro F. , Plataforma Arquitectura, 2012)

6.1.1.5.

82 Viviendas en
Carabanchel

Características Generales:

Ciudad:
Carabanchel, Madrid
Autor:
ACM arquitectos:
Atxu Amann
Andrés Canovas
Nicolás Maruri
Superficie de terreno:
13419.81 m²
Densidad poblacional:
183 hab/hect.
Año de proyecto:
2005
Año de obra:
2009
Nivel social:
Medio
Estado:
Construido



IMAGEN 289: Acabado en fachada de containers
Fuente: (Castro F. , Plataforma Arquitectura, 2012)

Características de la tipología:

- El programa se compone por 82 viviendas sometidas al régimen de protección pública de uno, dos, tres y cuatro dormitorios.
- Se complementa con un sótano para aparcamiento privado e instalaciones, así como zonas comunes en planta baja.
- El edificio se establece como un conjunto ordenado de containers, cuyos colores y acabados quedan a la elección de los usuarios mediante un catálogo de combinaciones, que pasan desde el color de la fachada hasta la organización interior y sus acabados.
 - Cada departamento posee dos fachadas, la calle y el patio, que beneficia a la ventilación cruzada de los espacios.
 - La distribución del conjunto se compone por núcleos de circulación vertical (2 deptos. por piso)
 - El edificio se cierra en sí mismo generando una cinta permeable, que se ajusta estrictamente a los límites del terreno.

Criterios:



Formales:

- Se propone un bloque lineal con fachadas principales en todas sus caras, con el mismo tipo de acabado al interior y al exterior.
- Se busca los atributos de la disposición de los containers y su separación mínima, creando espacios de terrazas que a su vez, buscan el espacio público, centro del proyecto, suponiendo una condición ambigua entre interior y exterior.



Funcionales:

- El espacio público interior queda entreabierto y conectado al conjunto y se compone de un jardín arbolado y una plaza en la que se pueden desarrollar programas de distinta cualidad, en la que conviven personas de distintas edades, en la que se practica deporte y se toma el sol de invierno.
- El modulo es una vivienda con patio, un patio delantero o trasero pero siempre pasante y ligado a la estancia de día siendo un huerto y un jardín.



Constructivos:

- La organización del bloque de viviendas, como una agrupación lineal y ordenada, se construye como una bandeja estructural de hormigón armado de manera horizontal, mientras que verticalmente, se asume la apilación y conexión de los containers considerando las distintas redes de suministro y evacuación de servicios básicos.



Ambientales:

- Se implementan terrazas pasantes, con las que se consigue mejorar el aislamiento acústico entre viviendas, además de articular el espacio público interior con la ciudad.
- La reutilización de containers en la estructura y piel del edificio disminuye la creación de desechos en obra e incentiva a la reutilización de recursos no renovables.



IMAGEN 292: Vista interior-externo en planta alta
Fuente: (Castro F. , Plataforma Arquitectura, 2012)

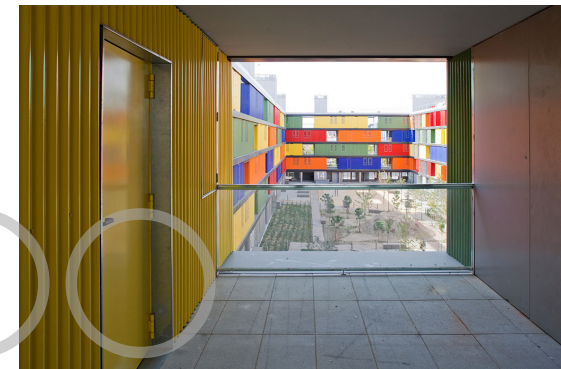


IMAGEN 293: Vista desde la vía principal
Fuente: (Castro F. , Plataforma Arquitectura, 2012)



IMAGEN 294: Vista hacia el patio interior
Fuente: (Castro F. , Plataforma Arquitectura, 2012)



IMAGEN 295: Vista aérea a Conjunto Residencial Sayab
Fuente: (ekuzion, 2011)

6.1.1.6. Conjunto Residencial Sayab

Características Generales:

Ciudad:
Cali, Colombia
Autor:
Arq. Luis de Garrido
Superficie de terreno:
42.200 m²
Densidad poblacional:
338 hab/hect.
Año de obra:
2012
Nivel social:
Medio
Estado:
Construido



IMAGEN 296: Vista hacia una torre del Conjunto Residencial Sayab
Fuente: (ekuzion, 2011)

Características de la tipología:

- El conjunto residencial se compone de cuatro grandes bloques, con un total de 345 departamentos y varios centros sociales y comerciales.
- Se ofrecen tres tipos de departamentos: de una planta con 59 y 72 m² y dúplex de 103 m².
- Se emplea un jardín con cubierta ajardinada en las terrazas de los edificios que crean microclimas de convivencia.
- No se dan dos viviendas iguales en todo el complejo, ya que todas las fachadas son distintas entre sí, y por lo tanto, todas las viviendas tienen balcones diferentes y colores diferentes.
- Sayab ha sido elegido como el Conjunto Residencial más sostenible de Colombia por medio de "FAS: Fundación América Sostenible."

Programa Arquitectónico:

- La urbanización Sayab estará compuesta por 345 viviendas repartidas en cuatro bloques que son completamente diferentes entre sí, áreas comerciales y zonas de ocio.

Esquema Gráfico:

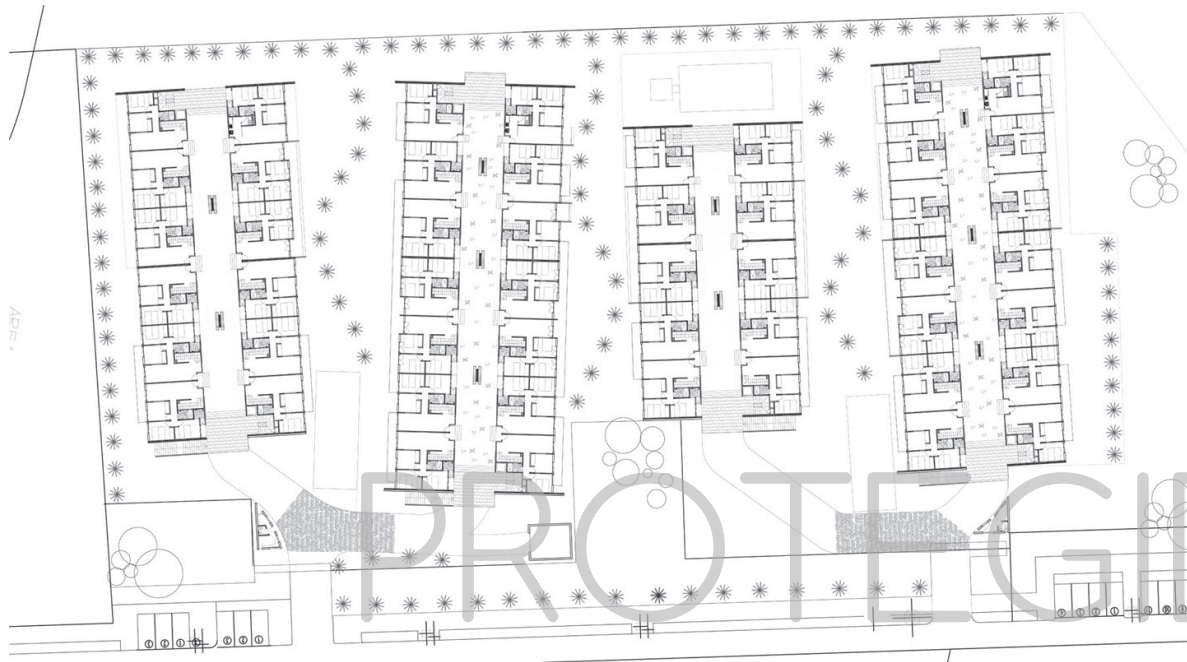


IMAGEN 297: Implantación general de Conjunto Residencial Sayab
Fuente: (Carreño, 2012)



PISO 1
Área total: 37.22 m²

IMAGEN 298: Distribución de departamento tipo
Fuente: (Carreño, 2012)



IMAGEN 299: Distribución de departamento tipo
Fuente: (Carreño, 2012)



IMAGEN 300: Distribución de departamento tipo
Fuente: (Carreño, 2012)



IMAGEN 301: Distribución de departamento tipo
Fuente: (Carreño, 2012)



PISO 2
Área total: 67.47 m²

IMAGEN 302: Distribución de departamento tipo
Fuente: (Carreño, 2012)

Criterios:



Formales:

- Se proponen cuatro bloques de ocho pisos con orientación este-oeste, que están a su vez, formados la unión de dos bloques separados entre sí por un patio longitudinal cubierto, así, garantizando que no se de radiación natural directa a la vivienda.

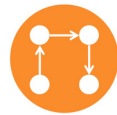
- Los bloques están perforados por varios sitios de la fachada, a modo de patios cubiertos a diferentes alturas, para así generar microclimas en el edificio.



Constructivos:

- Se diseña un sistema de prefabricado que reduce los desechos en la construcción.

- La estructura portante se realiza en base de paneles prefabricados de hormigón armado, ensamblados entre sí, que permiten su desmonte, recuperación y reparación de materiales, sin generar residuos en el futuro.



Funcionales:

- El diseño bioclimático y funcional permite la iluminación natural de todas las estancias de la vivienda, sin necesidad de iluminación artificial durante el día.



Ambientales:

- Se implementan estrategias bioclimáticas como forjados laterales, mallas metálicas, jardines, placas de hormigón armado, entre otros, para lograr que los edificios sean capaces de autorregularse térmicamente sin necesidad de acondicionamiento térmico.

- Se provee una superficie de zonas verdes que duplican la superficie del terreno, que funcionan como espacios públicos, semipúblicos o privados a fin de optimizar las relaciones sociales con los vecinos.

- Toda la lluvia se filtra gracias a los depósitos en cubierta y se utilizará para la cisterna del inodoro y para el riego de jardines.

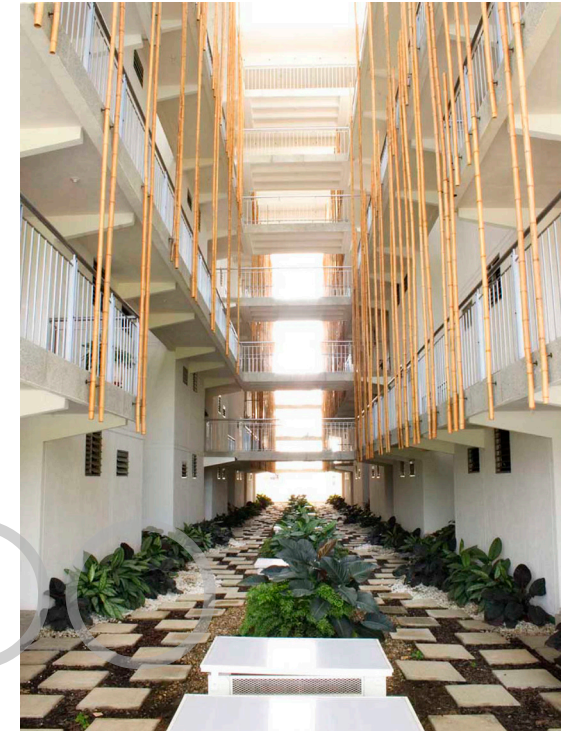


IMAGEN 303: Patio longitudinal cubierto
Fuente: (Carreño, 2012)

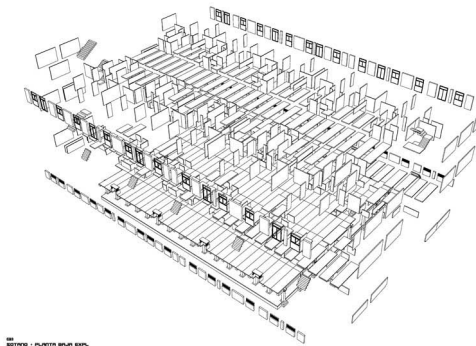


IMAGEN 304: Sistema prefabricado de estructura portante
Fuente: (Carreño, 2012)

6.1.2. Conclusión de tipologías

Cada proyecto estudiado es resultado de decisiones, diseño y criterios de los arquitectos diseñadores respondiendo a las necesidades del cliente, de la tipología, del sitio, entre otros. A continuación se detallan conclusiones a manera de criterios que permiten dar idea de las necesidades de una edificación o zonificación multifamiliar, atendiendo a las necesidades de clientes específicos para cada tipología.



Formales:

- Volumétricamente, un edificio de departamentos no posee limitaciones. La modulación se puede dar tanto en edificios formalmente sinuosos como regulares, quedando a criterio y solución conceptual del diseñador.
- La utilización de terrazas y ventanales permiten la ventilación cruzada de los espacios, además, permite las vistas hacia espacios verdes internos públicos generados.
- La correcta implementación de dispositivos de asoleamiento, como celosías, quebrasoles, aleros, entre otros, disminuye la exposición a la radiación so-

lar dentro de los departamentos aumentando el confort térmico en los usuarios.

- Los usuarios tienen mayor aceptación ante los edificios de departamentos al poder intervenir con opciones en el diseño de sus fachadas ya que crea un concepto de individualidad ante sus vecinos.
- Las torres de departamentos no deberían desligarse del espacio público sinolograr, consu fisionomía y distribución espacial, crear la sensación de seguridad para los usuarios de los departamentos.
- El diseño paisajístico del complejo residencial debe mantener la continuidad de los espacios verdes desarrollados en el terreno, de tal manera, que las torres de departamentos crean estos espacios verdes o formen parte de ellos, pero siempre debe existir una relación directa entre ellos.
- Los patios entre torres y espacios de ventilación en el desarrollo horizontal y vertical de la edificación permiten la generación de microclimas que benefician el confort climático de los usuarios y pueden lograr una conexión entre el entorno exterior y los patios interiores.



Funcionales:

- Evitar las vistas directas del exterior al interior en departamentos de planta baja creando sótanos o semisótanos de estacionamientos resolviendo el problema de espacio para parqueos en la zonificación del terreno. Esto aumentará el espacio para áreas verdes y equipamiento urbano.
- El equipamiento urbano responde al sitio donde se encuentra ubicado el terreno, la densificación del conjunto residencial y las necesidades que tenga el mercado al cual se diseña. Estos factores son determinantes para deducir la cantidad y tipo de equipamiento urbano implementar al conjunto residencial.
- Evitar que exista visual desde el exterior al interior de los departamentos y entre sus vecinos para garantizar la privacidad en las familias.
- Ofrecer, en las torres de departamentos, ofrecer departamentos dúplex para las familias con hijos y departamentos de una sola planta para personas solteras o familias con menores requerimientos de espacios.
- Crear espacios de integración social en terrazas verdes que contribuyan a la formación de huertos y áreas verdes.



Constructivos:

- El material a emplearse debe responder a las necesidades formales de la edificación y al confort climático de los departamentos para que no acumulen radiación solar y permitan tener espacios interiores frescos.
- Por lo general, se emplea un sistema estructural porticado en hormigón armado o metálico; o sistema estructural en base a muros portantes, para brindar mayor durabilidad y seguridad a las edificaciones en altura, sobre todo en la importancia de ser resistente a los sismos del lugar.
- La conservación de módulos ordenados permite lograr una economía en el sistema constructivo.
- Empleo de materiales que disminuyan la transferencia sonora entre departamentos y las afectaciones ruidosas en el entorno, como paredes gruesas o aislamiento.
- Permitir la flexibilidad de los espacios interiores de los departamentos, estableciendo opciones para que las familias puedan modificar su espacio habitable interior mediante el uso de tabiquería móvil y mobiliario adaptable en sus departamentos.



Ambientales:

- La densificación de la vivienda en soluciones en altura ofrece mayor área para el uso público, comunal, áreas verdes, deportivas, de esparcimiento, etc.
- La planificación de los espacios interiores de los departamentos deben lograr tener ventilación cruzada, considerando el recorrido de los vientos naturales, e iluminación natural adecuadas que brinda ahorro energético a los usuarios.
- Implementar estrategias bioclimáticas como quiebrasoles, aleros, mallas metálicas, jardines, entre otros, que permitan lograr que los edificios sean capaces de autorregularse térmicamente sin necesidad de acondicionamiento térmico.
- Incentivar la recolección y tratamiento de aguas de lluvias mediante depósitos en cubiertas que permitan la reutilización de aguas para cisternas de inodoro y riego de jardines interiores y exteriores.
- Buscar sistemas constructivos que reduzcan los desechos en obra y permita menores tiempos de afectación al entorno, tal como el sistema prefabricado.
- La edificación no debe sobreponerse al paisaje sin poder ser parte de ella y aprovecharla para brindar vistas al departamento.

PROTEGIDO

PROTEGIDO

DISEÑO ARQUITECTÓNICO

Capítulo 7

- 7.1 Criterios de diseño
- 7.2 Análisis de sitio
- 7.3 Programa arquitectónico
- 7.4 Diseño de la implantación general
- 7.5 Diseño de edificios de viviendas tipo
- 7.6 Presupuesto referencial de piso tipo
en torre de departamentos



IMAGEN 305: Vista hacia torre de departamentos
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

7.1. Criterios de Diseño

En el apartado anterior, se recopilan diferentes criterios que arquitectos diseñadores han incluido en proyectos arquitectónicos referentes a edificaciones multifamiliares. Estos criterios manejan factores de tipo formal, funcional, constructivo y ambiental. A continuación, se plantean objetivos de diseño propios que deben seguirse para el diseño del conjunto residencial en Vía a la Costa. Estos se acompañan de criterios de diseño que se convierten en pautas para lograr los objetivos planteados.

PROTEGIDO

Diseñar departamentos para la clase social media que permita al cliente tener opciones de individualidad tanto a nivel espacial como formal.

Criterios:



Formales:

- Utilización de dispositivos de sombra en fachadas como louvers y terrazas cuya composición en fachada puede ser seleccionada por el usuario de su departamento
- Manejo de composición de fachada por medio de juego de texturas como hormigón, acero y paredes verdes.



Funcionales:

- Distribución de espacios flexibles en los departamentos de tal manera que el usuario pueda transformar su espacio acorde al crecimiento del hogar.



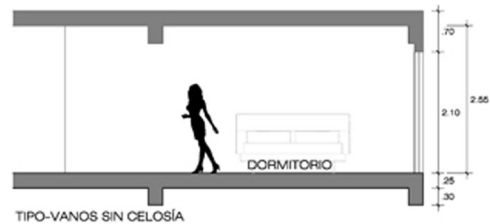
Constructivos:

- Diseño de módulos prefabricados en hormigón reforzado que se ensamblen entre sí, permitiendo modificar el espacio interior de los departamentos.
- Diseño de una estructura modular mixta de pórticos y muro portante que regularice pero no limite la distribución interna de los departamentos.

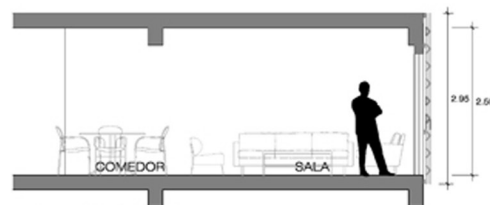


Ambientales:

- Mantener el confort de los demás usuarios del edificio si se hace alguna modificación en algún departamento al promover un sistema de prefabricado que disminuye desechos en obra y garantice tiempos menores en proceso de construcción.
- Empleo de materiales saludables y biodegradables en las estructuras de composición de fachada que no perjudiquen la salud de las personas ni al medio ambiente, tanto en su fabricación como en su vida útil.



TIPO-VANOS SIN CELOSÍA



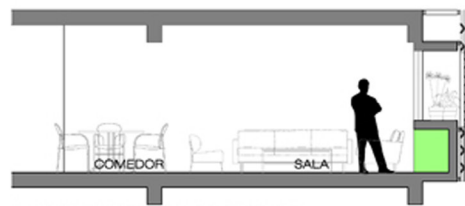
TIPO-VANOS CON CELOSÍA FIJA



MAMPARA CON CELOSÍA CORREDIZA



MAMPARA CON CELOSÍA CORREDIZA A 0.60m



VANO CON CELOSÍA CORREDIZAY ESPACIO COMPLEMENTARIO A 0.60m

IMAGEN 306: Uso de dispositivos de sombra en fachada seleccionado por el usuario
Fuente: (Pastorelli, 2009)



125 m2 DUPLEX
DPTO.G1

IMAGEN 307: Espacio flexible en departamento
Fuente: (Pastorelli, 2009)



125 m2 DUPLEX
DPTO.G2

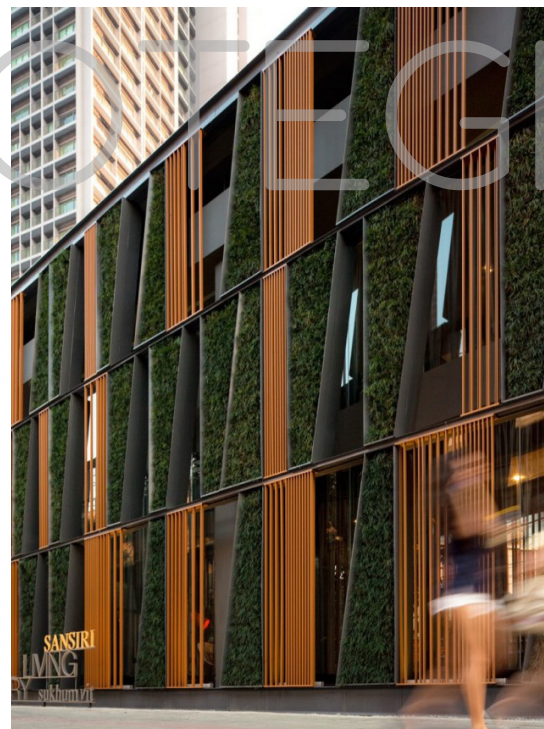


IMAGEN 308: Composición en fachada por medio de texturas
Fuente: (Portilla, Plataforma Arquitectura, 2011)



IMAGEN 309: Empleo de materiales saludables en fachada
Fuente: (Furuto, 2012)

Crear áreas comunales y de esparcimiento que fomenten las relaciones entre los usuarios del edificio y la comunidad

Criterios:



Formales:

- Implementación de terrazas o balcones verdes que funcionen como huertos que busquen la congregación de los usuarios, en especial, amas de casa.
- Continuidad del diseño paisajístico del conjunto residencial hacia las torres de departamentos, de tal manera, que funcionen como una unidad, por medio del desarrollo de recorridos y texturas de materiales.



Funcionales:

- Generación de zonas de esparcimiento acorde a grupos de edades y afines.
- Creación de áreas comunales en sitios clave, a manera de jardines interiores, en sitios clave de la torre de departamentos, minimizando el área comunal dada en la circulación vertical.



Constructivos:

- Empleo de materiales impermeabilizantes eco amigables que cuiden a la estructura del edificio ante daños de humedad dados por la vegetación.



Ambientales:

- Fomentar el cuidado por el ecosistema mediante espacios de esparcimiento que promueven el reciclaje y la reutilización de los desechos.
- Mantenimiento progresivo de las áreas verdes para un mejor cuidado del conjunto residencial y su entorno.
- Promover el uso de ciclo vía y pista de jogging para beneficio de los moradores.

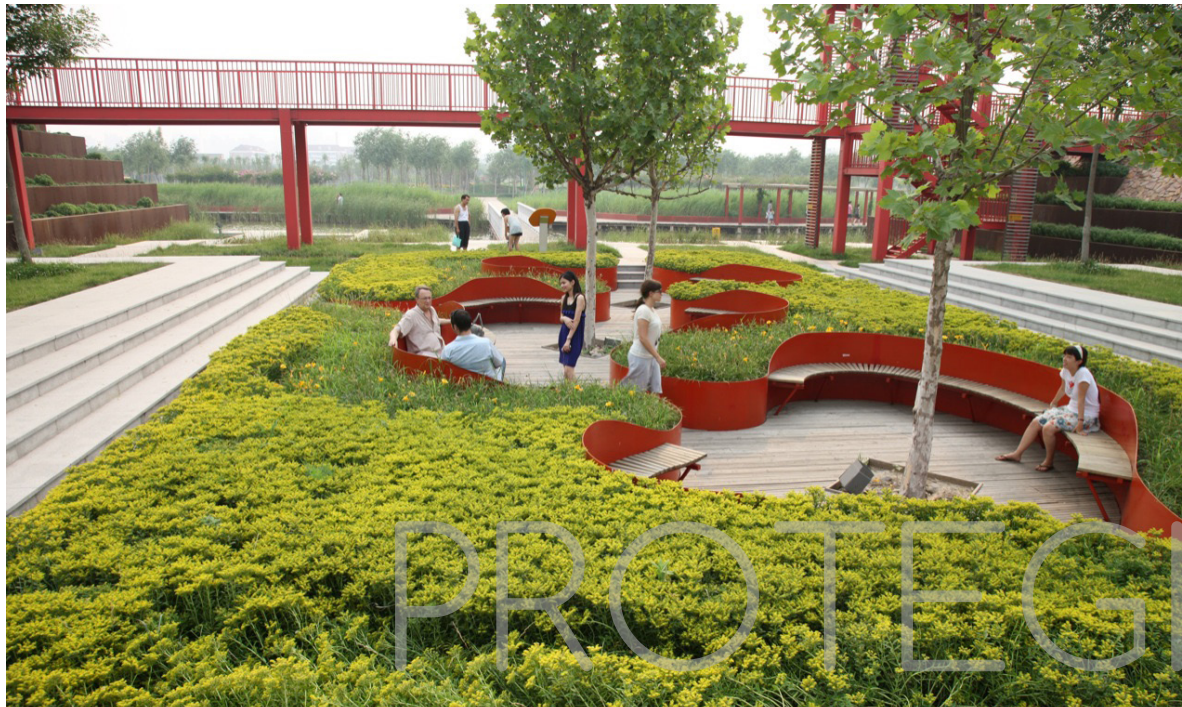


IMAGEN 310: Diseño paisajístico que promueva al esparcimiento por medio de recorridos y texturas
Fuente: (ArchDaily, 2011)



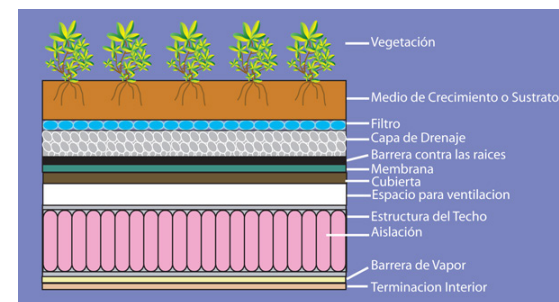
IMAGEN 311: Promover el uso de ciclovía y jogging
Fuente: (Andunce, 2012)



IMAGEN 312: Creación de huertos que congreguen usuarios en las plantas del edificio
Fuente: (Vinnitskaya, 2011)



IMAGEN 313: Terrazas verdes en edificación de vivienda
Fuente: (Gutierrez, Plataforma Arquitectura, 2011)



Esquema Techo Verde - Techo Convenciona

IMAGEN 314: Detalle constructivo de terraza verde
Fuente: (Zuleta, 2011)

Integrar el entorno inmediato al conjunto residencial estudiando al terreno y sus características, para así, disminuir la afectación negativa que crea el emplazamiento de una edificación.

Criterios:



Formales:

- Generación de aperturas en la volumetría del edificio que enmarque las vistas importantes hacia el entorno inmediato.
- Conservación de la pendiente del terreno mediante el escalonamiento de la volumetría.
- El edificio no busca imponerse al paisaje circundante sino ser parte de este.
- Diseño del plan maestro debe conservar las áreas verdes existentes principales del terreno disminuyendo la afectación que pueda crear el proceso de construcción.



Funcionales:

- Estudio de las vistas y recorrido del viento para el diseño de los vanos de los espacios hacia las fachadas.
- Creación de sótanos y semisótanos de parqueos para reducir el área de estacionamientos en el terreno disminuyendo la afectación a este.



Constructivos:

- Aligerar la estructura con un sistema prefabricado en hormigón reforzado diseñado a manera de ensambles que permitirá reducir el impacto de cargas en el terreno.
- Uso de materiales, texturas y colores que sean armoniosas con el paisaje



Ambientales:

- Minimizar la afectación de una edificación a la huella ecológica creando sótanos y semisótanos de parqueos y plantas libres en planta baja aportando con vegetación en vez de disminuirla.
- Estudio de los vientos predominantes y recorrido solar que afecta al terreno para la planificación de los espacios interiores considerando la ventilación cruzada y regulación térmica en los espacios.
- Planificación de abastecimiento de agua potable y el tratamiento y desagüe de aguas negras y de lluvias, de tal manera, que no afecte al entorno y no existan riesgos de inundación y mala conducción de aguas.



IMAGEN 315: Volumetría que enmarque las vistas al entorno circundante
Fuente: (ArchDaily, 2011)



IMAGEN 316: Conservar las características del entorno y terreno
Fuente: (Quadratura, 2011)

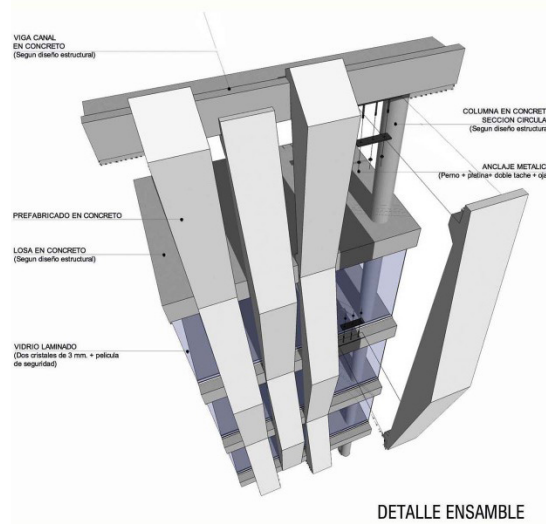


IMAGEN 317: Uso de prefabricados en hormigón
Fuente: (Hevia García, 2010)

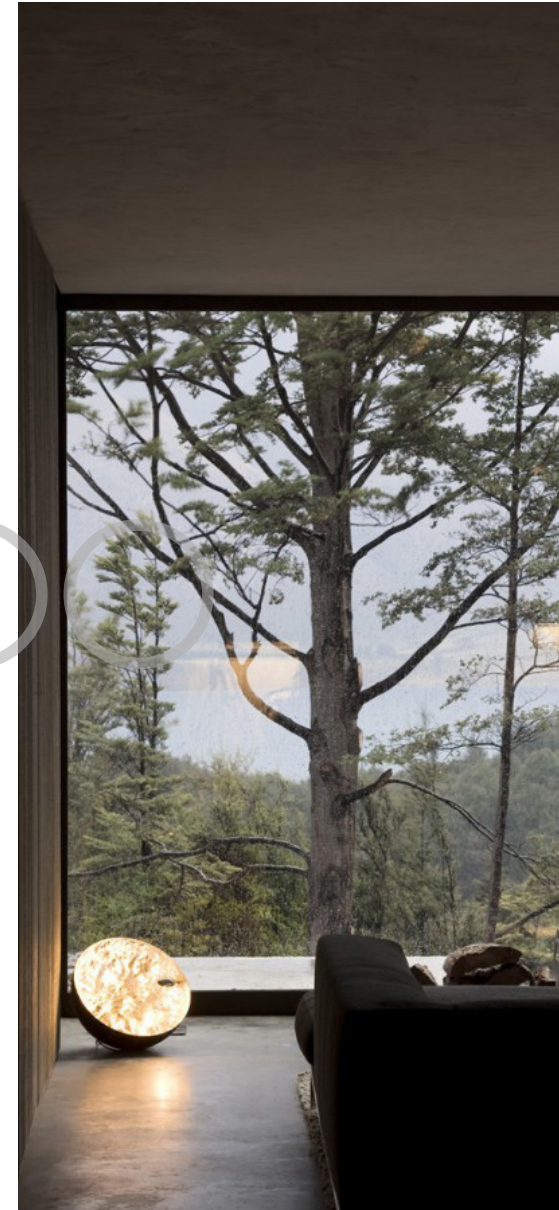


IMAGEN 318: Estudio de vanos que permitan vistas agradables hacia el entorno
Fuente: (ArchDaily, 2009)

Diseñar un sistema constructivo innovador en el medio que responda positivamente a condicionantes sísmicas y ambientales.

Criterios:



Formales:

- Uso del hormigón visto con diseño de nervaduras en un sentido para la composición de fachadas en las torres.
- Volumetrías que resalten las propiedades del sistema constructivo.
- Búsqueda de un sistema constructivo innovador, pero utilizando un material constructivo que sea propio al medio y de aceptación cultural.



Funcionales:

- Uso del hormigón visto con diseño de nervaduras en un sentido para la composición de fachadas en las torres.
- Volumetrías que resalten las propiedades del sistema constructivo.
- Búsqueda de un sistema constructivo innovador, pero utilizando un material constructivo que sea propio al medio y de aceptación cultural.



Constructivos:

- Diseño de paneles prefabricados en hormigón aligerado que se ensamblan actuando como mampostería en la fachada de una edificación en altura.
- Propuesta de cimentación profunda a base de pilotaje que ayude a trasladar las cargas vivas y muertas que provoquen el edificio al terreno.
- Considerar el riesgo sísmico que posee la ciudad de Guayaquil en el diseño de la estructura portante.
- Construcción en módulos abarata el sistema constructivo por su producción en masa.
- El sistema de ensamblaje permite reparar las piezas si fuera necesario por lo que la vida útil del edificio sería prolongable ya que si alguna pieza se daña, es posible reemplazarla.



Ambientales:

- Propuesta con paneles prefabricados reduce tiempos en el proceso constructivo, lo que disminuye la afectación al entorno que crea la actividad de la construcción.

- Empleo de materiales de la zona disminuye el impacto ambiental que crea el transporte y el consumo energético que conlleva su traslado.

- Al ser un sistema de ensamblaje, se da un proceso de montaje en seco en obra que soluciona el problema de desechos en obras tradicionales como los encofrados y basura.

- Utilización de componentes reparables puede permitir desmontar el edificio y construir otro si se desea, por lo que la afectación de la huella ecológica también es reparable.

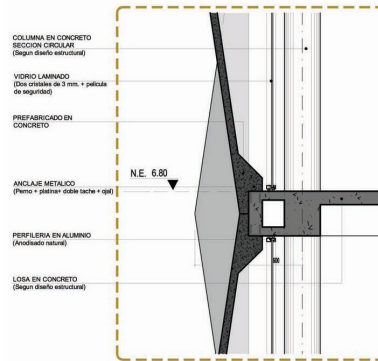


IMAGEN 319: Detalle de sistema prefabricado de hormigón
Fuente: (Hevia García, 2010)

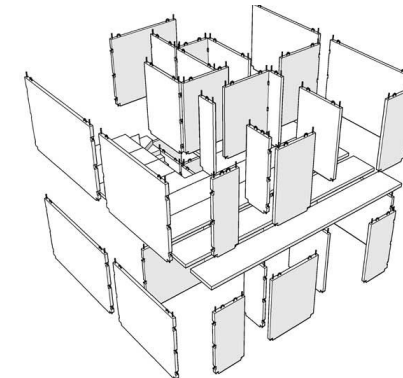


IMAGEN 320: Ensamblaje de piezas prefabricadas por junta seca
Fuente: (ekuazion, 2011)



IMAGEN 321: Uso de sistema prefabricado de junta seca en vivienda
Fuente: (ArchDaily, 2011)

Garantizar la seguridad de los usuarios del conjunto residencial.

Criterios:



Formales:

- La volumetría de las torres de departamentos debe crear la sensación de seguridad a fin de evitar el uso de rejas y cerramientos.
- Definición de semisótanos evita crear departamentos en planta baja resolviendo el problema de vistas del exterior al interior hacia estos departamentos.
- Diseño de un programa de evacuación y actuación ante emergencias considerando, en el diseño, la circulación vertical y salidas de emergencia necesarios.



Funcionales:

- Propuesta de un solo ingreso principal que se conecta hacia la vía de acceso (vía a la Costa).
- Estudio de los recorridos a nivel vehicular, peatonal, ciclovía, jogging, entre otros, para brindar seguridad vial a cada grupo de interés.
- Evitar la visual desde el exterior al interior entre departamentos.
- Implementación de sistemas domóticos como alarmas controlados por el conjunto residencial.



Constructivos:

- Empleo de materiales con alta resistencia sísmica.
- Uso de materiales antideslizantes en pisos de áreas sociales que requieran bajo mantenimiento.
- Garantizar la seguridad en el proceso constructivo mediante normativas en empleados y manejo de procesos.



Ambientales:

- Diseño de iluminación del conjunto residencial debe considerar tiempos de iluminación e intensidades para reducir costos energéticos, además de emplear técnicas como lámparas LED que cuiden al medio ambiente.

Proponer un conjunto residencial que brinde mayor confort a sus residentes.

Criterios:



Formales:

- Estudio de vientos predominantes y el recorrido solar en el terreno define el emplazamiento y forma de la torre de departamentos buscando el confort térmico de los ambientes.
- Importancia de las vistas dadas por la altura a la que se desarrolla las torres permite la definición de los vanos en los departamentos.
- Estudio de la afectación de las canteras cercanas al edificio permitirá desarrollar sistemas de protección ante esta afectación en el aire por medio de vegetación que actúe como barrera y purificadora natural de aire.



Funcionales:

- Crear recorridos de sombra y protección ante eventos de lluvia que permitan a los usuarios movilizarse tranquilos hasta llegar a su departamento.
- Desarrollo de jardines internos y terrazas verdes generan microclimas que actúan como un colchón térmico, además, de regenerador de aire y aislamiento sonoro.



Constructivos:

- Empleo de dispositivos de sombra como louvers, aleros, celosías, entre otros que disminuyan la exposición a la radiación solar en las fachadas y así, reducir costos energéticos.
- Uso de materiales transpirables como louvers y mallas, que aseguren la ventilación natural en los espacios dentro del departamento.



Ambientales:

- Diseño bioclimático debe permitir la iluminación natural en todos los espacios del departamento para no requerir iluminación artificial durante el día.
- Empleo de paredes crea una barrera térmica en las fachadas de los edificios.

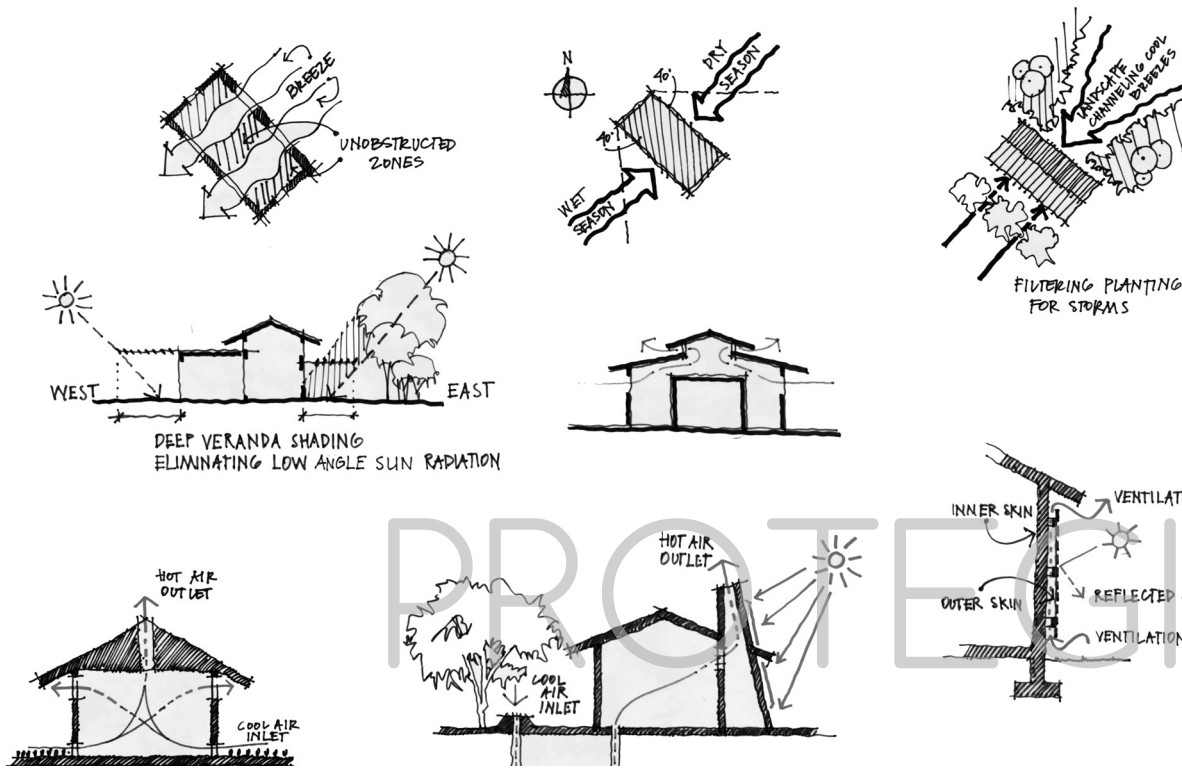


IMAGEN 326: Estudio de (vientos/vistas/sol) como diseño bioclimático del departamento
Fuente: (MEK Enterprises, 2009)

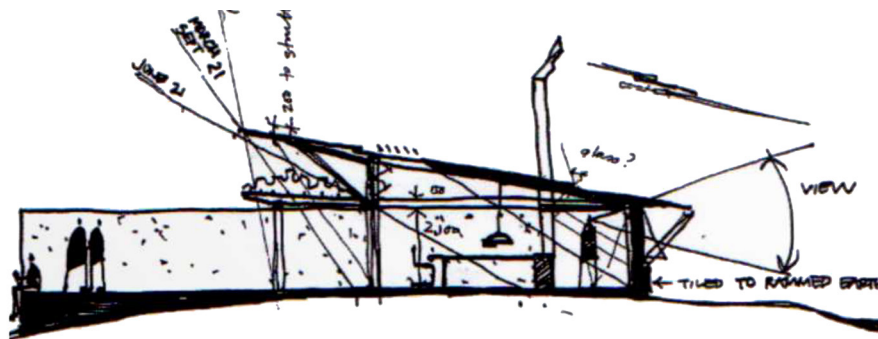


IMAGEN 327: Estudio de (vientos/vistas/sol) como diseño bioclimático del departamento
Fuente: (Unión de Arquitectos de Catamarca, 2012)

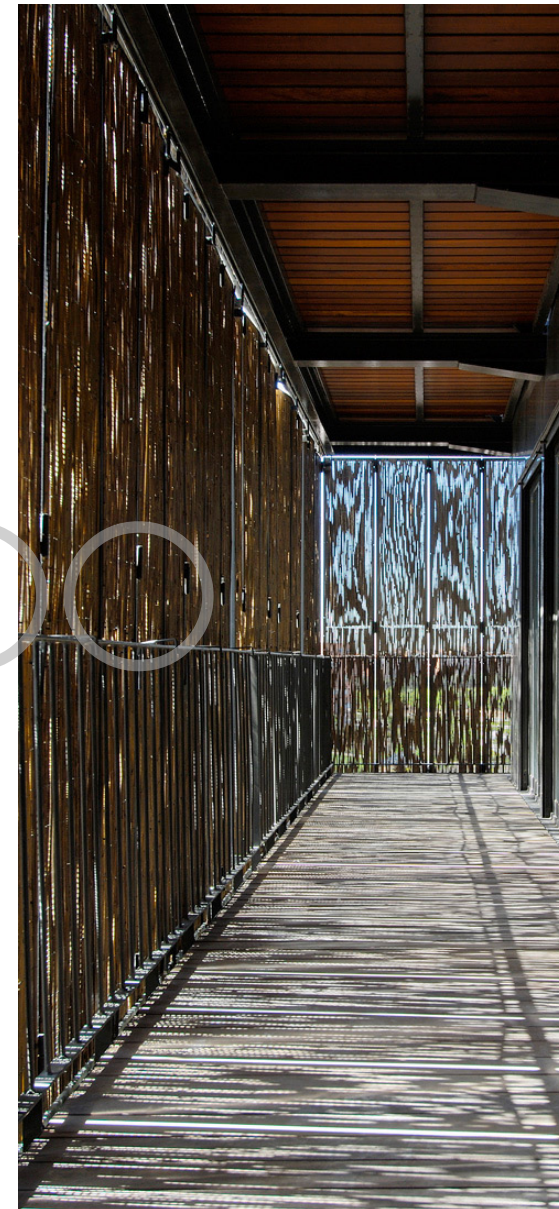


IMAGEN 328: Empleo de dispositivos de sombra para disminuir exposición solar
Fuente: (Basulto, Plataforma Arquitectura, 2008)



IMAGEN 329: Vista hacia el sitio del proyecto
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

7.2. Análisis del Sitio

Como punto de partida a la elección de un terreno a proyectar un conjunto residencial, se basó en un estudio investigativo parte de un proyecto de tesis de maestría de proyectos arquitectónicos de la Universidad de Cuenca. (Cuenca Rosillo, et al., 2011) La tesis, Densificación de la ciudad: Aproximación desde la arquitectura, analiza diversos conjuntos de viviendas de ciudades modernas y latinoamericanas, a fin de encontrar un modelo de densificación que permita el bienestar humano y optimice el uso de suelo, en diversos tipos de edificaciones tales como torres, barras, viviendas unifamiliares, entre otros. Como propuesta de donde densificar en la ciudad de Guayaquil, se señalan tres zonas con diferentes condicionantes tales como:

- Zona consolidada (centro de la ciudad)
- Zona en expansión
- Periferia

Se escoge el modelo designado a periferia ubicado en Vía a la Costa como ejemplo preliminar de selección de terreno. Esta selección se debe a su viabilidad como proyecto de vivienda con alta densidad y su equipamiento urbano en crecimiento en el sector.

En la Ordenanza del Plan Regulador de Desarrollo Urbano de Guayaquil expedida en el año 2000 (M.I. Concejo Cantonal de Guayaquil, 2000), se planifican

áreas de expansión urbana entre las que se establece la Zona Embalse Chongón como segunda zona de crecimiento urbano. Este pronóstico planificado hacia zona urbanizable permite que en el año 2005 se expida una reforma a las normas de edificación del área que lo califica a la zona como Subzona ZR-1, zona residencial.

Ambos factores permiten decidir un terreno en el área, que permite ser urbanizado como un conjunto residencial de alta densidad. El terreno escogido pertenece a una persona privada y se encuentra en el Km. 15 Vía a la Costa. Como características generales, el terreno se encuentra colindando al bosque protector Cerro Blanco y a bosques protegidos, por lo que la conservación de la fauna y naturaleza es importante para el desarrollo del proyecto. Este posee aproximadamente 17 hectáreas, sin embargo, solo se planificaran 10 hectáreas debido a la topografía del terreno y decisión del propietario de no realizar afectación alguna al cerro del bosque protegido.

En fin, el terreno escogido permite ser un reto para lograr un proyecto eco-amigable ya que se busca aportar al sitio con huella ecológica, creando mayor espacios de áreas verdes y densificando la vivienda, permitiendo la densidad máxima para el conjunto residencial y así tener satisfacer al cliente económicamente.

7.2.1. Ubicación del proyecto

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SITIO		
Ubicación: Kilometro 15 Vía a la Costa Guayaquil, Ecuador	Dimensiones totales: (Vista de frente al terreno) Norte: 297.15 m Sur: 410.64 m Este: 486.03 m Oeste: 494.16 m	Coordenadas: Longitud: 2° 11' 07" S Latitud: 80° 00' 40" W
Acceso: Sentido Guayaquil-Salinas Av. Jaime Nebot Velasco (Vía a la Costa)		Elevación: Punto más alto: 125.4 m sobre el nivel del mar Punto más bajo: 25.2 m sobre el nivel del mar
Límites: (Vista de frente al terreno) Norte: Bosque Protegido Sur: Av. Jaime Nebot Velasco (Vía a la Costa) Este: Cantera N° 10 Oeste: Bosque Protector Cerro Blanco	Dimensiones a utilizar: (Vista de frente al terreno) Norte: 342.25 m Sur: 410.64 m Este: 302.53 m Oeste: 326.33 m	Terreno: Área total: 173450.47 m ² (17.35 ha) Área a utilizar: 118067.67 m ² (11.81 ha) Perímetro total: 1677.84 m Perímetro a utilizar: 1381.69 m



IMAGEN 330: Implantación del terreno obtenida de Google Earth
Fuente: Google Earth, 2012

7.2.2. Normativas del terreno del Proyecto

El presente proyecto posee como las siguientes dimensiones de proyecto:

Dimensiones a utilizar	
Visto de frente al terreno	
Norte:	342.25 m
Sur:	410.64 m
Este:	302.53 m
Oeste:	326.33 m

Tabla 52: Dimensiones del proyecto
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

La municipalidad de Guayaquil expide en el año 2000, la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del Cantón de Guayaquil (M.I. Concejo Cantonal de Guayaquil, 2000). En ella, se exponen los reglamentos y normas de edificación vigentes hasta la fecha existiendo ciertas reformas expedidas años después. Para el sector de Vía a la Costa, existe una reforma en el año 2005 por la que se rige el siguiente proyecto. Dentro de esta reforma, podemos conocer la siguiente información acerca del terreno de proyecto:

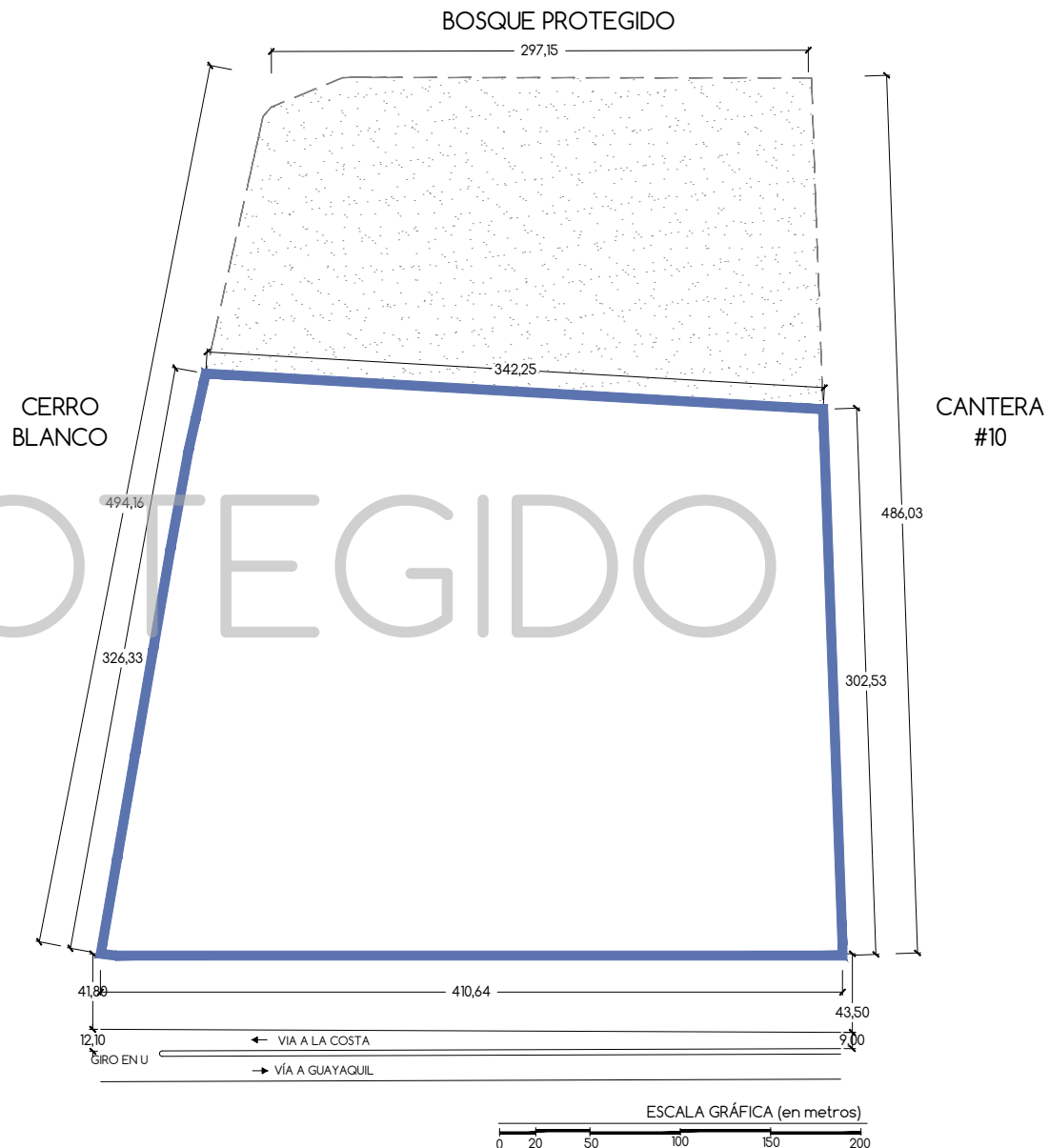


IMAGEN 331: Dimensionamiento del terreno de proyecto
Fuente: Levantamiento entregado por propietario

Subzona: ZR2.1 (Zona Residencial)

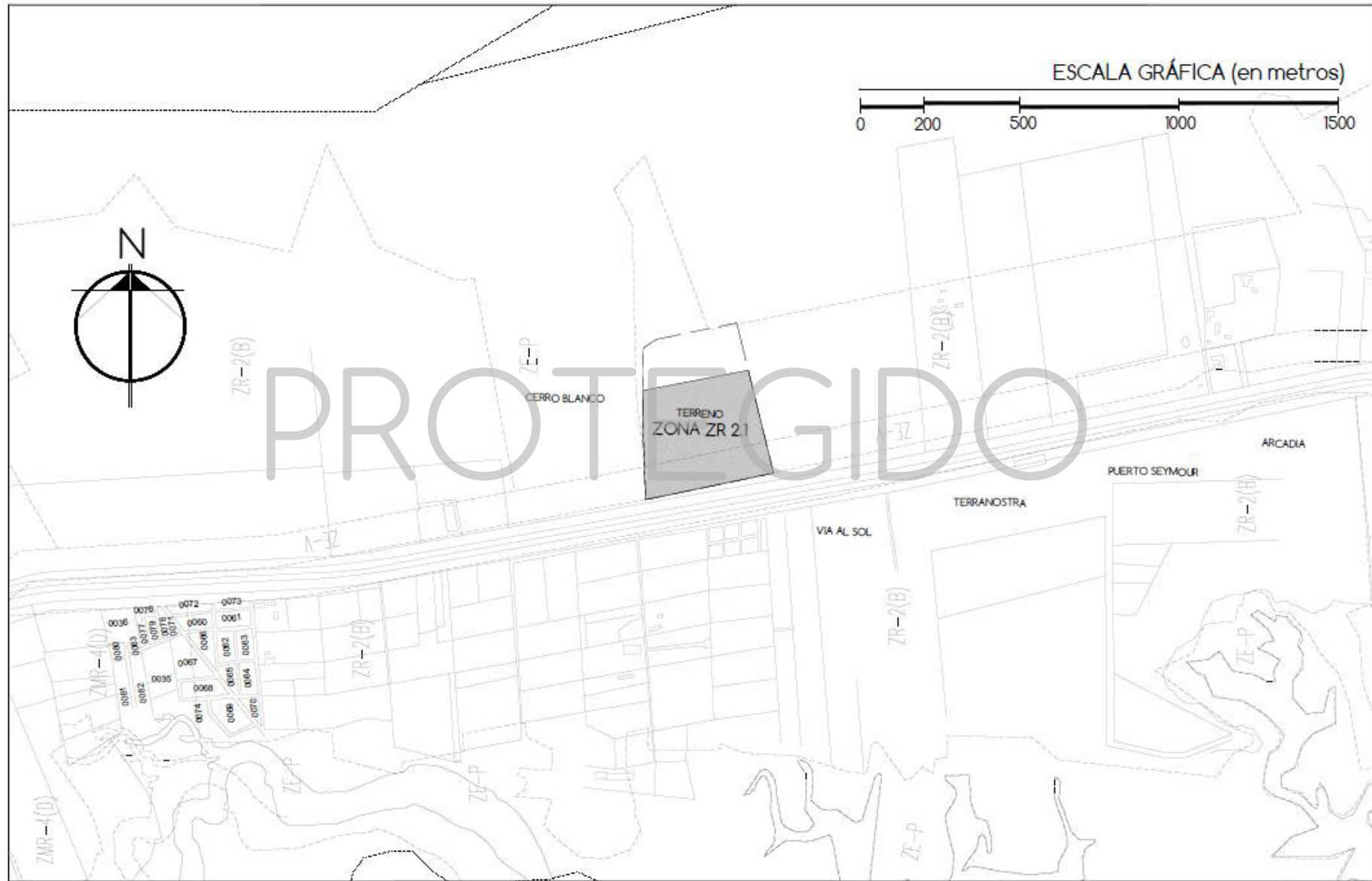


IMAGEN 332: Plano de ubicación y catastros
Fuente: (M.I. Concejo Cantonal de Guayaquil, 2000)

Dentro de esta normativa, es posible definir la densidad neta en edificios multifamiliares. Considerando que se posee doce hectáreas de terreno, se multiplica 12x600 que es la densidad neta para multifamiliares en la zona. Esto nos equivale a un aproximado de 7200 habitantes para el cual el proyecto debería estar diseñado. A su vez, en la misma ordenanza, se logra conocer que el equipamiento urbano requerido para este proyecto es el siguiente:

**ANEXO No. 1
REQUERIMIENTOS DE EQUIPAMIENTO
CUADRO 1-B
EQUIPAMIENTO PARA PROYECTOS DE ENTRE 5.000 A 9.999
HABITANTES
1000 A 1999 UNIDADES DE VIVIENDA**

EQUIPAMIENTO	INSTALACIONES
EDUCACIÓN	COLEGIO
SALUD	SUBCENTRO DE SALUD
ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN COMUNITARIA	CASA COMUNAL
CULTO	IGLESIA
RECREACIÓN	PARQUES
SEGURIDAD, GOBIERNO, ADMINISTRACIÓN Y DEFENSA	RETEN POLICIAL
COMERCIO MINORISTA	COMERCIO BARRIAL

Tabla 53: Anexo 1: Requerimientos de Equipamiento en zona ZR 2.1 en Vía a la Costa
Fuente: (M.I. Concejo Cantonal de Guayaquil, 2000)

ANEXO "A" DE LA ORDENANZA QUE REFORMA A LA ORDENANZA SUSTITUTIVA DE EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES

ZONA RESIDENCIAL DOS PUNTO UNO (ZR-2.1) VÍA A LA COSTA

SUB ZONA	CONDICIONES DE ORDENAMIENTO						CONDICIONES DE EDIFICACION							ESTACIONAMIENTO # DE PLAZAS MINIMO	
	EN LINEA DE LINDERO		CON RETIROS			CARACTERISTICA DE EDIFICACION	CARACTERISTICAS DEL LOTE		DENSIDAD NETA	INTENSIDAD DE LA EDIFICACION		RETIROS MINIMOS			
	Con Soportal	Sin Soportal	Aislada	Adosada	Continua		Area (m ²)	Frente (ml)		Hab / Ha	COS	CUS	Frontal		Lateral
ZR-2.1	---	---	SI	---	---	UNIFAMILIAR	MINIMO 180	MINIMO 9	280	0.5	1.40	V	1.0 ml	2.00 ml	1 por cada vivienda unifamiliar
	---	---	SI	---	---	MULTIF	MINIMO 800	MINIMO 25 ml	800	0.6	2.50	V	1.5 ml	3.00 ml	Hasta 2 dormitorios 1 parqueo por departamento Mas de 2 dormitorios 2 parqueos por departamento
Comercio/ Servicio	Ver Compatibilidad de Uso, Anexo No. 3														

V= RETIROS FRONTALES EN VÍAS MAYORES A 30.00 MTS = 5.00 MTS LINEALES
RETIROS FRONTALES ENTRE 0.01 A 30.00 MTS = 3.00 MTS LINEALES
RETIROS FRONTALES EN VÍAS DE HASTA 6.00 MTS = 2.00 MTS LINEALES

Tabla 54: Anexo A: Ordenanza para Zona residencial ZR 2.1 en Vía a la Costa
Fuente: (M.I. Concejo Cantonal de Guayaquil, 2000)

El cálculo del CUS nos permite obtener el número de pisos que puede tener la torre de departamento. El CUS se define como:

$$\text{CUS: } \frac{\text{sup. desplante} \times \# \text{ niveles permitidos}}{\text{sup. total del predio}}$$

La propuesta es diseñar torres de departamentos de 18 pisos que calculan unos 70 metros de altura. Se busca afectar en lo menos posible a la superficie del terreno, por lo que se proyecta edificios a gran altura. El COS, también llamado superficie de construcción, que se debe proyectar para obtener la altura propuesta se calcula como:

$$\text{Sup. Construcc.: } \frac{\text{sup. total predio} \times \text{COS}}{\# \text{ niveles permitidos}}$$

$$\text{Sup. Construcc.: } \frac{125807.95 \times 2.50}{18}$$

$$\text{Sup. Construcc.: } 17473.33 \text{ m}^2$$

$$\text{COS.: } 17.5\%$$

El resultado del COS es relativo ya que la extensión del terreno se va a manejar por zonificaciones que distribuirán los espacios. Es decir, no todos los edificios tendrán la misma altura ni todas las densificaciones serán tipo torres de departamentos, sino que también se consideraran viviendas unifamiliares y densificación por barras. Así, bajo un rango mínimo de 17.5% de superficie de afectación al terreno se debe considerar el proyecto.

7.2.3. Topografía y Suelos

El terreno completo posee una topografía con pendientes distintas. En un 40% de su área, el terreno posee una pendiente mínima que va del 3 al 5% con una cota media de 25 m sobre nivel del mar. Esta área es la que se ocupa en la parte sur del terreno donde se encuentra el ingreso principal que da hacia la av. Jaime Nebot Velasco (Vía a la Costa). Además, el terreno se encuentra entre 3 a 5 metros más alto que la cota de la calle.

El área restante, que ocupa el 60% del terreno, posee una pendiente de aproximadamente 30% ya que se encuentra a las faldas de los cerros que bordean el sector Vía a la Costa. En el siguiente plano de curvas topográficas, se puede observar el levantamiento topográfico que se ha hecho en el terreno a diseñar:

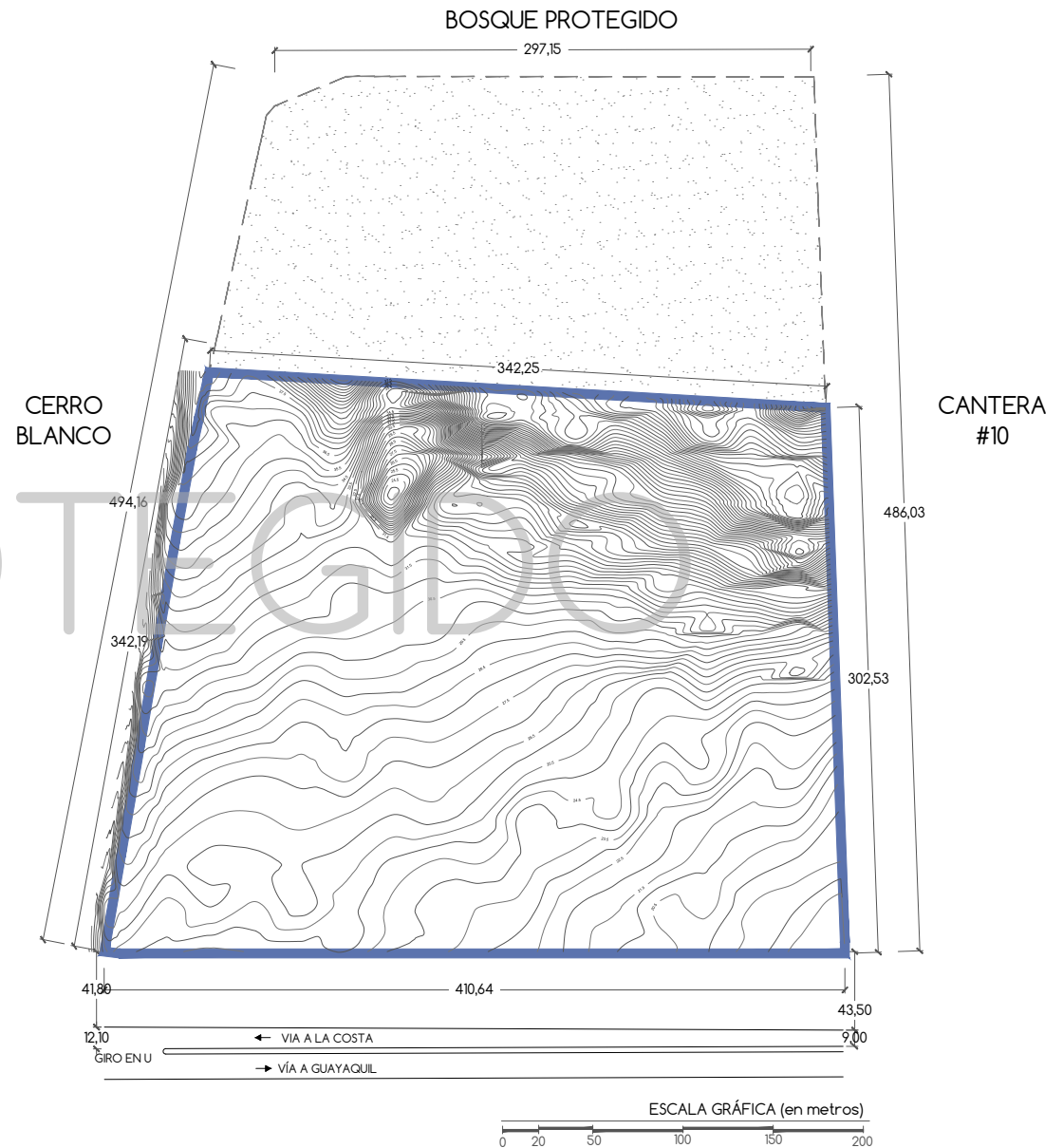


Imagen 333: Plano topográfico del terreno de proyecto
Fuente: Levantamiento entregado por propietario

Para una mejor apreciación, se implanta el plano topográfico en una imagen extraída de Google Earth para apreciar el cerro de bosque protegido y su ubicación.



Imagen 334: Implantación del terreno obtenida de Google Earth
Fuente: Google Earth, 2012

En una vista tridimensional, el trazo en rojo muestra el área en el que se desarrolla la topografía del terreno a diseñar viéndolo desde la Av. Jaime Nebot Velasco (Vía a la Costa), es decir, de sur a norte:



IMAGEN 335: Implantación del terreno obtenida de Google Earth
Fuente: Google Earth, 2012

En cuanto al tipo de suelos que posee el terreno, acorde al Instituto de Ciencias Geológicas, cuyo documento de Mapa Geológico Nacional del Ecuador, se pronostica una generalidad del tipo de suelo que posee la zona en la que se ubica el terreno:

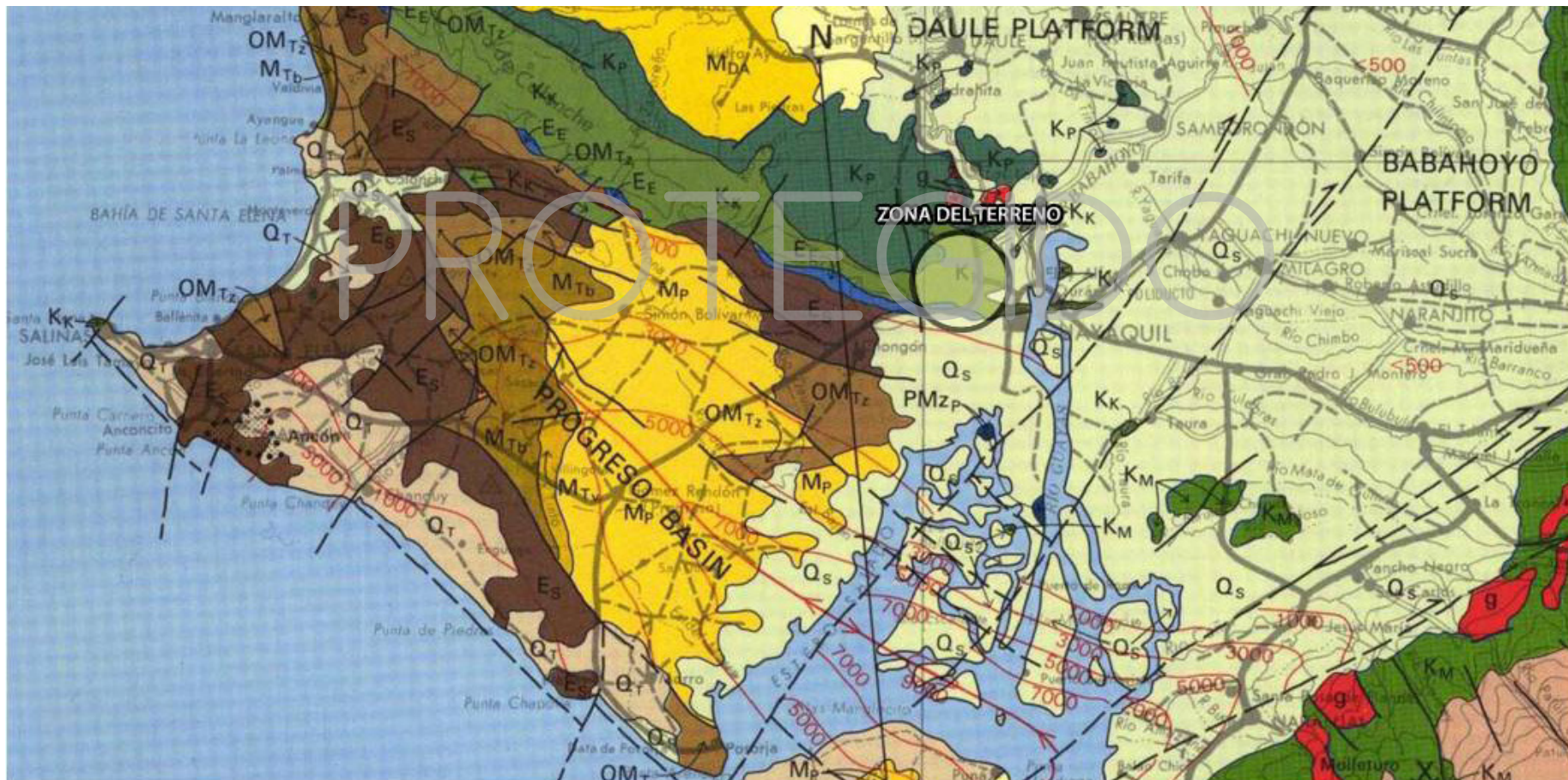


IMAGEN 336: Mapa geológico del Ecuador especificando la zona del terreno de proyecto
Fuente: Instituto de Ciencias Geológicas

En un corte transversal es posible apreciar la capa geológica en la que se establece el terreno a diseñar:

Identificando una zona geológica tipo Kk:

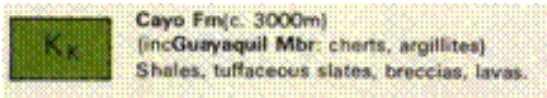


IMAGEN 337: Zona geológica de la zona del terreno de proyecto
Fuente: Instituto de Ciencias Geológicas

De esta manera, se conoce que el terreno de diseño posee los siguientes tipos de suelos geológicos:

- SÍLEX
- ARGILITAS
- LUTITAS
- PIZARRAS TOBÁCEAS
- BRECHAS

Este tipo de geología nos permite deducir suelos rocosos con buena dureza tal como lo demuestran las muestras tomadas de sitio:

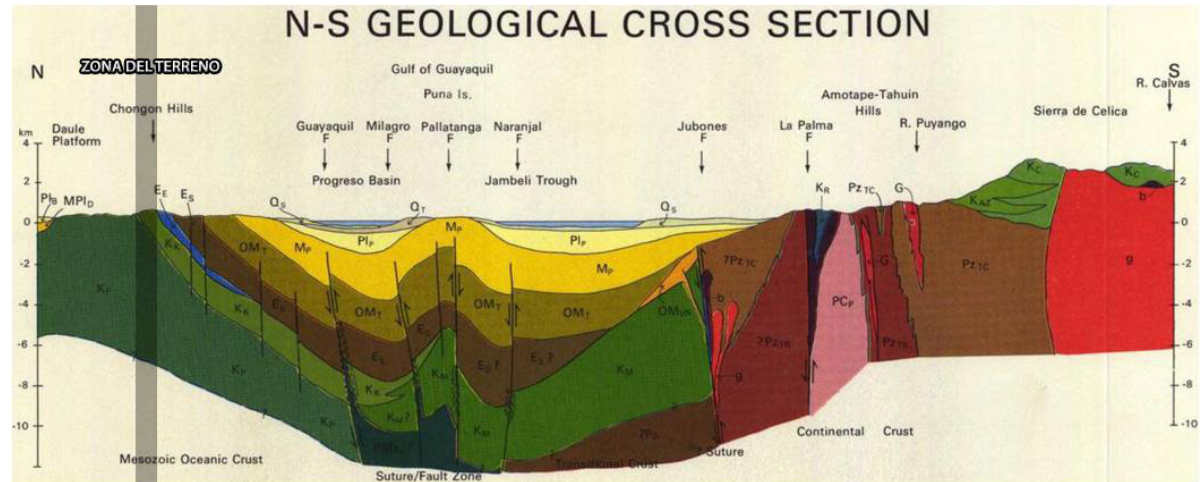


IMAGEN 338: Corte geológico especificando la zona del terreno de proyecto
Fuente: Instituto de Ciencias Geológicas



IMAGEN 339: Muestra de suelo tomado del sitio del terreno de proyecto
Fuente: Fotografía tomada por Denisse Aguilera

Luego de conocer la topografía, que nos permite deducir que el terreno no es inundable por lo que el diseño de desagüe de aguas lluvias debe corresponder a la pendiente, y entender la geología del terreno, es importante investigar el nivel freático al que se encuentra el terreno de diseño. Según un estudio realizado por la Espol en el año 2007 sobre el área de Cerro Blanco¹, se asegura que el terreno posee un nivel freático bajo que da condiciones de sequía a las plantas del sector. De esta manera, se puede trabajar con buenas condiciones ante riesgos de inundación en el proyecto.

7.2.4. Orientación y Clima



IMAGEN 340: Recorrido solar en implantación obtenida de Google Earth
Fuente: Google Earth, 2012

SOL

El sol provee de energía no contaminante e inagotable, disponible en diferente medida, en toda la superficie del planeta. Esta energía nos beneficia a manera lumínica para nuestro día a día. La tierra gira sobre un eje inclinado 23° respecto al plano de giro alrededor del sol. Esto hace que los rayos del sol lleguen a la superficie con ángulo diferente según la latitud y la época del año en la que estemos. Este estudio del recorrido solar nos permite entender que el edificio debería exponer con vanos más libres hacia el frente del lote, lo que beneficia a tener vistas en las áreas sociales de los departamentos. Hacia las fachadas este y oeste, el edificio debe buscar protección por medio de elementos de fachada como aleros, celosías, louvers, entre otros, que permitan filtrar la luz solar, es decir, reducir el impacto de la radiación permitiendo que la energía lumínica ingrese a las estancias.

El uso de vegetación en las fachadas este y oeste también permiten reducir el impacto solar en las edificaciones por lo que se requiere estudiar su emplazamiento en la edificación para los recorridos de sombra en el conjunto residencial.

VIENTOS

El estudio de los vientos predominantes en el área de terreno nos permite planificar estrategias de ventilación cruzada en los departamentos y en el desarrollo de la zonificación del conjunto residencial. En el presente terreno, la dirección de los vientos predominantes afecta de la siguiente manera:

Los vientos inciden directamente en el terreno al tener pocas edificaciones en altura en el entorno. La dirección de los vientos predominantes pronostica que las torres se ubiquen hacia el lado noreste para permitir un mayor recorrido de los vientos en el conjunto residencial y evitar verse afectados por las torres. Sin embargo, la velocidad de los vientos predominantes aumenta a medida que recorre el terreno por la pronunciada pendiente que este posee por lo que es necesario considerar su comportamiento en las faldas de la colina.



IMAGEN 341: Recorrido de los vientos en implantación obtenida de Google Earth
Fuente: Google Earth, 2012

Para el diseño bioclimático de la torre de departamentos a diseñar y del conjunto residencial, es necesario conocer sobre la climática general de la ciudad. Acorde a datos obtenidos con el programa Meteonorm, la ciudad de Guayaquil posee las siguientes características climáticas que afectan de la siguiente manera al proyecto:

Radiación mensual:

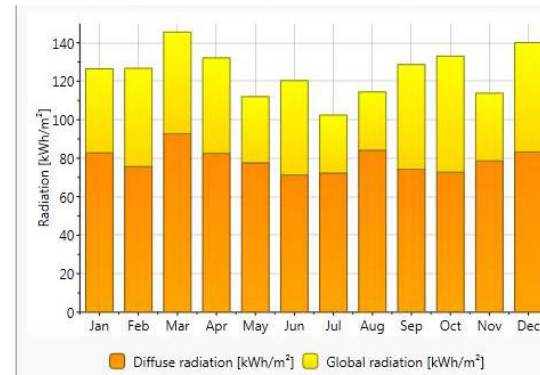


IMAGEN 342: Radiación mensual de la ciudad de Guayaquil. Fuente: Obtenido por programa Meteonorm

Temperatura mensual:

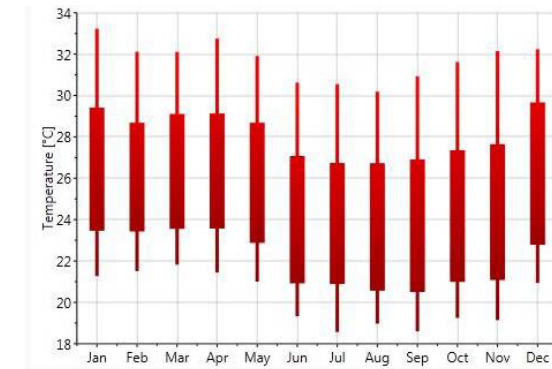


IMAGEN 343: Temperatura mensual de la ciudad de Guayaquil. Fuente: Obtenido por programa Meteonorm

PROTEGIDO

La radiación solar es la radiación electromagnética proveniente del sol. Esta radiación es beneficiosa para el ser humano, pero en exceso, provoca peligros por su contenido de rayos UV y otros.

La media de radiación solar global es de 136.6 kWh/m², sin embargo, los niveles de la ciudad de Guayaquil limitan esta media y la sobrepasan sobre todo en los meses de diciembre y marzo. Esto deduce la necesidad de implementar dispositivos de sombra en las fachadas que disminuya la afectación de la radiación solar en las fachadas de los edificios.

Guayaquil se caracteriza por ser una ciudad cálida tropical, que mantiene dos estaciones al año: invierno y verano. A pesar de que los tiempos actuales han alterado los comportamientos climáticos habituales de la ciudad, se presenta que el mes de Diciembre, inicio de la temporada de invierno, es el mes más caluroso, en cambio, el mes de Septiembre es el mes más frío para la ciudad. El empleo de materiales transpirables que no acumulen calor lograra un confort térmico en los usuarios de los departamentos.

Precipitación mensual:

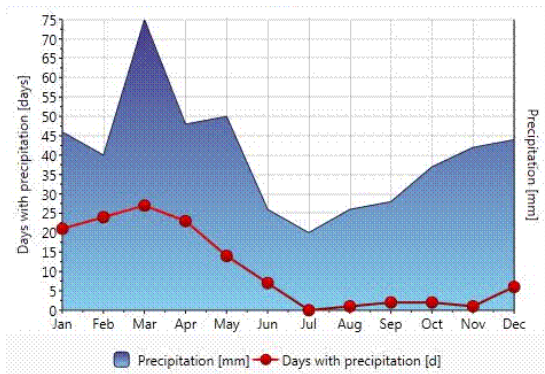


IMAGEN 244: Precipitación mensual de la ciudad de Guayaquil
Fuente: Obtenido por programa Meteornorm

La proximidad al Océano Pacífico es una de las razones del clima lluvioso de la ciudad de Guayaquil. Dentro del periodo de invierno, la ciudad se torna lluviosa y calurosa a lo cual, el cuadro muestra al mes de Marzo como el mes con mayor nivel de precipitación alcanzando los 75 mm, lloviendo casi todos los días del mes según define el número de días con precipitación,

El agua de lluvia se propone ser recolectada, tratada y reutilizada, lo que es factible con las grandes cantidades de precipitación que existen en la ciudad.

Cantidad de horas luz directa de sol mensual:

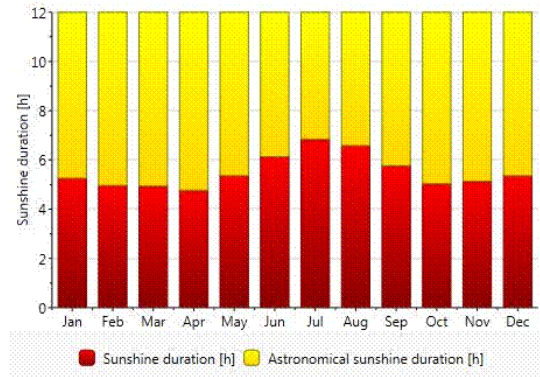


IMAGEN 345: Cantidad de Horas de Luz directa de la ciudad de Guayaquil
Fuente: Obtenido por programa Meteornorm

Debido a la zona ecuatorial en la que se encuentra la ciudad, se puede permitir tener 12 horas de luz diarias gracias a la energía lumínica natural que brinda el sol. Sin embargo, se debe considerar la duración de horas de luz directa, ya que afectara a la intensidad de luz natural que ingrese al edificio. En los meses de verano, existe mayor duración de horas de luz directa debido a que llueve menos en esta época del año y existe mayor resplandor.

De esta manera podemos notar que existe una media de 5 horas de luz directa que pueden ser aprovechables para la iluminación natural de las estancias.

7.2.5.

Vegetación

El terreno destinado para el proyecto se encuentra lleno de vegetación, entre las que se pue-

den identificar por sectores, las características principales de la vegetación existente en el terreno:

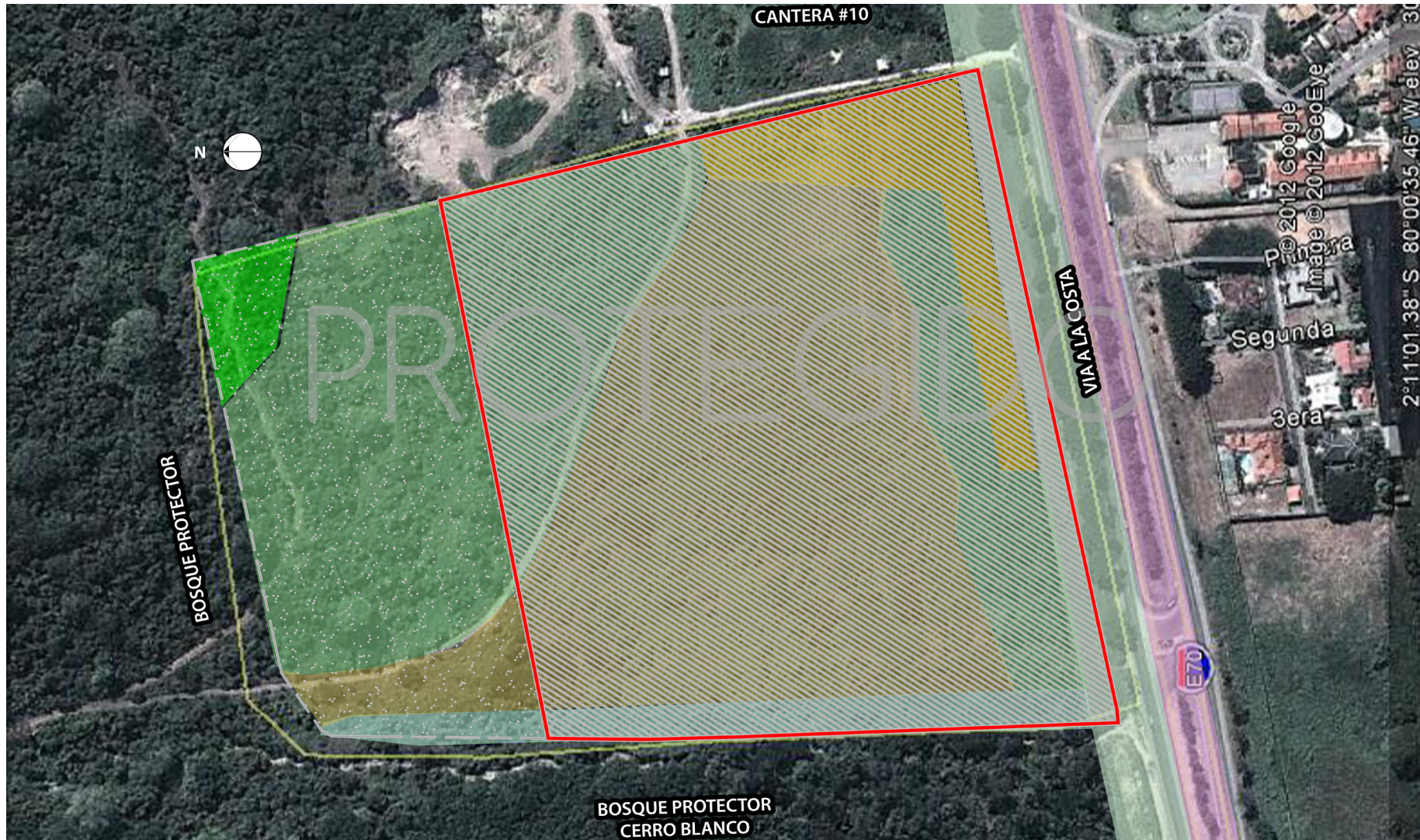


IMAGEN 346: Plano de vegetación en implantación obtenida de Google Earth
Fuente: Google Earth, 2012

SECTOR PARTERRE VIA A LA COSTA

El parterre destinado para dividir los sentidos de vía en la Av. Jaime Nebot Velasco se compone de un canal hundido donde se elevan arboles distribuidos ordenadamente de 6 a 8 m de altura con copas de aproximadamente 8 a 10 metros de diámetro. Estos árboles poseen la particularidad de tener flores amarillas que brindan colorido a la vía. Los arboles requieren de poco mantenimiento y no se deshojan a menudo.



IMAGEN 347: Vista sector PARTERRE VÍA A LA COSTA
Fuente: Fotografía tomada por Denisse Aguilera

SECTOR FACHADA SUR FRONTAL
DEL TERRENO

La fachada frontal del conjunto se encuentra a un nivel mayor al de la calle, que es bordeada por una fila de árboles frondosos que ayudan a la sujeción del talud existente por lo que deben buscar mantenerse en el diseño. Esta vegetación, a su vez se compone por arbustos de maleza que da un aspecto desértico a este sector de vegetación. A diferencia de su otro costado de la calle, estos árboles no poseen colorido en si por lo que solo juega con gamas de colores en verde y tierra.



IMAGEN 348: Vista sector FACHADA SUR FRONTAL
Fuente: Fotografía tomada por Denisse Aguilera

SECTOR ARBOLES DE TECA

Hacia el lateral frontal del conjunto existen plantaciones de teca que deben ser consideradas en el diseño de la implantación. La teca es un árbol maderero cuya madera llega a ser muy comercializada por su dureza y durabilidad. En cuanto al aspecto formal, la teca posee la particularidad de tronco de 1 a 1.6 m de diámetro y posee ciertos tonos de amarillos en sus hojas. Su organización es desordenada por lo que se agrupan hacia el cerramiento frontal del conjunto.



IMAGEN 349: Vista sector ARBOLES DE TECA
Fuente: Fotografía tomada por Denisse Aguilera

SECTOR ESTERO

El lateral oeste del terreno se encuentra limitado por un estero que naturalmente se habilita en la época de invierno para la conducción de aguas lluvias hacia esteros más grandes. Por su condición húmeda en tiempos de invierno, ha permitido una concentración de arbustos de maleza y árboles variados. Además, este estero lindera con el bosque protector Cerro Blanco por lo cual, se deben preservar especies de importancia al bosque protector como los árboles de bototillo y cocobolo que son de preservación de la organización.



IMAGEN 350: Vista sector ESTERO
Fuente: Fotografía tomada por Denisse Aguilera

SECTOR SECO

Gran parte del terreno se encuentra lleno de maleza y con arbustos pequeños que permiten la intervención humana en el terreno.



IMAGEN 251: Vista sector SECO
Fuente: Fotografía tomada por Denisse Aguilera

SECTOR ARBOLES MEDIANOS

Hacia las faldas del cerro se encuentran arboles medianos de distintos tipos que se hallan de manera desordenada y espaciada en el área.



IMAGEN 352: Vista sector ARBOLES MEDIANOS
Fuente: Fotografía tomada por Denisse Aguilera

SECTOR CEIBOS EN MONTAÑA

Hacia el noreste del terreno en el sector de mayor pendiente, se encuentran árboles de ceibos que destacan en las laderas de las montañas. Estos árboles de troncos retorcidos poseen flores color rojo pero en estas laderas se las puede apreciar en su versión seca y sin hojas.



IMAGEN 353: Vista sector CEIBOS EN MONTAÑA
Fuente: Fotografía tomada por Denisse Aguilera

7.2.6.

Vías de acceso

La única vía principal de acceso al terreno es la Av. Jaime Nebot Velasco, también llamado Vía a la Costa. El terreno del proyecto se encuentra lateral al carril de ida de la avenida. En la siguiente

imagen es posible entender las direcciones de las vías principales, y hacia donde estas se dirigen para los diferentes destinos de la ciudad de Guayaquil:



IMAGEN 354: Vías de acceso en implantación obtenida de Google Earth
Fuente: Google Earth, 2012

El terreno a pesar de poseer una sola vía de acceso, se compone de una vía secundaria de tipo lastrado que atraviesa el terreno, que bien puede ser modificada, incluida o eliminada en el proyecto. Además, es importante identificar el retorno que se halla en el frente del terreno, para poder diseñar el acceso principal al conjunto residencial.

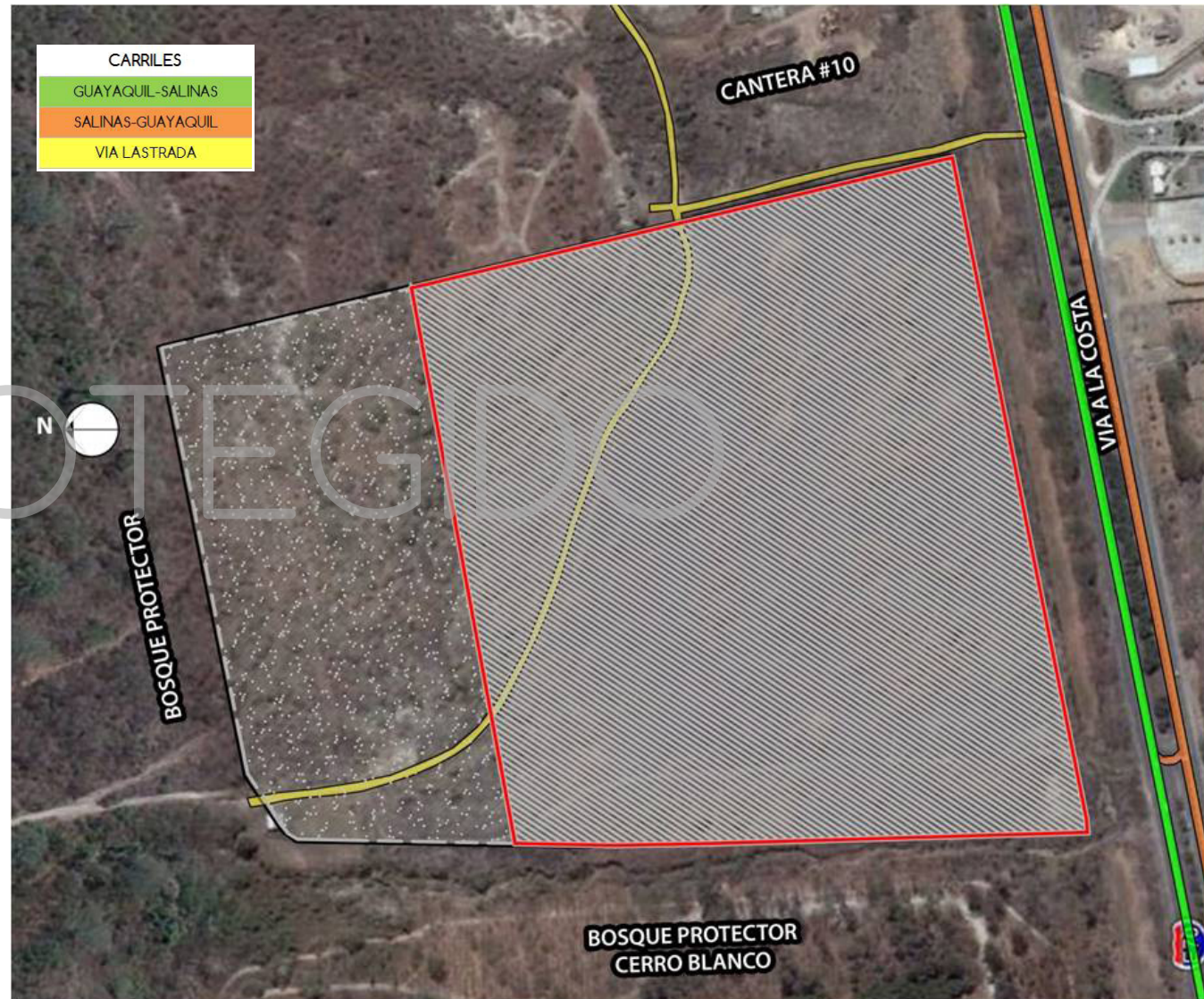


IMAGEN 355: Vías de acceso en implantación obtenida de Google Earth
Fuente: Google Earth, 2012

7.2.7.

Vistas

El sitio del proyecto está rodeado por mucha vegetación debido a su vecindad con el bosque protegido en su lateral norte, y por el bosque protector en su lateral oeste. Además, debido a la topografía del terreno, se goza de una pendiente que según el emplazamiento de las torres a construir, tendrá vistas panorámicas hacia el área del bosque protector Cerro Blanco, el cual posee especies endémicas tanto animales como vegetales que son de importancia para la ciudad. A su vez, en su fachada hacia la vía, la vegetación prima en los parterres y construcciones hacia el carril de retorno de la vía. A continuación se presentan imágenes de las diferentes vistas que posee el proyecto:

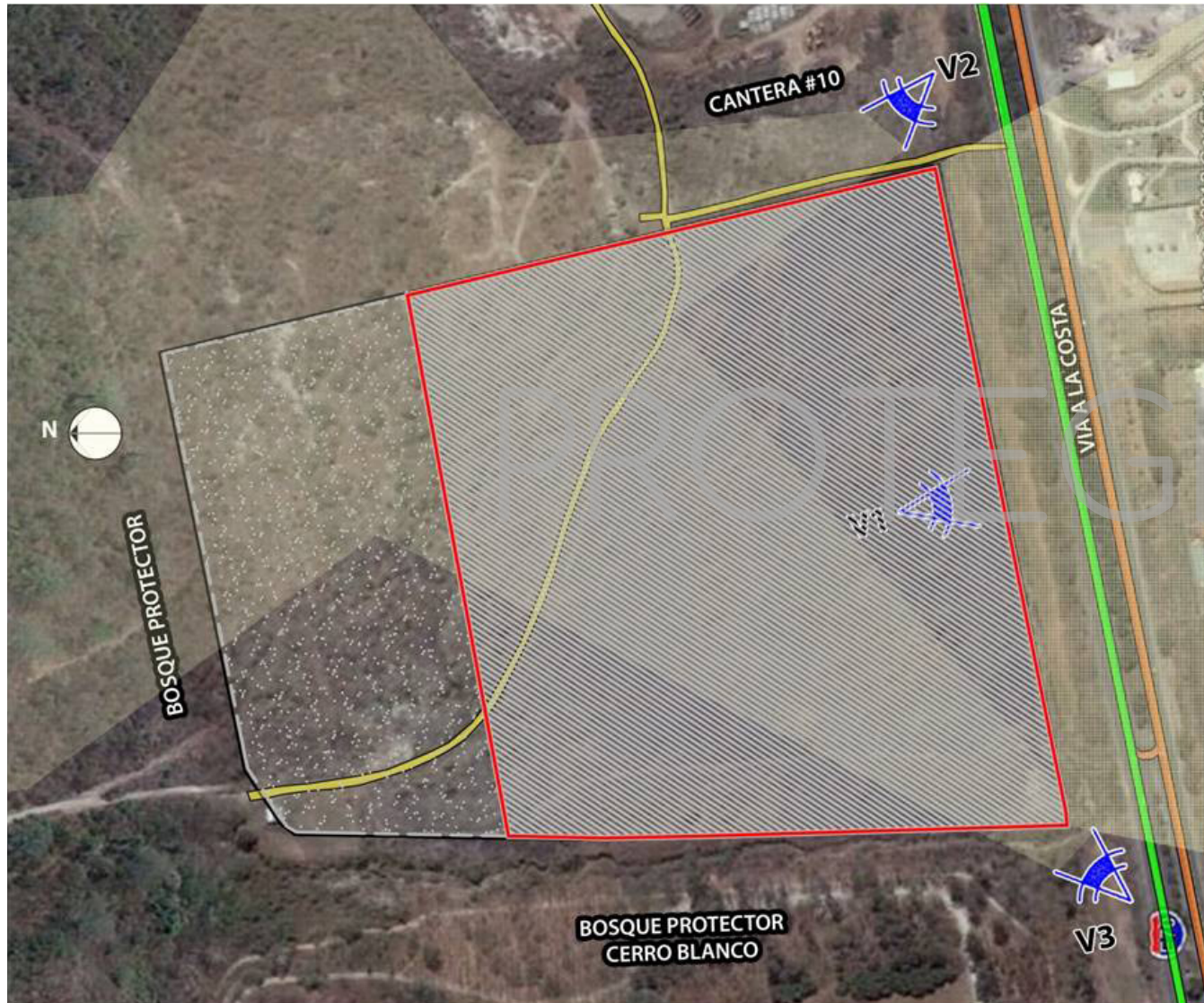


IMAGEN 356: Diagrama de vistas en implantación obtenida de Google Earth
Fuente: Google Earth, 2012



IMAGEN 357: V1 – Vista desde el terreno a la vía
Fuente: Fotografía tomada por Denisse Aguilera



IMAGEN 358: V2 – Vista hacia el terreno
Fuente: Fotografía tomada por Denisse Aguilera



IMAGEN 359: V3 – Vista hacia el terreno
Fuente: Fotografía tomada por Denisse Aguilera

7.2.8.

Infraestructura

Entre la infraestructura a considerar para el presente proyecto se encuentran los servicios de:

- Agua Potable
- Alcantarillado
- Electricidad
- Telefonía
- TV por cable
- Gas por tubería



Eléctrico



Sanitario



Hidráulico



Telefónico (voz y datos)



Gas



Climatización

PROTEGIDO



IMAGEN 360: Cableado eléctrico ubicado en el frente del terreno
Fuente: Fotografía tomada por Denisse Aguilera



Agua potable: Interagua es la empresa que proporciona el servicio de agua potable a la ciudad de Guayaquil. En el terreno, la red pública de agua potable se halla a dos metros de la vía principal en el sentido Salinas-Guayaquil. De esta manera, el proyecto puede acceder fácilmente al servicio de agua potable.



Alcantarillado: En la actualidad, la zona del km 15 Vía a la Costa, no posee servicio de desagüe de aguas servidas, por lo que es necesaria la construcción de una planta de tratamiento para el desarrollo del conjunto residencial. En cuanto al desagüe de aguas lluvias, hacia el lado de la vía, existe un canal de AALL de aproximadamente 3 metros de ancho que se desarrolla hacia todo el frente del terreno.



Electricidad: El servicio de energía eléctrica para la ciudad de Guayaquil lo proporciona Eléctrica de Guayaquil. En el terreno si es posible realizar acometida eléctrica, sin embargo, es necesario identificar que el cableado que se da a nivel aéreo, que no da buen aspecto al frente del terreno.



Telefonía TV Cable: es el único proveedor de servicio telefónico del sector debido a que CNT solo llega hasta el área de Puerto Azul. Sin embargo, si se tiene buena recepción de telefonía móvil en el sector en cuanto a todas las operadoras del medio.



TV por cable: TV Cable y DIRECTV son dos de los proveedores de TV por cable que tienen recepción en el área.



IMAGEN 361: Cableado aéreo en vía
Fuente: Fotografía tomada por Denisse Aguilera



Gas por tubería: Es posible la instalación de Gas por tubería en el terreno, cuyo proveedor en los sectores cercanos es REPSOLGAS.



IMAGEN 362: Canal de AALL ubicado en el frente del terreno
Fuente: Fotografía tomada por Denisse Aguilera




7.2.9. Equipamiento urbano del sector

Tal como se mencionó en el capítulo 5.2: Normativas del Terreno de Proyecto los requerimientos básicos de equipamiento urbano equivalen a:

- Educación
- Salud
- Participación comunitaria
- Culto
- Recreación pública
- Seguridad y Defensa
- Comercio

Estos requerimientos deben ser estudiados a fin de justificar la necesidad de incluir una instalación de esta en el terreno a diseñar.

Educación: El sector Vía a la Costa posee centros educativos privados de todos los niveles que satisfacen las necesidades de educación del sector. Es importante reconocer que existen establecimientos desde guarderías hasta universidades, además, que se ofrece servicio de expreso en la mayoría de ellas. La accesibilidad económica hacia estos establecimientos, en su mayoría, se dirigen hacia un sector medio-alto. Sin embargo, existe un gran porcentaje que llega a ser accesible a los usuarios de nivel medio. Entre los establecimientos cercanos al terreno encontramos:

	Fachada Jardineritos Preescolar Fuente: Jardineritos, 2012
Jardineritos Pre-Escolar	
Ubicado al frente del terreno	
A 3 minutos en carro y 8 min caminando	
Pre-maternal: Para niños desde 1 año 2 meses. Maternal: Para niños desde 2 años de edad. Pre-kinder: Para niños desde 3 años de edad. Kinder: Para niños desde 4 años de edad. Primer de básico: Para niños desde 5 años de edad	
	Logo del C.E. LOGOS Academy Fuente: Logos Academy, 2012
Centro Educativo Logos Academy	
Ubicado al 1.1 km del terreno	
a 3 minutos en carro y 11 min caminando	
Pre-maternal: Para niños desde 1 año 2 meses. Maternal: Para niños desde 2 años de edad. Kinder: Para niños desde 3 años de edad. Educación Básica y Colegio	
	Edificios de primaria del C.E. Steiner Fuente: Centro Educativo Steiner, 2012
Centro Educativo Steiner	
Ubicado al 1.6 km del terreno	
a 3 minutos en carro y 11 min caminando	
Kinder: Para niños desde 3 años de edad. Educación Básica y Colegio	

Salud: El hospital más cercano es el Hospital Universitario, que se encuentra a 30 minutos en carro del terreno. Este se encuentra sobre la Vía Perimetral cerca al Mercado de Transferencia de Víveres. Si bien es cierto, el sector Vía a la Costa no posee inmediata atención médica para los habitantes del sector. Por ello, se propone en el diseño un pequeño dispensario médico que permita hacer asistencias urgentes a los usuarios del conjunto residencial.

Participación Comunitaria: Se propone un espacio comunal para la reunión de los usuarios del conjunto residencial. Esta área no necesariamente requiere ser una construcción más si debe ser un espacio cubierto que pueda ser utilizado ocasionalmente.

Culto: La iglesia católica más cercana se encuentra a 9 minutos en la urbanización Puerto Azul. Sin embargo, estos espacios no abastecen a los usuarios del conjunto residencial. Por ello, se propone una iglesia en la zonificación para el culto.

Recreación Pública: El sector Vía a la Costa es una zona residencial privada por lo que no existen áreas de interés público. Para ello, el conjunto residencial aporta con zonas de agrupamiento social, áreas verdes y recreación depor-

tiva para el beneficio de los usuarios.

Seguridad y defensa: Existe un cuartel del GIR en el sector de Puerto Hondo que se encuentra a 3.5 km del terreno, a 5 minutos en vehículo. Este punto de policía es el más próximo a atender algún asunto de emergencia en el conjunto residencial por lo que no se requiere algún punto adicional por su proximidad inmediata.

Comercio: La zona Vía a la Costa, poco a poco se torna comercial gracias a la incursión de plazas y centros comerciales que brindaran de servicios como restaurantes, boutiques, farmacias, panaderías, entre otros. Costalmar Shopping y Blue Coast se encuentran ya habilitados para el público en general, mientras que las demás se encuentran en estado de construcción y planificación.



IMAGEN 364: Diagrama de proyectos comerciales construidos y por construir en el sector Vía a la Costa. Fuente: (El Universo, 2012)

7.2.10. Competencia

El sector Vía a la Costa es una zona tipo residencial privada con urbanizaciones que se desarrollan por medio de promotoras. Estas urbanizaciones en su mayoría ofrecen viviendas unifamiliares de uno o dos pisos de altura. Sin embargo, en cuanto a torres de departamentos, existen pocas opciones en el mercado entre las que se pueden encontrar:

Altos del Sol:

Edificio de 12 pisos en mampostería y hormigón armado. Se ofrecen departamentos de 65, 123, 156 y 188 m² destinados para personas solteras o familias que requieran hasta cuatro dormitorios.



IMAGEN 365: Fachada principal del proyecto Altos del Sol
Fuente: (Thalia Victoria, 2012)

El Edén:

Edificio de 13 pisos en mampostería y hormigón armado. Se ofrecen departamentos destinados para personas solteras o familias.



IMAGEN 366: Fachada principal del edificio de departamentos El Edén
Fuente: (SkyscraperCity, 2011)

7.3. Programa Arquitectónico

7.3.1. Definición del conjunto residencial

Para el diseño del plan maestro del conjunto residencial, se deben definir las diferentes áreas y espacios que se desea desarrollar. En el trabajo de investigación, *Densificación de la Ciudad: Una aproximación desde la Arquitectura*, se concluye que la tipología mixta es el modelo más eficiente de densificación debido a que maneja una alta densidad con una baja ocupación del suelo y, a su vez, incluye un adecuado porcentaje de equipamientos y servicios que permite tener áreas verdes y espacio público superiores al 65% del área de terreno, lo que brinda protagonismo e importancia al conjunto residencial (Cuenca Rosillo, et al., 2011). Los espacios libres verdes se los plantea como “espacios intermedios” que den lugar a pasarelas, galerías, pórticos, sopor-tales que fortalezcan la relación entre el espacio público y el espacio privado.

Esta tipología plantea, que sobre una hectárea de terreno, la ocupación de suelo de vivienda se divide en:



Tipología: Mixto	
30%	Vivienda: (1) Torre de 18 plantas (1) Barra de 7 plantas (16) Viviendas en tapiz de 3 plantas
12%	Equipamiento
6%	Comercio
1%	Servicios
7%	Otros
58%	Espacio Libre (Áreas verdes y espacios públicos)
550 hab./ha	Densidad

Tabla 55: Tipología mixta para una hectárea de terreno
Fuente: (Cuenca Rosillo, et al., 2011)

A su vez, como resultado del análisis tipológico y análisis de sitio, se consideran los siguientes espacios de construcción a incluirse en el proyecto:

Requerimiento básico	Espacio	Área
Salud	Dispensario Médico	Equipamiento
Culto	Iglesia	
Participación comunitaria	Centro Comunal	Comercio
Comercio	Plaza Comercial	

Tabla 56: Designación de espacios acorde a requerimientos del sitio
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

De esta manera, reconociendo el área de terreno, se establecen las siguientes áreas preliminares para densificar el proyecto:

Tipología: MIXTO		Área (en hectáreas)
30%	Vivienda	3.54
12%	Equipamiento	1.42
58%	Espacio Libre (Áreas verdes y espacios públicos)	6.85
100%	Área TOTAL	11.81

Tabla 57: Áreas preliminares a diseñar en el terreno
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Cabe recordar que esta área es referencial para poder zonificar las distintas áreas en el conjunto residencial, aunque se debe mantener o disminuir esta área propuesta en la zonificación del conjunto residencial. Se busca conseguir al menos el 60% de la densidad máxima dada en la normativa municipal, la cual se distribuye en las diferentes tipologías de vivienda. En los casos de equipamiento, si se buscara igualar o disminuir las áreas de diseño dadas en la tipología mixta para una hectárea de terreno.

Vivienda

Para la zonificación de vivienda tenemos los siguientes parámetros de diseño:

Densidad máxima:	600 habitantes por hectárea
Área aproximada:	3.54 hectáreas de área de vivienda
Zonificación aproximada por hectárea:	(1) Torre de 18 plantas
	(1) Barra de 7 plantas
	(16) Viviendas en tapiz de 3 plantas
Densidad total:	7080 habitantes

Tabla 58: Parametros de diseño acorde a zonificación de vivienda
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Para las torres de los departamentos, se diseña para la capacidad máxima ya que, en caso de mutar el espacio de departamento, se calcula para cubrir con la densidad máxima especificada en la normativa. Sin embargo, las torres, en su

realidad, van a proponer departamentos de diversas áreas y capacidades.

En su área máxima, se propone departamentos de tipo dúplex para familias de hasta cinco miembros. Se consideran los datos obtenidos por el Censo de Población y Vivienda 2010, en el que, a nivel Guayas, la familia media posee cuatro miembros, por lo que se aumenta un miembro más para futuro crecimiento. Si se tienen tres familias cada dos pisos por su condición dúplex, la densificación por torre se calcula:

1 Departamento = 5 miembros
1 Torre = 20 plantas
1 Planta = 6 departamentos
1 Torre = aprox 60 departamentos
1 Torre = 300 miembros
5 Torres = 1500 miembros

Tabla 59: Densificación por torre
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Por ello, el conjunto habitacional plantea el emplazamiento de cinco torres de departamentos, lo que albergara a un grupo de 1500 habitantes, ubicando a las familias de hasta cinco miembros en estas edificaciones. Aunque, entre las propuestas también se hallan departamentos de una sola planta que modificarán el valor final de densidad en la edificación.

En las barras, de igual manera, se va a proponer departamentos de diversas áreas y capacidades enfocándose en el mismo mercado. Para la densificación por barra se calcula:

1 Departamento = 5 miembros
1 Barra = 7 plantas
1 Planta = 8 departamentos
1 Barra = aprox 56 departamentos
1 Barra = 448 miembros
6 Barras = 2688 miembros

Tabla 60: Densificación por barra
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Si en el conjunto habitacional se plantea el emplazamiento de 6 barras de departamentos, esta albergara a un grupo de 2688 habitantes.

Las viviendas en tapiz se plantean como viviendas unifamiliares para familias medianas, es decir, familias de 7 miembros. Se plantea una cantidad

baja de viviendas en tapiz, ya que lo que se busca en este proyecto de investigación es densificar la vivienda, no perseguir las soluciones habitacionales actuales de viviendas unifamiliares. Se propone 60 viviendas unifamiliares agrupadas en un área determinada de la implantación, a manera de etapa de urbanización. Para la densificación por viviendas en tapiz se calcula:

En fin, la densificación total aproximada del conjunto residencial se calcula en:

1 Vivienda = 7 miembros
65 viviendas = 455 miembros

Tabla 61: Densificación por vivienda unifamiliar
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

	Cantidad	Densidad unitaria	Densidad a Diseñar
Torre	5	300	1500
Barra	6	448	2688
Vivienda en tapiz	65	7	455
TOTAL			4643

	1 hectarea	11,8 hectareas	%
Densidad según normativa	600	7080	100%
Densidad a Diseñar	387	4643	64.49%

Tabla 62: Densificación total aproximada de diseño
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Así, se logra al menos el 64% de la densidad máxima dada por la normativa del municipio. Sin embargo, su densificación es muy similar a los casos análogos estudiados tales como el Conjunto Residencial Sayab o Conjunto Residencial Ciudad Jardín, que concuerdan con la tipología mixta establecida inicialmente.

7.3.2. Programa de necesidades

El programa de necesidades refiere a una torre tipo de departamentos, el cual alberga a aproximadamente 300 usuarios, que requiere lo siguiente:

- Lobby de ingreso que incluye entrada principal, recepción y pasillos hacia circulación vertical, área comunal y parque lineal.
- Área comunal
- 2 torres de ascensores
- 2 torres de escaleras
- Parqueo en sótano y semisótano (1 por departamento, con un 30% adicional a ser vendido)
- Departamentos distribuidos en dúplex o flat según ventas con clientes.
- Ductos y área para recolección de basura.
- Cuartos eléctricos y varios.
- 1 Bodega por departamento/familia ubicado en planta baja.

El diseño debe adaptar estas opciones, sin embargo, el cliente tiene la posibilidad de modificar su espacio interior siempre y cuando se mantenga los diseños en fachada entregados por el diseñador y su modificación sea aprobada por el diseñador.

Los departamentos pueden ser dúplex o flat, ya que el sistema modular y el diseño arquitectónico, permite la combinación de fachadas entre plantas según se requiera. El programa de necesidades para los departamentos es:

PROTEGIDO

Flat Suite (1-2 usuarios)
Área aproximada: 80 m²

- Recibidor
- Sala
- Comedor
- Cocina
- Dormitorio master con walking closet y baño

Dúplex (5 usuarios mínimo)
Área aproximada: 160 m²

Planta Baja

- Recibidor
- Sala
- Comedor
- Cocina con comedor diario
- Dormitorio de servicio con cuarto de baño
- Cuarto de máquinas/Lavandería
- Baño de visitas

Planta Alta

- Dormitorio master con baño y closet.
- 3 dormitorios con closet
- Baño de dormitorios con área para ropa blanca
- Puede o no incluirse un área de estar a opción a ser dormitorio.

Flat (4 usuarios mínimo)
Área aproximada: 140 m²

- Recibidor
- Sala
- Comedor
- Cocina
- Dormitorio de servicio con cuarto de baño
- Cuarto de máquinas/Lavandería
- Dormitorio master con baño y walking closet.
- 2 dormitorios con closet
- Baño de dormitorios

PROTEGIDO

7.3.3. Cuadro esquemático de espacios

Para la definición de aspectos funcionales, técnicos, constructivos y relaciones entre espacios, se presentan cuadros esquemáticos de espacios que permitirán conocer las especificaciones y requerimientos de cada espacio en el departamento y en los espacios definidos para planta baja. Los requerimientos se presentan de manera referencial, como una guía para la distribución y diseño final.

Espacio:	Recibidor	
Área:	4.80 m ²	
Esquema	Aspectos Funcionales	
	Tipo de estancia: <input type="checkbox"/> Diurna <input type="checkbox"/> Nocturna <input checked="" type="checkbox"/> Ambas	
	Privacidad: <input checked="" type="checkbox"/> Espacio social <input type="checkbox"/> Privado	
Iluminación: <input checked="" type="checkbox"/> Natural <input checked="" type="checkbox"/> Artificial		Ventilación: <input checked="" type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Artificial
Relación con el entorno		Aspectos Técnicos
Aberturas hacia visuales: <input checked="" type="checkbox"/> Amplias <input type="checkbox"/> Pequeñas y sin registro visual <input type="checkbox"/> Sin aberturas		Instalaciones Flujo eléctrico 1 Inst. de 110V (Tomacorriente 2) 1 Luminarias
Relación con otros Espacios Sala Puerta principal		Flujo de agua: Agua Fría Agua Caliente
Aspectos constructivos Pisos: Hormigón pulido Paredes: interiores: Gypsum enlucido y pintado exteriores: Panel prefabricado de hormigón visto Puertas: Madera Ventanas: Aluminio color natural		Instalación de Gas Normal Desague y drenaje Aguas Grises Aguas Negras Adicionales
Observaciones		
Se ubica un mueble recibidor hacia el frente de la puerta principal.		

Tabla 63: Cuadro esquemático área recibidor
Fuente: Producido por Denisse Aguilera


Espacio:		Sala	
Área:		23.00 m ²	
Esquema		Aspectos Funcionales	
		Tipo de estancia:	
		<input checked="" type="checkbox"/> Diurna <input type="checkbox"/> Nocturna <input type="checkbox"/> Ambas	
		Privacidad:	
		<input checked="" type="checkbox"/> Espacio social <input type="checkbox"/> Privado	
Iluminación:		<input checked="" type="checkbox"/> Natural <input checked="" type="checkbox"/> Artificial	
Ventilación:		<input checked="" type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Artificial	
Relación con el entorno		Aspectos Técnicos	
Aberturas hacia visuales		Instalaciones	
<input checked="" type="checkbox"/> Amplias <input type="checkbox"/> Pequeñas y sin registro visual <input type="checkbox"/> Sin aberturas		Flujo eléctrico	
		3 Inst. de 110V (Tomacorriente 2)	
		1 Luminarias	
Relación con otros Espacios		Flujo de agua:	
Comedor, Balcon, Escalera, Recibidor		Agua Fría	
		Agua Caliente	
Aspectos constructivos		Instalación de Gas	
Pisos:	Hormigón pulido	Normal	
Paredes:		Desague y drenaje	
interiores:	Gypsum enlucido y pintado	Aguas Grises	
exteriores:	Panel prefabricado de hormigón visto	Aguas Negras	
Puertas:	Madera	Adicionales	
Ventanas:	Aluminio color natural		
Observaciones			
Se plantea un nicho para funcionar como biblioteca o área de TV por lo que se debe considerar las conexiones para internet y teléfono.			

Tabla 64: Cuadro esquemático área sala
Fuente: Producido por Denisse Aguilera


Espacio:		Comedor	
Área:		18.00 m ²	
Esquema		Aspectos Funcionales	
		Tipo de estancia:	
		<input checked="" type="checkbox"/> Diurna <input type="checkbox"/> Nocturna <input type="checkbox"/> Ambas	
		Privacidad:	
		<input checked="" type="checkbox"/> Espacio social <input type="checkbox"/> Privado	
Iluminación:		<input checked="" type="checkbox"/> Natural <input checked="" type="checkbox"/> Artificial	
Ventilación:		<input checked="" type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Artificial	
Relación con el entorno		Aspectos Técnicos	
Aberturas hacia visuales		Instalaciones	
<input checked="" type="checkbox"/> Amplias <input type="checkbox"/> Pequeñas y sin registro visual <input type="checkbox"/> Sin aberturas		Flujo eléctrico	
		2 Inst. de 110V (Tomacorriente 2)	
		1 Luminarias	
Relación con otros Espacios		Flujo de agua:	
Cocina, Sala, Balcon		Agua Fría	
		Agua Caliente	
Aspectos constructivos		Instalación de Gas	
Pisos:	Hormigón pulido	Normal	
Paredes:		Desague y drenaje	
interiores:	Gypsum enlucido y pintado	Aguas Grises	
exteriores:	Panel prefabricado de hormigón visto	Aguas Negras	
Puertas:	Madera	Adicionales	
Ventanas:	Aluminio color natural		
Observaciones			
Se debe cuidar la ventilación natural en este espacio para no exista problemas de olores por alimentos.			

Tabla 65: Cuadro esquemático área comedor
Fuente: Producido por Denisse Aguilera


Espacio:		Cocina	
Área:		16.00 m ²	
Esquema		Aspectos Funcionales	
		Tipo de estancia:	
		<input checked="" type="checkbox"/> Diurna <input type="checkbox"/> Nocturna <input type="checkbox"/> Ambas	
		Privacidad:	
		<input checked="" type="checkbox"/> Espacio social <input type="checkbox"/> Privado	
Iluminación:		<input checked="" type="checkbox"/> Natural <input checked="" type="checkbox"/> Artificial	
Ventilación:		<input checked="" type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Artificial	
Relación con el entorno		Aspectos Técnicos	
Aberturas hacia visuales		Instalaciones	
<input checked="" type="checkbox"/> Amplias <input type="checkbox"/> Pequeñas y sin registro visual <input type="checkbox"/> Sin aberturas		Flujo eléctrico	
		4 Inst. de 110V (Tomacorriente 2) 1 Luminarias	
Relación con otros Espacios		Flujo de agua:	
Comedor, Cuarto de Servicio, Cuarto de Maquinas		1 Agua Fría 1 Agua Caliente	
Aspectos constructivos		Instalación de Gas	
Pisos:	Hormigón pulido	1 Normal	
Paredes:		Desague y drenaje	
interiores:	Gypsum enlucido y pintado	1 Aguas Grises	
exteriores:	Panel prefabricado de hormigón visto	Aguas Negras	
Puertas:	Madera	Adicionales	
Ventanas:	Aluminio color natural		
Observaciones			
El area de cocina va a tener en sus ventanales, una estructura de louvers donde se sujetaran las plantas enredaderas con posibilidad a huertos, por lo que se requiere considerar de drenaje de aguas lluvias que alimente verticalmente a esta pared verde. Los mesones de cocina son de granito.			

Tabla 66: Cuadro esquemático área cocina
Fuente: Producido por Denisse Aguilera

Espacio:		Dormitorio de Servicio	
Área:		6.00 m ²	
Esquema		Aspectos Funcionales	
		Tipo de estancia:	
		<input type="checkbox"/> Diurna <input checked="" type="checkbox"/> Nocturna <input type="checkbox"/> Ambas	
		Privacidad:	
		<input type="checkbox"/> Espacio social <input checked="" type="checkbox"/> Privado	
Iluminación:		<input checked="" type="checkbox"/> Natural <input checked="" type="checkbox"/> Artificial	
Ventilación:		<input checked="" type="checkbox"/> Natural <input checked="" type="checkbox"/> Artificial	
Relación con el entorno		Aspectos Técnicos	
Aberturas hacia visuales		Instalaciones	
<input checked="" type="checkbox"/> Amplias <input checked="" type="checkbox"/> Pequeñas y sin registro visual <input type="checkbox"/> Sin aberturas		Flujo eléctrico	
		1 Inst. de 110V (Tomacorriente 2) 1 Luminarias	
Relación con otros Espacios		Flujo de agua:	
Cocina, Cuarto de Maquinas, Baño de servicio		Agua Fría Agua Caliente	
Aspectos constructivos		Instalación de Gas	
Pisos:	Hormigón pulido	Normal	
Paredes:		Desague y drenaje	
interiores:	Gypsum enlucido y pintado	Aguas Grises	
exteriores:	Panel prefabricado de hormigón visto	Aguas Negras	
Puertas:	Madera	Adicionales	
Ventanas:	Aluminio color natural		
Observaciones			
Se incluye un closet para el cuarto de servicio.			

Tabla 67: Cuadro esquemático área dormitorio servicio
Fuente: Producido por Denisse Aguilera

Espacio:		Baño de Servicio	
Área:		2.60 m ²	
Esquema		Aspectos Funcionales	
		Tipo de estancia:	
		<input type="checkbox"/> Diurna <input type="checkbox"/> Nocturna <input checked="" type="checkbox"/> Ambas	
		Privacidad:	
		<input type="checkbox"/> Espacio social <input checked="" type="checkbox"/> Privado	
Iluminación:		<input checked="" type="checkbox"/> Natural <input checked="" type="checkbox"/> Artificial	
Ventilación:		<input checked="" type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Artificial	
Relación con el entorno		Aspectos Técnicos	
Aberturas hacia visuales		Instalaciones	
<input type="checkbox"/> Amplias <input checked="" type="checkbox"/> Pequeñas y sin registro visual <input type="checkbox"/> Sin aberturas		Flujo eléctrico	
		1 Inst. de 110V (Tomacorriente 2)	
		1 Luminarias	
Relación con otros Espacios		Flujo de agua:	
Dormitorio de servicio		3 Agua Fría	
		Agua Caliente	
Aspectos constructivos		Instalación de Gas	
Pisos:	Hormigón pulido	Normal	
Paredes:		Desague y drenaje	
interiores:	Gypsum enlucido y pintado	1 Aguas Grises	
exteriores:	Panel prefabricado de hormigón visto	2 Aguas Negras	
Puertas:	Madera	Adicionales	
Ventanas:	Aluminio color natural		
Observaciones			
Se debe incluir piezas de baño como lavamanos de pedestal, inodoro y ducha de baño. Los pisos y paredes de baño pueden tener recubrimiento de cerámica a elección del cliente. Se incluye espejo en área de lavamanos.			

Tabla 68: Cuadro esquemático área baño servicio
Fuente: Producido por Denisse Aguilera

Espacio:		Cuarto de Máquinas - Lavandería	
Área:		5.60 m ²	
Esquema		Aspectos Funcionales	
		Tipo de estancia:	
		<input checked="" type="checkbox"/> Diurna <input type="checkbox"/> Nocturna <input type="checkbox"/> Ambas	
		Privacidad:	
		<input type="checkbox"/> Espacio social <input checked="" type="checkbox"/> Privado	
Iluminación:		<input checked="" type="checkbox"/> Natural <input checked="" type="checkbox"/> Artificial	
Ventilación:		<input checked="" type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Artificial	
Relación con el entorno		Aspectos Técnicos	
Aberturas hacia visuales		Instalaciones	
<input type="checkbox"/> Amplias <input checked="" type="checkbox"/> Pequeñas y sin registro visual <input type="checkbox"/> Sin aberturas		Flujo eléctrico	
		3 Inst. de 110V (Tomacorriente 2)	
		1 Luminarias	
Relación con otros Espacios		Flujo de agua:	
Dormitorio de servicio, Cocina		2 Agua Fría	
		Agua Caliente	
Aspectos constructivos		Instalación de Gas	
Pisos:	Hormigón pulido	1 Normal	
Paredes:		Desague y drenaje	
interiores:	Gypsum enlucido y pintado	3 Aguas Grises	
exteriores:	Panel prefabricado de hormigón visto	Aguas Negras	
Puertas:	Madera	Adicionales	
Ventanas:	Aluminio color natural		
Observaciones			
Se ubican paneles eléctricos y de revisión en este espacio. Los pisos y paredes pueden tener recubrimiento de cerámica a elección del cliente.			

Tabla 69: Cuadro esquemático área cuarto de maquinas
Fuente: Producido por Denisse Aguilera

Espacio:		Baño de visitas	
Área:		3.00 m ²	
Esquema		Aspectos Funcionales	
		Tipo de estancia: Diurna Nocturna * Ambas Privacidad: Espacio social * Privado Iluminación: * Natural * Artificial Ventilación: * Natural Artificial	
Relación con el entorno		Aspectos Técnicos	
Aberturas hacia visuales Amplias * Pequeñas y sin registro visual Sin aberturas		Instalaciones Flujo eléctrico 1 Inst. de 110V (Tomacorriente 2) 1 Luminarias	
Relación con otros Espacios Hall		Flujo de agua: 2 Agua Fría Agua Caliente	
Aspectos constructivos		Instalación de Gas	
Pisos:	Hormigón pulido	Normal	
Paredes:		Desague y drenaje	
interiores:	Gypsum enlucido y pintado	1 Aguas Grises	
exteriores:	Panel prefabricado de hormigón visto	1 Aguas Negras	
Puertas:	Madera	Adicionales	
Ventanas:	Aluminio color natural		
Observaciones			
Se debe incluir piezas de baño como lavamanos empotrado bajo meson, inodoro. Los pisos y paredes pueden tener recubrimiento de cerámica a elección del cliente. Se incluye espejo en área de lavamanos. El meson de lavamanos es de granito.			

Tabla 70: Cuadro esquemático área baño de visitas
Fuente: Producido por Denisse Aguilera

Espacio:		Ascensor	
Área:			
Esquema		Aspectos Funcionales	
		Aberturas hacia visuales Amplias Pequeñas y sin registro visual * Sin aberturas Relación con otros Espacios Lobby de ingreso, hall entre pisos, plantas parqueos	
Aspectos constructivos		Aspectos Técnicos	
Pisos:	Piso de ascensor	Instalaciones	
Paredes:	Muro de hormigon	Flujo eléctrico	
Puertas y ventanas:	Puertas de ascensor	Inst. de 110V (Tomacorriente 2)	
Observaciones		Flujo de agua:	
El ascensor comunica todos los pisos del edificio. Posee un cuarto de maquinas en la losa de cubiertas.		Agua Fría	
		Desague y drenaje	
		Aguas Grises Aguas Negras	

Tabla 71: Cuadro esquemático área ascensor
Fuente: Producido por Denisse Aguilera

Espacio:		Escaleras	
Área:			
Esquema		Aspectos Funcionales	
		Aberturas hacia visuales * Amplias Pequeñas y sin registro visual Sin aberturas Relación con otros Espacios Lobby de ingreso, hall entre pisos, plantas parqueos	
Aspectos constructivos		Aspectos Técnicos	
Pisos:	Hormigon pulido	Instalaciones	
Paredes:		Flujo eléctrico	
Puertas y ventanas:		Inst. de 110V (Tomacorriente 2)	
Observaciones		Flujo de agua:	
Escalera prefabricada de hormigón con pasamanos de acero inoxidable.		Agua Fría	
		Desague y drenaje	
		Aguas Grises Aguas Negras	

Tabla 72: Cuadro esquemático área escaleras
Fuente: Producido por Denisse Aguilera


Espacio: Lobby	
Área:	
Esquema	Aspectos Funcionales
	Aberturas hacia visuales
	x Amplias
	Pequeñas y sin registro visual
	Sin aberturas
	Relación con otros Espacios
	Ingreso a edificio, circulación vertical, cuartos de ingenierías
Aspectos constructivos	Aspectos Técnicos
Pisos: Hormigón pulido	Instalaciones
Paredes: Mampostería simple	Flujo eléctrico
Puertas y ventanas: Madera y aluminio color natural.	2 Inst. de 110V (Tomacorriente 2)
Observaciones	Flujo de agua:
Debe ser accesible para minusvalidos y posee un counter donde se ubica el portero y se recibe la correspondencia de los departamentos.	<input type="checkbox"/> Agua Fría
	Desague y drenaje
	<input type="checkbox"/> Aguas Grises
	<input type="checkbox"/> Aguas Negras

Tabla 73: Cuadro esquemático lobby
Fuente: Producido por Denisse Aguilera


Espacio: Área comunal	
Área:	
Esquema	Aspectos Funcionales
	Aberturas hacia visuales
	x Amplias
	Pequeñas y sin registro visual
	Sin aberturas
	Relación con otros Espacios
	Lobby de ingreso
Aspectos constructivos	Aspectos Técnicos
Pisos: Hormigón pulido	Instalaciones
Paredes: Mampostería simple	Flujo eléctrico
Puertas y ventanas: Madera y aluminio color natural.	2 Inst. de 110V (Tomacorriente 2)
Observaciones	Flujo de agua:
Esta área es exterior cubierta, con la posibilidad de encerrarse por medio de puertas móviles. Se refiere a un área exterior que asienta al edificio en área verde para su planta baja.	<input type="checkbox"/> Agua Fría
	Desague y drenaje
	<input checked="" type="checkbox"/> Aguas Grises
	<input type="checkbox"/> Aguas Negras

Tabla 75: Cuadro esquemático área comunal
Fuente: Producido por Denisse Aguilera


Espacio: Parqueo	
Área:	
Esquema	Aspectos Funcionales
	Aberturas hacia visuales
	x Amplias
	Pequeñas y sin registro visual
	Sin aberturas
	Relación con otros Espacios
	Ingreso a edificio, bodegas, circulación vertical
Aspectos constructivos	Aspectos Técnicos
Pisos: Hormigón pulido	Instalaciones
Paredes: Mampostería simple	Flujo eléctrico
Ventanas: Louvers metálicos si se indica	x Inst. de 110V (Tomacorriente 2)
Observaciones	Flujo de agua:
Se ubican topes de hormigon como topellantas. Se plantean rejillas de desague de aguas grises y lluvias. Se ubica un grifo de agua fría y un tomacorriente por cada 5 parqueos.	<input checked="" type="checkbox"/> Agua Fría
	Desague y drenaje
	<input checked="" type="checkbox"/> Aguas Grises
	<input type="checkbox"/> Aguas Negras

Tabla 74: Cuadro esquemático parqueo
Fuente: Producido por Denisse Aguilera

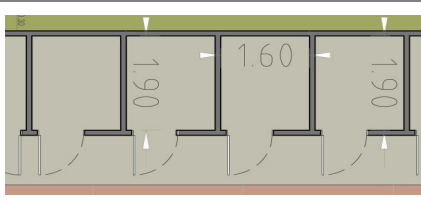
Espacio: Bodega	
Área:	
Esquema	Aspectos Funcionales
	Aberturas hacia visuales
	Amplias
	Pequeñas y sin registro visual
	x Sin aberturas
	Relación con otros Espacios
	Lobby de ingreso
Aspectos constructivos	Aspectos Técnicos
Pisos: Hormigón pulido	Instalaciones
Paredes: Mampostería simple	Flujo eléctrico
Puertas y ventanas: Metálicas	Inst. de 110V (Tomacorriente 2)
Observaciones	Flujo de agua:
	<input type="checkbox"/> Agua Fría
	Desague y drenaje
	<input type="checkbox"/> Aguas Grises
	<input type="checkbox"/> Aguas Negras

Tabla 76: Cuadro esquemático bodegas
Fuente: Producido por Denisse Aguilera

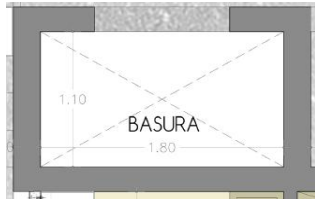
Espacio:		Ducto de basura	
Área:			
Esquema		Aspectos Funcionales	
		Aberturas hacia visuales	
		Amplias	
		Pequeñas y sin registro visual	
		x Sin aberturas	
Relación con otros Espacios		Lobby de ingreso, hall entre pisos, plantas parqueos	
Aspectos constructivos		Aspectos Técnicos	
Pisos:	Hormigon pulido	Instalaciones	
Paredes:		Flujo eléctrico	
Puertas y ventanas:		Inst. de 110V (Tomacorriente 2)	
Observaciones		Flujo de agua:	
Ducto llega hasta piso semisotano de parqueos con opcion a camion de basura ingrese y recolecte la basura del cuarto mayor. Debe ser completamente hermetico y con recubrimientos especiales antihongos con esquinas redondeadas en lo posible.		x Agua Fría	
		Desague y drenaje	
		Aguas Grises	
		x Aguas Negras	

Tabla 77: Cuadro esquemático ducto de basura
Fuente: Producido por Denisse Aguilera

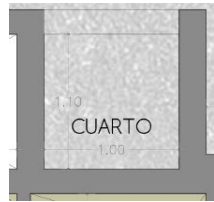
Espacio:		Cuarto eléctrico	
Área:			
Esquema		Aspectos Funcionales	
		Aberturas hacia visuales	
		Amplias	
		x Pequeñas y sin registro visual	
		Sin aberturas	
Relación con otros Espacios		Lobby de ingreso	
Aspectos constructivos		Aspectos Técnicos	
Pisos:	Hormigon pulido	Instalaciones	
Paredes:	Mampostería simple	Flujo eléctrico	
Puertas y ventanas:	Madera	Inst. de 110V (Tomacorriente 2)	
Observaciones		Flujo de agua:	
Cuarto electrico se dimensiona de manera estandar, sin embargo, diseño electrico proporcionaria dimensiones y requerimientos finales para la torre de departamentos.		x Agua Fría	
		Desague y drenaje	
		Aguas Grises	
		Aguas Negras	

Tabla 78: Cuadro esquemático cuarto eléctrico
Fuente: Producido por Denisse Aguilera

7.4. Diseño de la implantación general

El diseño del conjunto residencial responde principalmente al análisis de sitio desarrollado previamente. Los criterios de diseño del proyecto son referencia para la composición de la implantación general del conjunto residencial, sin embargo, las realidades del terreno prevalecen sobre el diseño. Uno de los aspectos más importantes que debe lograr el diseño es que las edificaciones deben cumplir con un diseño pasivo para lograr ahorro energético en los interiores del edificio, en este caso, para las viviendas que desarrollaron en una torre del conjunto residencial. De igual manera, las normativas que se presentan en la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones emitidos por la Municipalidad de Guayaquil, para la zona Vía a la Costa, dispone de reglamentos generales para el diseño del conjunto residencial en función de los retiros del terreno. A continuación se detalla el proceso de diseño y los lineamientos por el que se desarrolla el conjunto residencial:

Retiros en implantación

Según la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones para el sector Vía a la Costa (M.I. Concejo Cantonal de Guayaquil, 2000), el terreno debe

considerar retiros frontales, laterales y posteriores acorde a la tipología de proyecto multifamiliar. A continuación, se detallan los retiros que se han dejado para el desarrollo del conjunto residencial, los cuales cumplen con la normativa especificada.

Rutas de entrada y salida

El acceso sentido Guayaquil-Salinas de la Av. Jaime Nebot Velasco es unavíarápidaconstruidaprincipalmente para el tránsito de vehículos ya que no se han propuesto aceras o accesos peatonales que permitan en fácil acceso peatonal al conjunto residencial. Así, el principal acceso a la urbanización se considera tipo vehicular en el que internamente se desarrollan vías peatonales y ciclovía. Debido al giro en U más cercano, el ingreso principal se ubica hacia el lado sureste del terreno para que exista distancia suficiente para lograr realizar el retorno a la vía Salinas-Guayaquil. Además, debido al retiro físico del terreno hacia la vía por la existencia de un canal de aguas lluvias al frente del terreno, se desarrolla un acceso amplio vehicular que cuenta con una garita de revisión para seguridad del conjunto residencial.

Internamente, las vías se plan-

tean sinuosas ya que no se desea dar el aspecto de autopista hacia el interior del conjunto. A su vez, es esencial la planificación de espacios peatonales y ciclovía, por lo que, para fomentar el deporte y tomando el caso de las urbanizaciones actuales con poco espacio recreativo, se plantea que el espacio peatonal y ciclovía funcione como pista de jogging a beneficio de los moradores del conjunto residencial. Se planificarán áreas de descanso y estudiarán las vistas y recorridos que permitan ser una actividad de interacción social entre los moradores. Esta pista de jogging y ciclovía debe conectar todas las edificaciones y actividades que se desarrollen en el conjunto residencial, pero no deben interferir en ellas. Por ello, se las diseña hacia un costado de la calle vehicular, alejando a la vía por medio de vegetación.

Zonificación

Luego de definir el acceso a la implantación se decide zonificar las diferentes áreas del terreno. Esta zonificación se genera estudiando las características del sitio, requerimientos de áreas del proyecto y criterios de diseño del proyecto generados anteriormente. A manera general, se

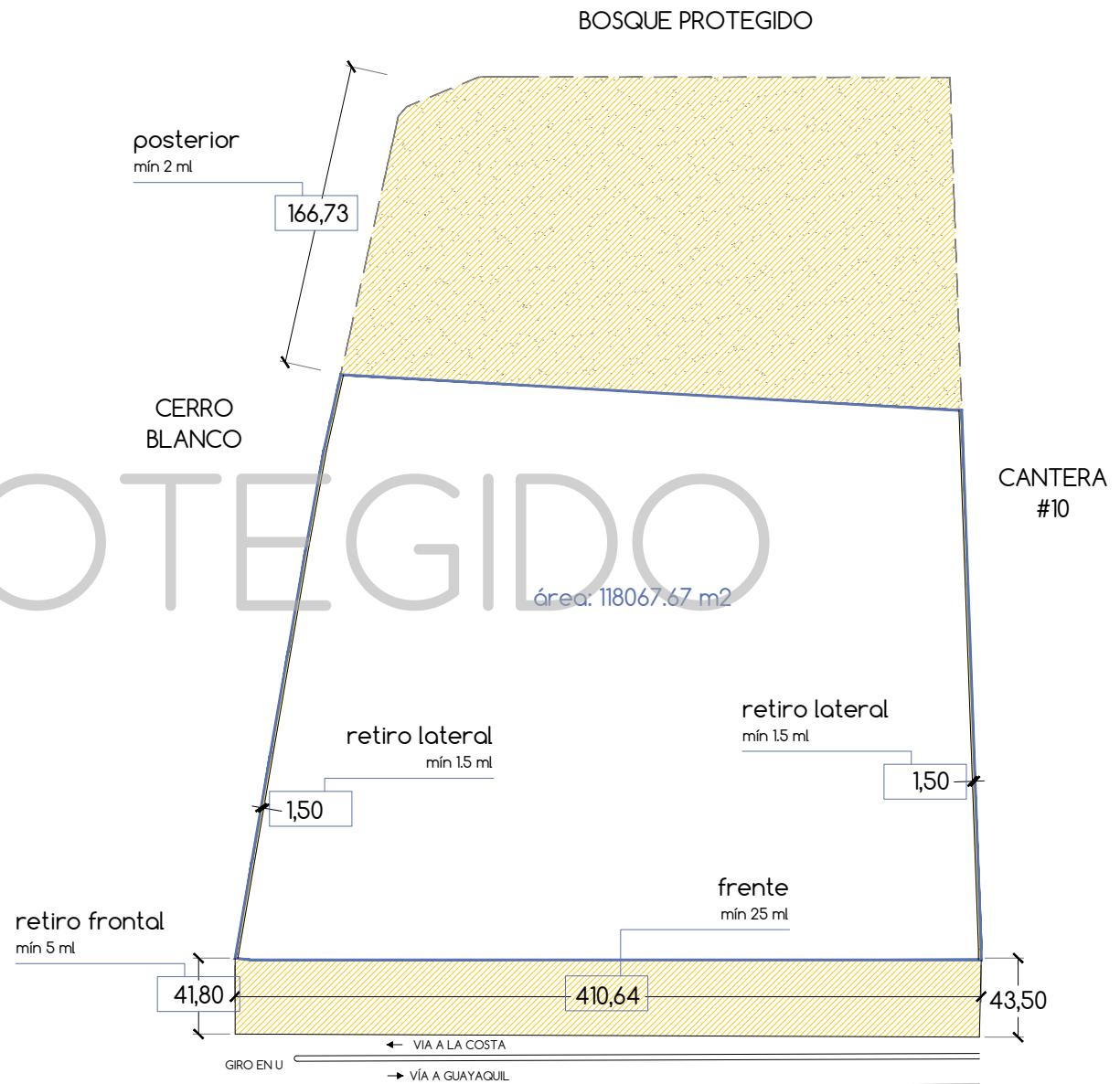


IMAGEN 367: Retiros en implantación de conjunto residencial
Fuente: Producido por Denisse Aguilera



ubican las edificaciones en el sentido transversal a los vientos predominantes. De esta manera, junto a un diseño que permita aprovechar los vientos para el confort de los interiores del edificio, es posible refrescar las habitaciones si se requiera.

Además, la topografía del terreno intuye a utilizar métodos de escalonamiento de las edificaciones. Por ello, las torres que poseen mayor altura se ubican hacia las elevaciones, respetando las curvas topográficas, posteriormente las viviendas en barra se benefician del escalonamiento y finalmente, las viviendas en tapiz se ubican hacia una superficie más plana. Esta ubicación también permite la creación de un parque lineal entre las torres y las barras de edificios que puedan crear un microclima interior que ayude a lograr el confort térmico de las edificaciones.

El recorrido solar que se produce de este a oeste, define que las edificaciones no deben exponerse en sus fachadas hacia el este u oeste sino ubicarse hacia un sentido norte-sur.

A continuación se presenta la justificación lograda al diseño de la implantación del conjunto residencial para cada área representada



IMAGEN 368: Zonificación inicial de conjunto residencial
Fuente: Producido por Denisse Aguilera

Área comercial: Este espacio está pensado a ofrecer locales comerciales tanto a beneficio de los moradores del conjunto, como posibles clientes externos. Por ello se lo ubica hacia el ingreso del conjunto residencial. A su vez, se espera que los moradores del conjunto posean la facilidad de acceso peatonal hacia esta, por lo que se ubica hacia una salida del parque lineal.

Viviendas en torre: Estas viviendas se ubican hacia una parte alta del terreno. El ingreso hacia cada edificación se realizara en su fachada posterior ya que se ubicara una rampa de acceso vehicular que desciende hacia un sótano y semisótano de parqueos. De esta manera la terraza de estos parqueos puede ser utilizada como área verde y no se desperdicia el área del terreno en espacio de parqueos. A su vez, el costo por movimiento de tierra será bajo ya que se utiliza la pendiente del terreno para la construcción de los pisos de parqueos.

Iglesia: La iglesia y casa parroquial se ubican hacia la cota más alta del terreno. Para lograr utilizar la pendiente del terreno hasta su acceso se utiliza el recorrido de distribución hacia las torres de departamentos para luego acceder hacia la zona de culto. Este espacio se lo ubica aislado a las edificaciones para proveer al templo

un espacio tranquilo para sus actividades.

Viviendas en barra: Estas edificaciones se plantean de menor tamaño que las torres, por lo que se debe apreciar el escalonamiento entre ellos. El parque lineal entre las torres y las barras brindarán espacios de desarrollo comunitario y social al convertirse en la manera más inmediata de recorrido peatonal entre los edificios. Además, tanto las torres como las barras, se benefician de las vistas hacia el parque lineal y a los bosques protegidos del sector.

Viviendas en tapiz: Al ser un planteamiento diferente a la vivienda multifamiliar, se diseñan las viviendas en tapiz con la posibilidad de ser un conjunto cerrado dentro del conjunto residencial.

Área social: a más de los espacios de esparcimientos como el parque lineal, la pista de jogging y sus áreas de descanso, entre otros. Se diseña un área social hacia el frente del terreno donde actualmente se ubican las plantaciones de teca. Esto permitirá conservar las plantaciones y crear un bloqueo visual vegetal entre la vía y el área social. Esta área debe permitir el acceso a todas las viviendas que existan en el conjunto residencial. Debido a la topografía, se diseñan recorridos orgánicos y sinuosos a lo largo del área social y deportiva del conjunto.



IMAGEN 369: Implantación general del conjunto residencial
Fuente: Producido por Denisse Aguilera

7.4.1. Cuadro de áreas











Tipología: MIXTO		% real	Área real	Área sugerida
			(en m2)	
30%	Vivienda			35,420.30
	 Vivienda en torres	3.47%	4,097.97	
	 Vivienda en barras	2.66%	3,144.00	
	 Vivienda en tapiz	6.45%	7,616.06	
13%	Vivienda		14,858.04	m2
12%	Equipamiento			14,168.12
	 Área comercial	0.51%	608.00	
	 Área de garita y plantas tratamiento	1.10%	1,304.41	
	 Iglesia y casa parroquial	0.29%	343.85	
2%	Equipamiento		2,256.26	m2
58%	Áreas verdes y espacios sociales			68,479.25
	 Parque lineal	16.84%	19,880.61	
	 Áreas verdes y sociales	47.07%	55,578.80	
	 Vías peatonales	4.50%	5,309.37	
	 Vías vehiculares	17.10%	20,184.59	
86%	Áreas verdes y espacios sociales		100,953.38	
100%	Área TOTAL		118,067.67	118,067.67

Tabla 79: Cuadro de áreas de conjunto residencial
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

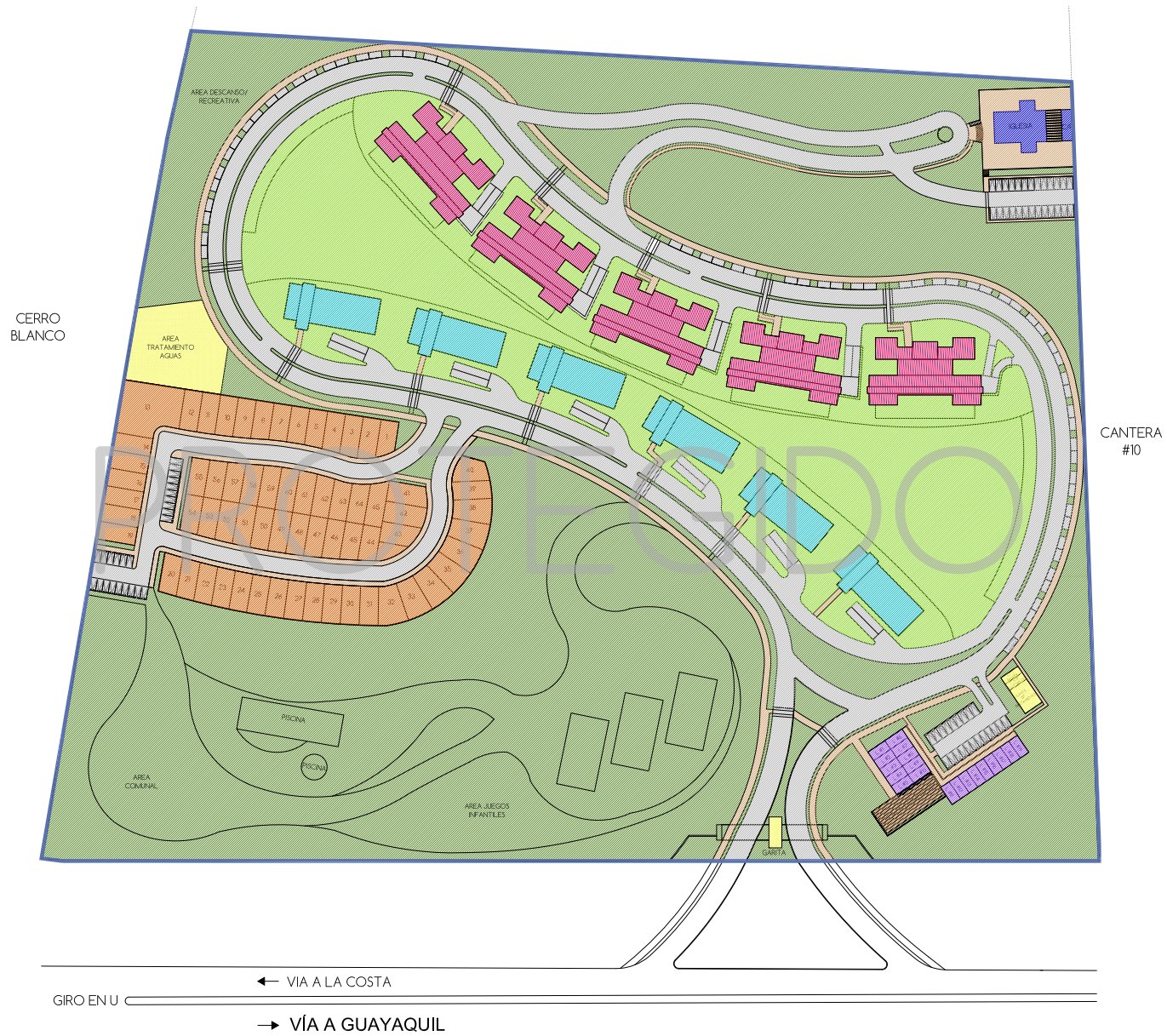


IMAGEN 370: Áreas en implantación
Fuente: Producido por Denisse Aguilera

7.5. Diseño de edificio de viviendas tipo

Acorde a la zonificación y estudio de criterios desarrollado, se define la ubicación de cinco torres de departamentos hacia la base del terreno en elevación debido a la topografía del terreno. Para el ingreso a cada torre, se realiza hacia el lado norte del terreno de tal manera que se dé hacia la fachada posterior. De esta manera, la fachada principal, expuesta al frente del terreno, da hacia el parque lineal del conjunto residencial. El ingreso al edificio en su fachada posterior es tipo vehicular, tanto como drop-off o el ingreso a la rampa hacia los pisos de parqueos. Además, en esta fachada se propone el área para dejar bicicletas debido a la ciclovía existente en la implantación. El ingreso al edificio en su fachada posterior es su principal acceso peatonal que conecta entre las demás edificaciones y hacia los puntos de interés como el área comercial y área social. El acceso peatonal se realiza por las terrazas del edificio de parqueo las cuales provocan el escalonamiento de la torre y la continuidad visual en el parque lineal. Así, se espera que el edificio forme parte de los recorridos existentes en el parque lineal.

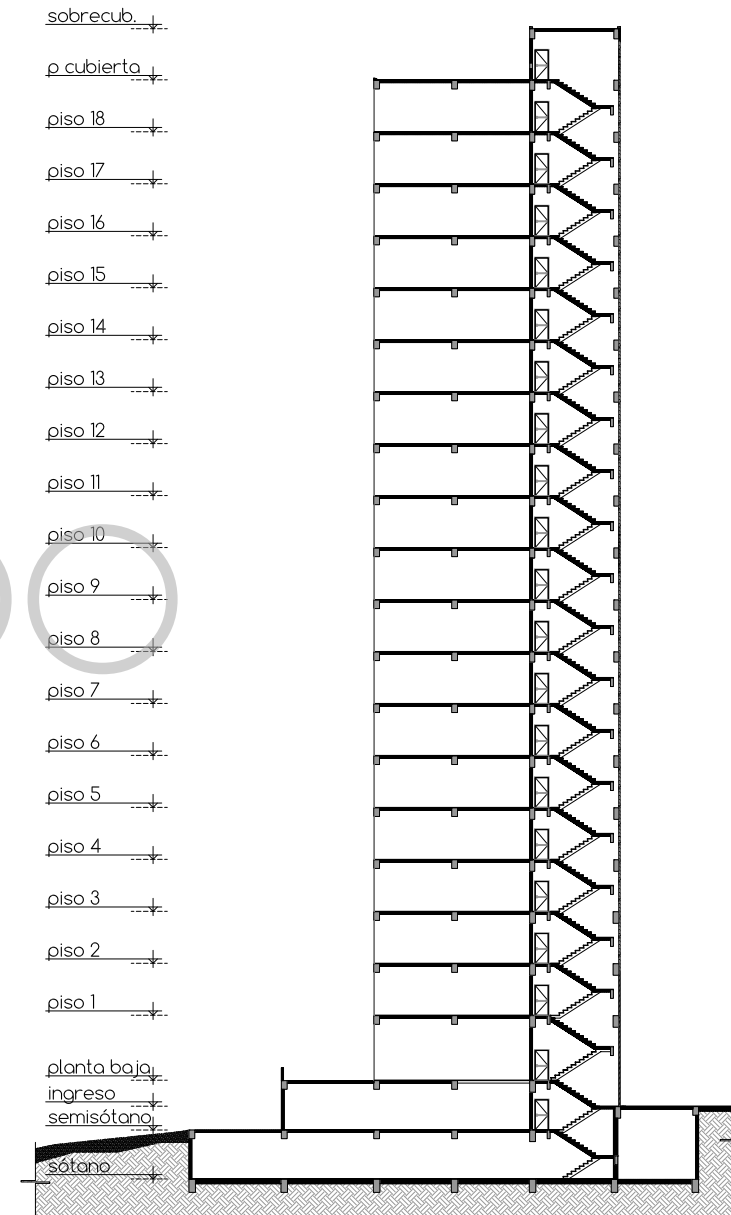


IMAGEN 371: Corte Esquemático de torre de departamentos
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Para crear la sensación de seguridad en el edificio, es decir, crear una barrera espacial que permita que desde el exterior no se aprecie el interior de los departamentos se plantea elevar el edificio para crear una planta de semisótano y sótano de parques. Por ello, el ingreso al edificio debe plantear rampas de acceso y escaleras para lograr la altura deseada.

Estructuralmente, la planta baja y áreas de sótano y semisótano se diseñan en hormigón armado en el método tradicional debido a la cimentación del terreno. En los pisos superiores correspondientes a los departamentos se utiliza el panel prefabricado de hormigón aligerado con micro perlita de poliestireno expandido con sujeciones de junta seca, producto de este trabajo de investigación. Además, debido a la esbeltez de la torre de departamentos y reconociendo los peligros de trabajar en altura, se decide por realizar la estructura de los pisos de departamentos en estructura metálica ya que permite acelerar el proceso de construcción y posee ventajas ante sismos y alta resistencia física.

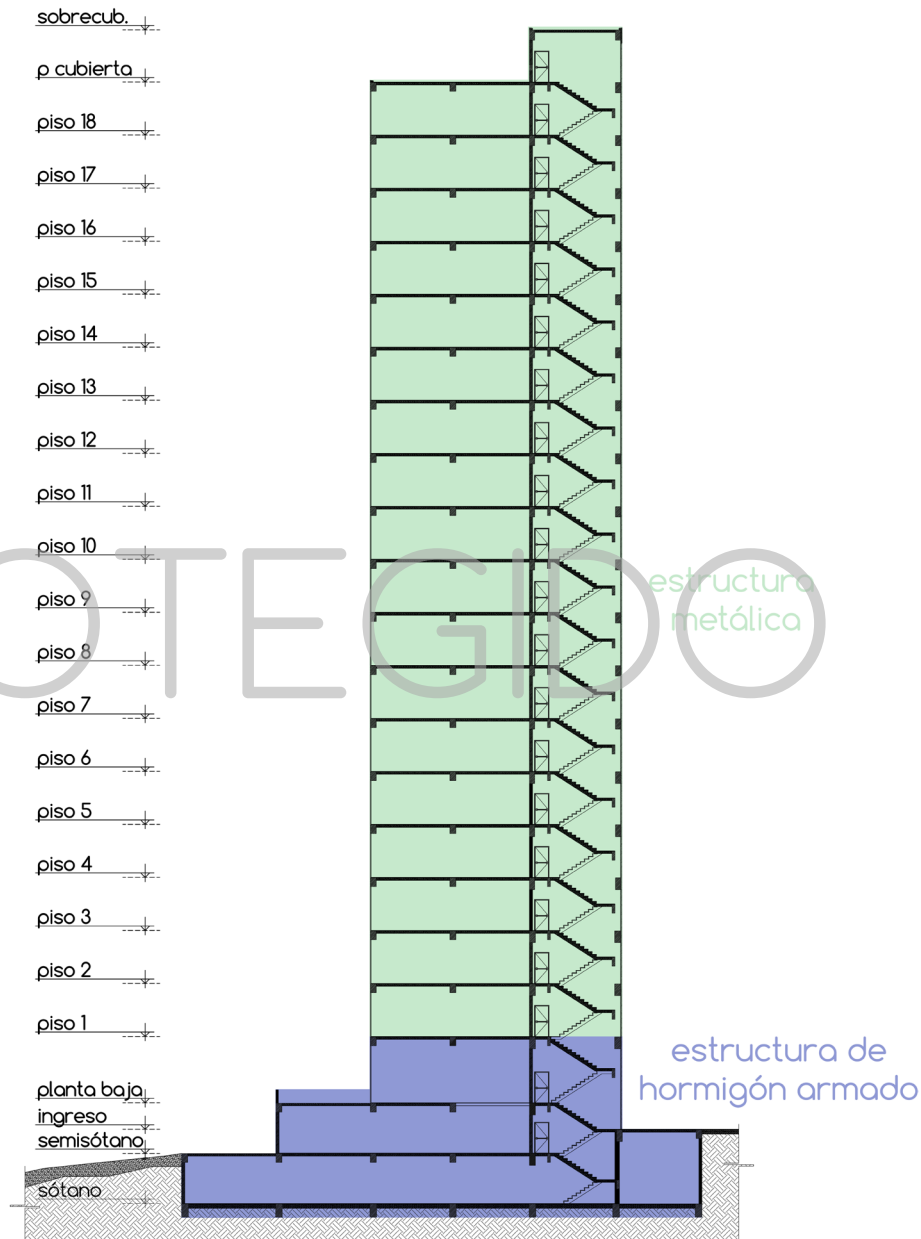


IMAGEN 372: Corte definición de tipo de estructuras
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

A continuación se detalla el procedimiento de diseño de la torre de departamentos acorde a los criterios de diseño para el proyecto:

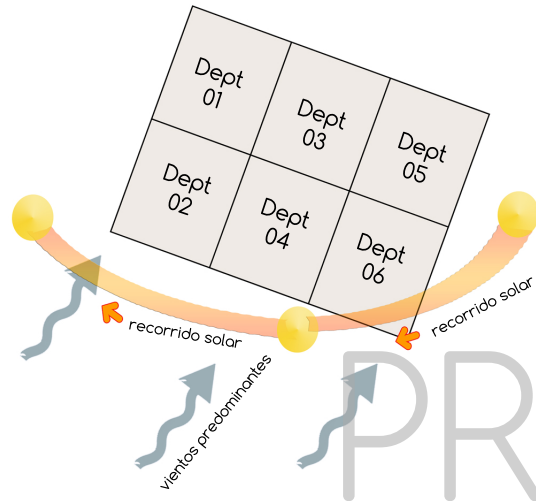


IMAGEN 373: Agrupación de Departamentos por piso
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Para lograr la densificación deseada, se proponen 6 departamentos por piso, en el que se da la opción a departamentos de tipo flat o dúplex. Se agrupan los departamentos en su lado más largo hacia la dirección de los vientos predominantes para su mayor aprovechamiento. El recorrido solar define en que fachadas deben existir dispositivos de sombra para reducir la radiación hacia los interiores de los departamentos.

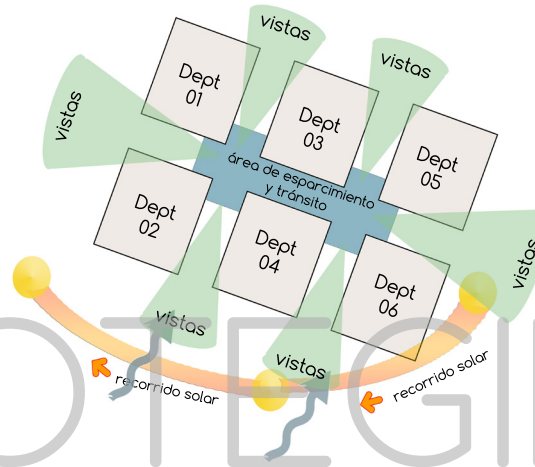


IMAGEN 374: Diagrama de diseño de la torre en planta tipo
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

La agrupación entre edificios no permite que los vientos logren transitar hacia los departamentos de la fachada posterior. Por ello, los departamentos se separan entre sí para dar paso a las circulaciones entre departamentos. Esto permite enmarcar las vistas hacia el exterior, logrando un área de esparcimiento hacia cada departamento. A su vez, esta distribución permite a cada departamento tener las cuatro fachadas que pueden ser expuestas ya que no se adosan los departamentos entre sí.



IMAGEN 375: Planta tipo
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

El diseño de la planta tipo compacta las circulaciones verticales y horizontales de los departamentos. Sin embargo, el concepto de enmarcar las vistas en un entorno de vegetación en sus alrededores, necesita una continuidad de esta dentro del edificio. Por ello, se ubican jardineras hacia las caras que emiten vistas hacia el exterior desde su área de esparcimiento. Estas jardineras pueden plantarse huertos que sean de cuidado de los usuarios del edificio.

El diagrama de diseño de la torre tipo permite conocer que las fachadas frontal y lateral derecha son las que poseen mayor afectación por la

radiación solar. Por ello, se plantea en el diseño de los departamentos los siguientes tipos de dispositivos de sombra que definirán las fachadas del edificio:

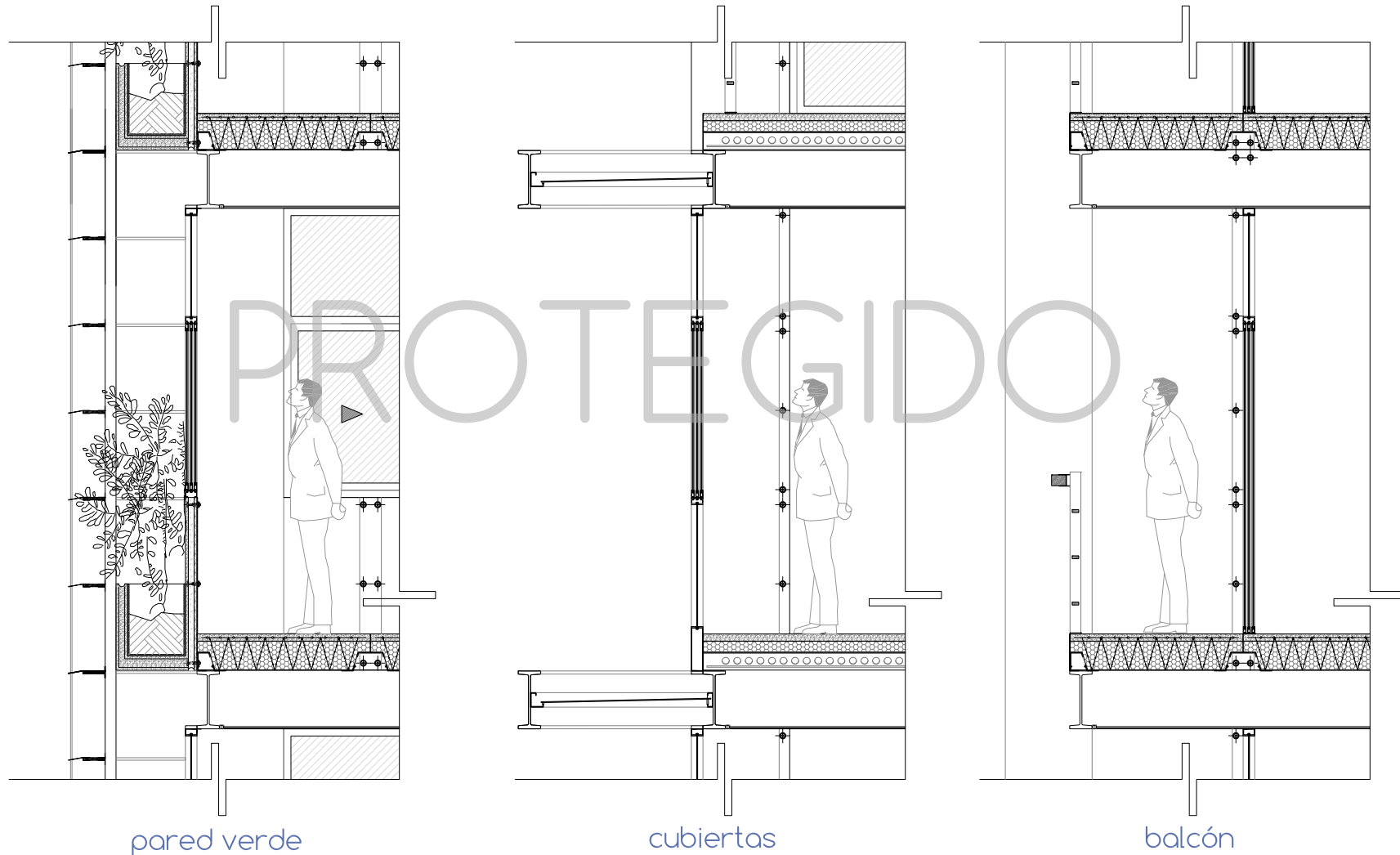


IMAGEN 376: Dispositivos de asoleamiento diseñados para la torre de departamento
Fuente: Realizado por Denisse Agullera

Pared verde: Consiste en un panel prefabricado tipo jardinera diseñado especialmente para sujetar plantas tipo enredaderas. Estas enredaderas para conformar la pared verde se sujetan a una estructura metálica diseñada tipo louvers que contienen bajantes de AALL del agua lluvia recolectada en cubierta y realiza el riego en caída libre para beneficio de la pared verde. Sobre este panel se ajusta una ventana corrediza que permite el mantenimiento de las plantas, y sobre esta, en la tarjeta de ventana se ubican celosías de vidrio que permite el paso de luz y ventilación natural.

Cubiertas: Consiste en una estructura liviana sujeta por vigas IPN, la cual, para recolección de aguas lluvias, posee un canalón oculto que permite movilizar el agua recolectada a la bajante más cercana. Esta cubierta permite reducir la afectación de la luz solar en el confort térmico de la edificación.

Balcones: Consiste en un área exterior del departamento que sirve como dispositivo de sombra al interior de edificio ya que la losa superior que la cubre reduce el ángulo de afectación solar a la vivienda y por ende, el sol no afecta directamente al departamento.

En el aspecto constructivo, la torre de departamentos se conforma por cinco estructuras tipo, conformadas por tipo T1, tipo T2 y tipo T3. Cada una de ellas se une para conformar la planta tipo del edificio, la cual posee diferentes alternativas de departamentos que permitirán

al usuario del edificio escoger aquella alternativa que satisfaga sus requerimientos. Según el departamento escogido, la fachada del edificio se modifica y muta ya que se han diseñado de tal manera que no interfiera con la visual del edificio ni los ejes de diseño de fachada.

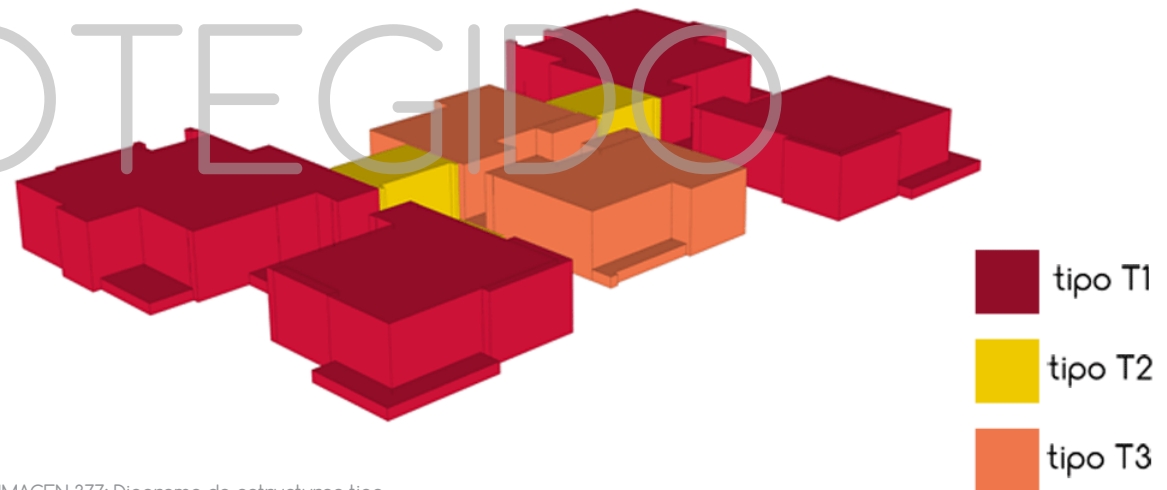


IMAGEN 377: Diagrama de estructuras tipo
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

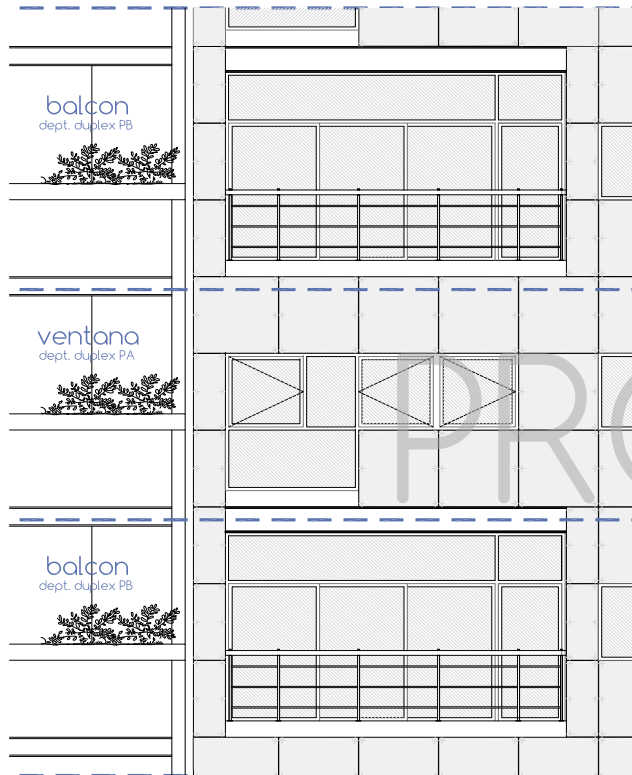


IMAGEN 378: Fachada en departamentos dúplex
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

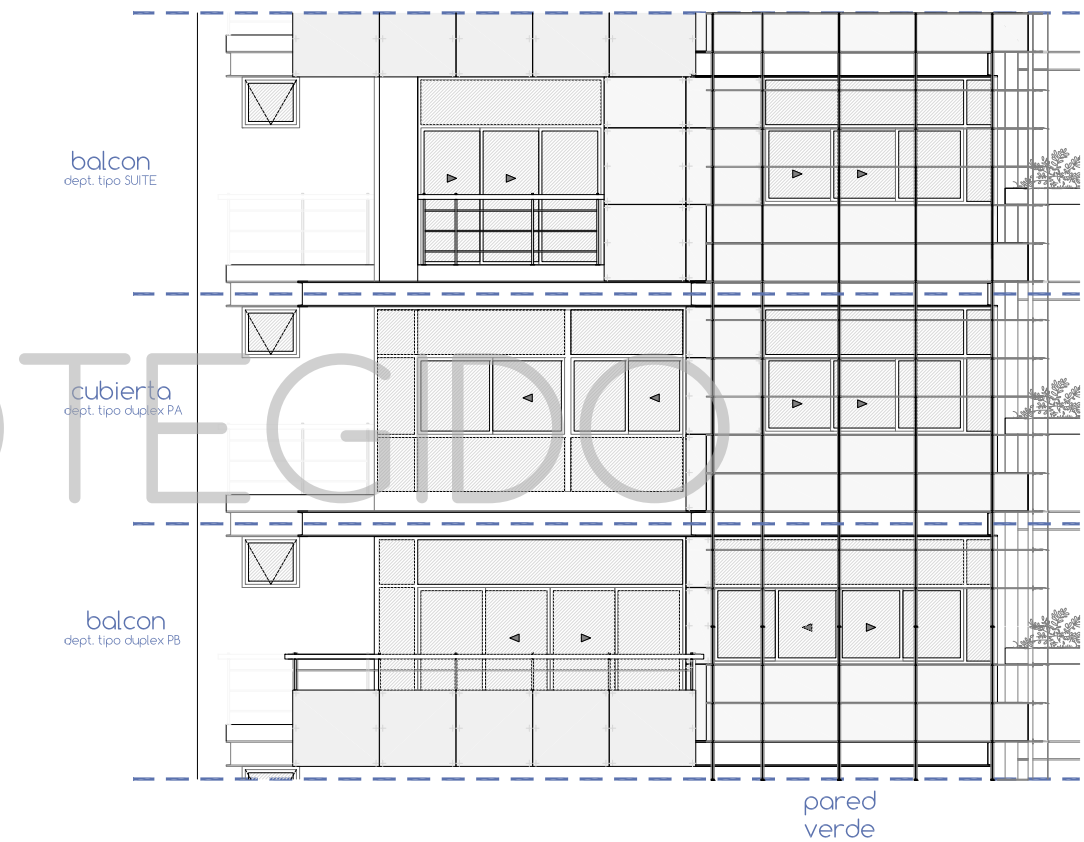
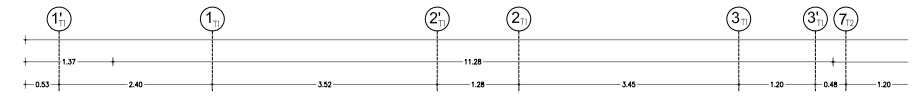


IMAGEN 379: Fachada de presentación de tipos de departamentos
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

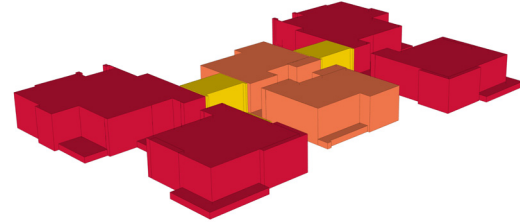
7.5.1.

Cuadro de áreas

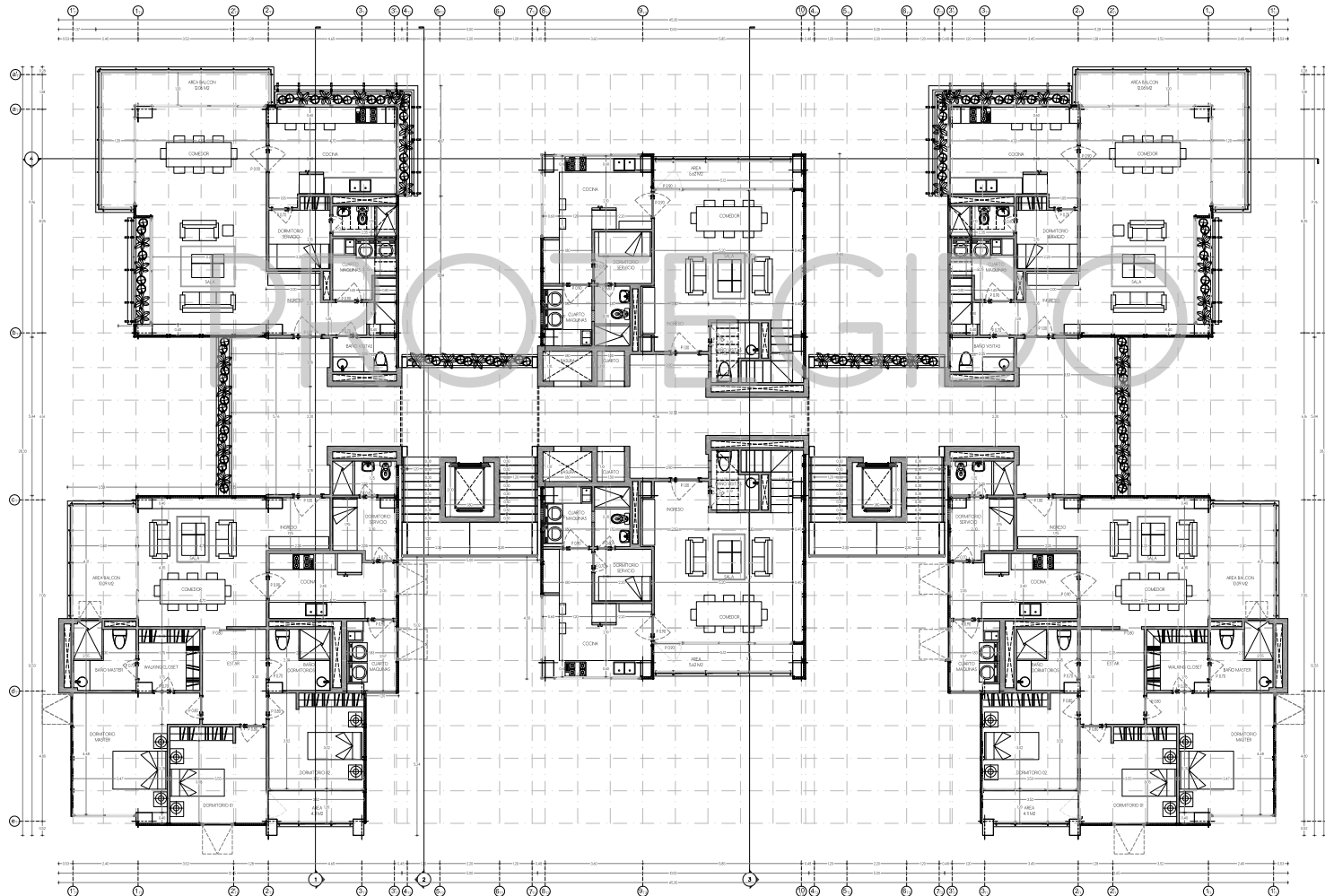
El siguiente cuadro de áreas representa a las tres partes estructurales por el que se constituye la edificación, la cual se mide por metros cuadrados en un piso tipo.

Estructura Tipo		Área
		en m ²
	Tipo T1	271.61
	Tipo T2	36.50
	Tipo T3	186.65
Área total en planta tipo		809.38

TABLA 80: Cuadro de áreas estructuras
Fuente: Producido por Denisse Aguilera



Área Total
809.38 m²

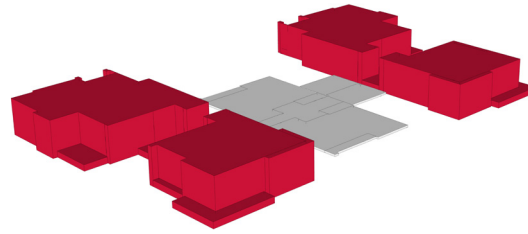


planta general de piso

escala gráfica

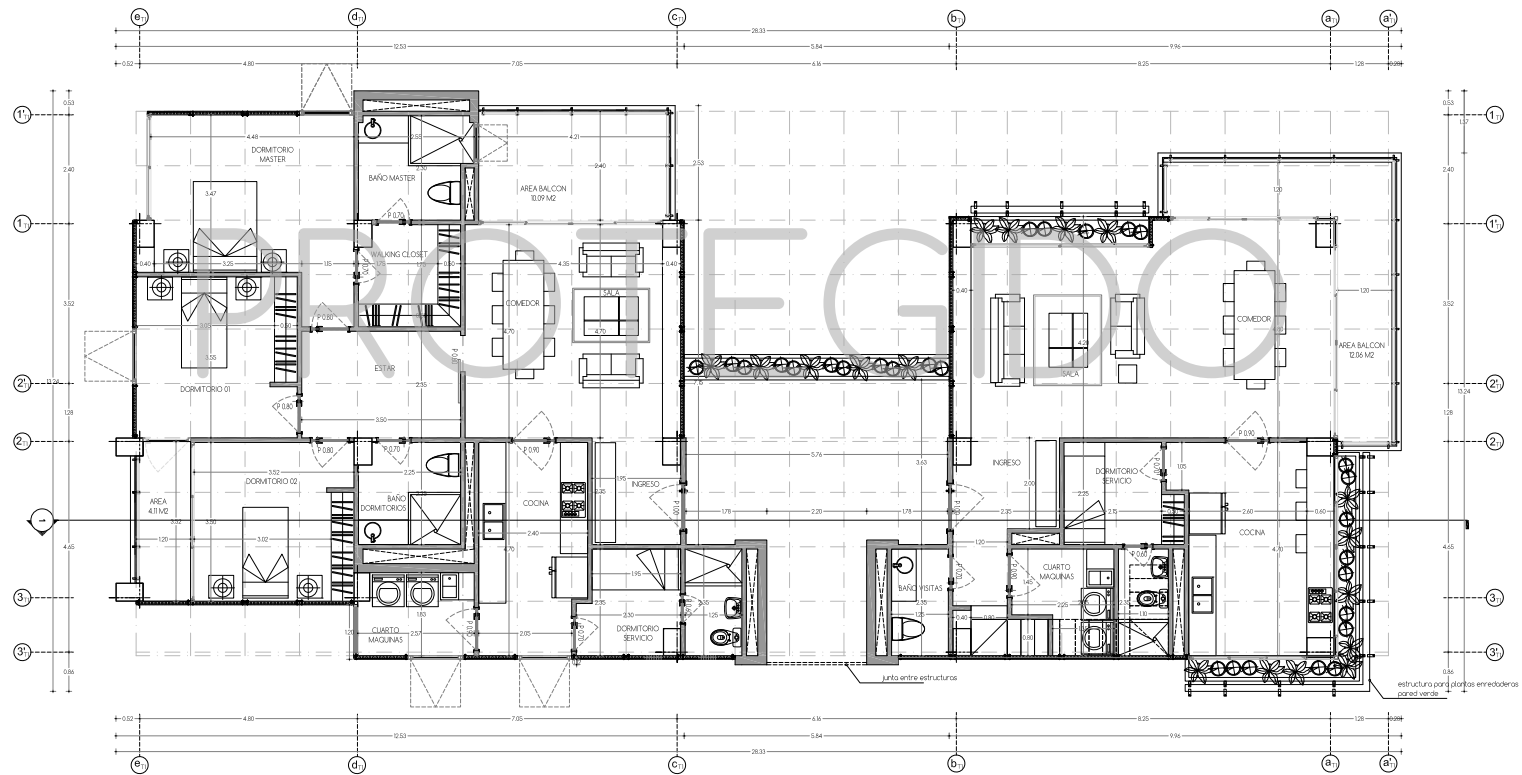


IMAGEN 380: Planta general de piso
Fuente: Producido por Denisse Aguilera



Área Tipo T1

271.61 m²

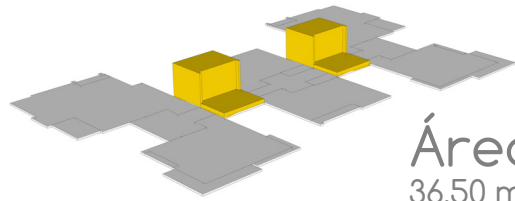


planta tipo T1

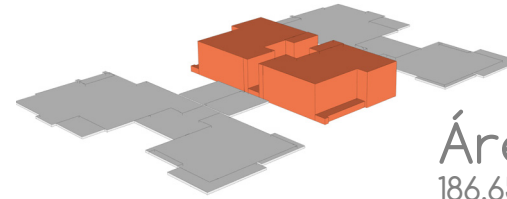
escala gráfica



IMAGEN 381: Planta tipo 1
Fuente: Producido por Denisse Aguilera



Área Tipo T2
36.50 m²



Área Tipo T3
186.65 m²

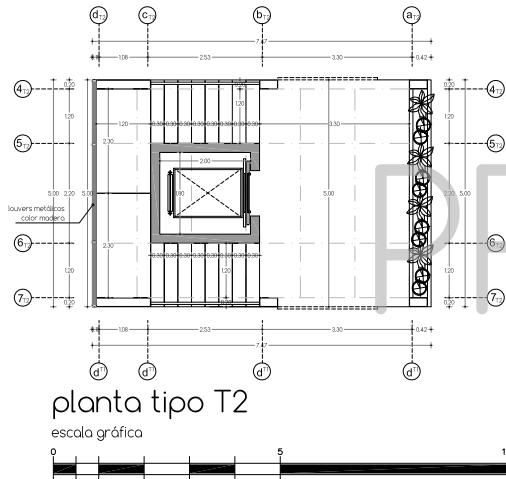


IMAGEN 382: Planta tipo 2
Fuente: Producido por Denisse Aguilera

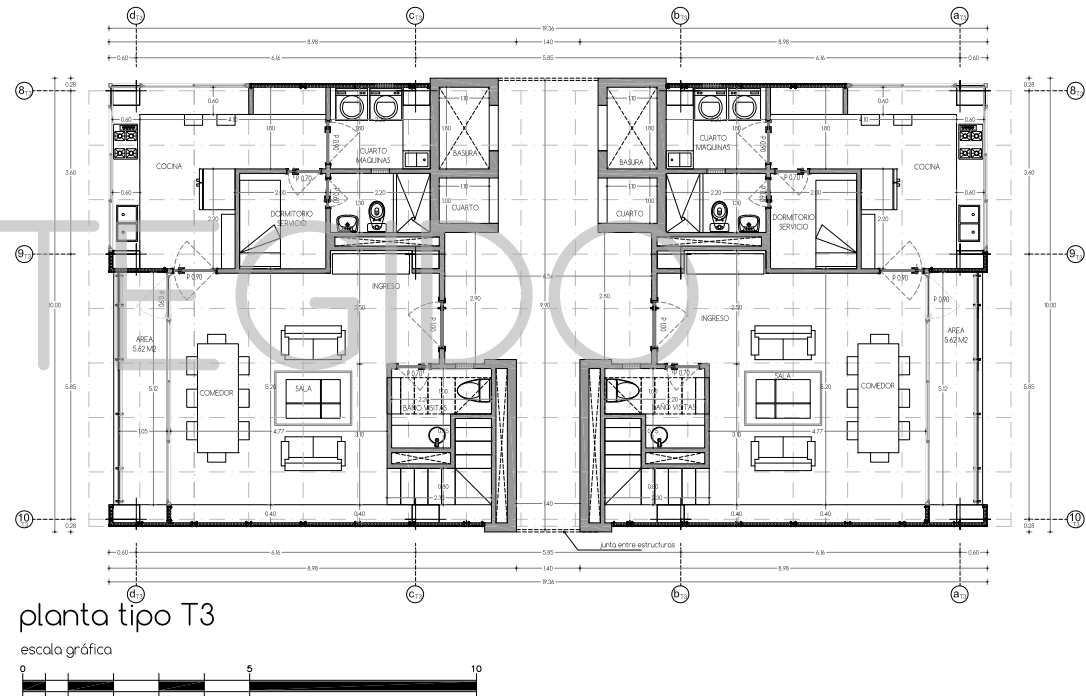
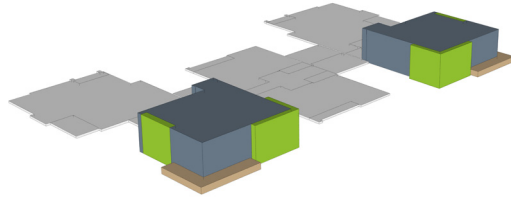
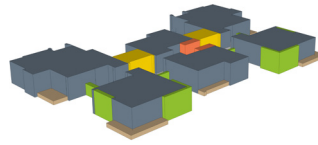


IMAGEN 383: Planta tipo 3
Fuente: Producido por Denisse Aguilera

A continuación se presentan las alternativas que se ofrecen para departamentos en la torre de densificación vertical:



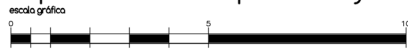
Duplex 5 usuarios

Área PB
98.48 m²

Área PA
85.45m²



duplex 5 usuarios: planta baja



duplex 5 usuarios: planta alta

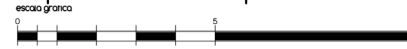
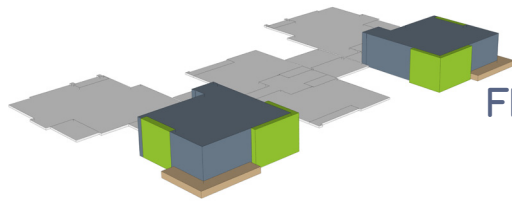
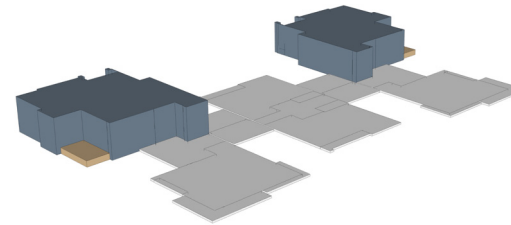


IMAGEN 384: Planta dúplex 5 usuarios: T1 planta baja
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

IMAGEN 385: Planta dúplex 5 usuarios: T1 planta alta
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera



Flat suite 1-2 usuarios
Área
84.87m²



Flat 4 usuarios
Área
145.03m²



flat suite 1-2 usuarios
escala gráfica

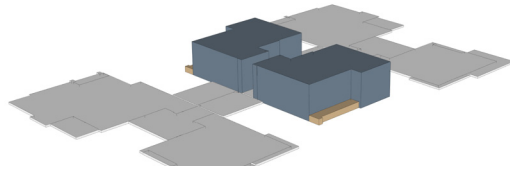


flat 4 usuarios
escala gráfica



IMAGEN 386: Planta flat 1-2 usuarios T1
Fuente: Producido por Denisse Aguilera

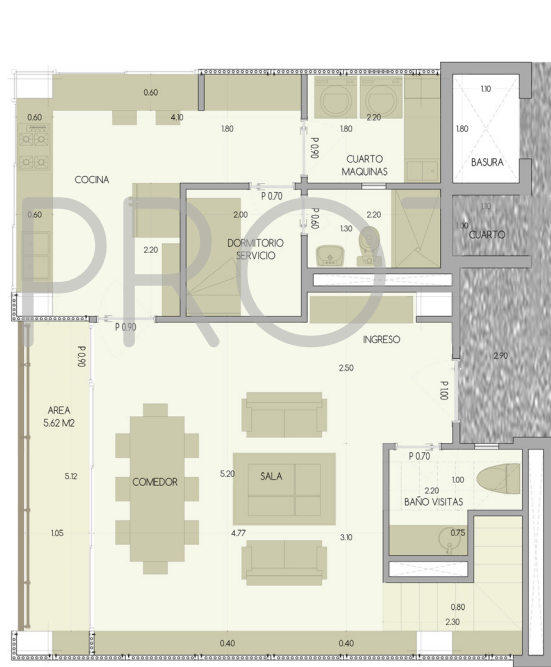
IMAGEN 387: : Planta flat T1 4 usuarios
Fuente: Producido por Denisse Aguilera



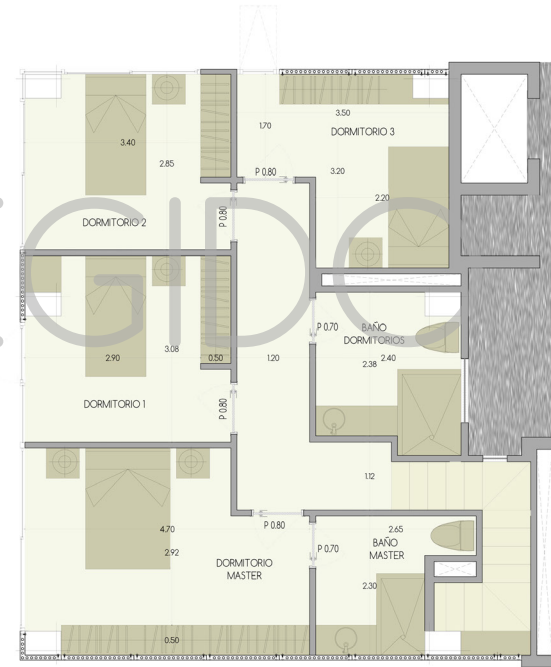
Duplex 5 usuarios

Área PB
75.41 m²

Área PA
76.38 m²



duplex 5 usuarios: planta baja



duplex 5 usuarios: planta alta



IMAGEN 388: Planta dúplex 5 usuarios: T3 planta baja
Fuente: Producido por Denisse Aguilera

IMAGEN 389: Planta dúplex 5 usuarios: T3 planta alta
Fuente: Producido por Denisse Aguilera

7.6. Presupuesto referencial de piso tipo en torre de departamentos

El siguiente presupuesto no incluye costos por acabados interiores, puertas, sino determina el costo estruc-

tural y envolvente del edificio como paneles prefabricados, louvers y ventanas.

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
EDIFICIO DE 18 PISOS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
1	PRELIMINARES				
1.01	Ploteo de planos y copias varias	GLB	1.00	\$3,232.96	\$3,232.96
1.02	Limpieza de terreno con equipo en proceso y final de obra	M2	1102.21	\$0.89	\$980.96
1.03	Trazado y replanteo	M2	1102.21	\$0.54	\$595.19
1.04	Alquiler de cabañas sanitarias	MES	6.00	\$188.74	\$1,132.44
1.05	Adecuación de oficinas de Obra, Fiscalización y Superintendente de Gerencia de Proyecto	M2	30.00	\$117.30	\$3,519.00
1.06	Instalación de medidor provisional de energía eléctrica y consumo	GLB	1.00	\$900.00	\$900.00
1.07	Instalación de medidor provisional de agua potable y consumo	GLB	1.00	\$900.00	\$900.00
1.08	Sistema de señalización con conos reflectivos y letreros para habilitar una vía de ingreso	GLB	0.50	\$195.50	\$97.75
1.09	Caseta de bodegaje y guardiana	M2	12.50	\$19.94	\$249.25
SUBTOTAL (1)					\$11,607.56
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2.01	Entibado de protección	ML	122.81	\$12.78	\$1,569.51
2.02	Excavado y desalojo a máquina	M3	1630.09	\$4.52	\$7,368.01
2.03	Excavación a mano	M3	81.05	\$8.17	\$662.18
2.04	Relleno y compactación con material del sitio	M3	222.28	\$7.65	\$1,700.44
2.05	Relleno y compactación manual	M3	410.00	\$12.93	\$5,301.30
SUBTOTAL (2)					\$16,601.44
3	CIMENTACIÓN				
3.01	Losa de cimentación	M3	297.24	\$433.63	\$128,891.59
3.02	Replanteo horizontal	M3	33.07	\$124.94	\$4,131.27
3.03	Sellado vertical	M3	22.04	\$124.94	\$2,754.18
3.04	Muros para armado de rampas de acceso	M3	179.97	\$370.73	\$66,721.09
SUBTOTAL (3)					\$202,498.12
SUBTOTAL (1) (2) (3)					\$230,707.11

Tabla 8: Presupuesto Referencial Edificio de 18 pisos
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
PLANTA TIPO					
AREA T1					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
4	ESTRUCTURA				
4.01	Columnas metálicas galvanizadas 400x600x6 mm	KG	5184.00	\$2.03	\$10,523.52
4.02	Vigas tipo IPN 155X400 galvanizadas	KG	11720.61	\$2.03	\$23,792.85
4.03	Viguetas tipo omega prepintadas	KG	4415.48	\$2.03	\$8,963.42
	SUBTOTAL (4)				\$43,279.79
5	LOSA				
5.01	Losa prefabricada de hormigón y poliestireno expandido	M2	274.24	\$44.30	\$12,148.83
5.02	Sellado de junta entre panel y losa	ML	92.20	\$0.46	\$42.67
5.03	Sellado entre piezas de losa prefabricada	ML	256.15	\$0.46	\$118.55
	SUBTOTAL (5)				\$12,310.05
6	MAMPOSTERÍA				
6.01	Panel prefabricado de hormigón aligerado con poliestireno expandido en sistema de sujeción por junta seca	M2	71.52	\$37.24	\$2,663.13
6.02	Panel prefabricado de hormigón aligerado con poliestireno expandido en sistema de sujeción por junta seca en pieza de jardinera con impermeabilización	ML	11.52	\$46.55	\$536.11
6.03	Mampostería de gypsum	M2	340.62	\$18.00	\$6,131.12
6.04	Resane de filos y boquetes	ML	68.81	\$2.30	\$158.53
6.05	Jardinera en hall de distribución con impermeabilización	ML	5.84	\$40.96	\$239.20
	SUBTOTAL (6)				\$9,488.89
7	ESTRUCTURA METÁLICA ACABADO MADEREADO				
7.01	Louvers drenables con aletas ajustables	M2	3.30	\$125.60	\$414.12
7.02	Estructura de sujeción y drenaje en pared verde de fachada	M2	47.71	\$172.30	\$8,219.95
	SUBTOTAL (7)				\$8,634.07
8	VENTANAS DE ALUMINIO Y VIDRIO				
8.01	Ventanas y puertas de aluminio y vidrio	M2	84.38	\$90.00	\$7,594.17
	SUBTOTAL (8)				\$7,594.17
	SUBTOTAL (4) (5) (6) (7) (8)				\$81,306.96

Tabla 82: Presupuesto Referencial Planta tipo Area T1
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
PLANTA TIPO					
AREA T2					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
4	ESTRUCTURA				
4.01	Columnas metálicas galvanizadas 1200x200x6 mm	KG	967.68	\$2.03	\$1,964.39
4.01	Columnas metálicas galvanizadas 400x200x6 mm	KG	207.36	\$2.03	\$420.94
4.02	Vigas tipo IPN 125x300 galvanizadas	KG	1392.00	\$2.03	\$2,825.76
SUBTOTAL (4)					\$5,211.09
5	LOSA				
5.01	Losa prefabricada de hormigón y poliestireno expandido	M2	16.34	\$44.30	\$723.86
5.02	Escalera prefabricada de hormigón	GLB	1.00	\$2,305.74	\$2,305.74
5.03	Junta de dilatación estructural	ML	4.40	\$1.45	\$6.36
SUBTOTAL (5)					\$3,035.97
6	MAMPOSTERÍA				
6.01	Pared de bloque liviano e:20 cms para foso de ascensor	M2	29.52	\$17.69	\$522.21
6.02	Enlucido de filos y boquetes	ML	20.20	\$6.40	\$129.28
6.03	Enlucido de pared de mampostería	M2	30.96	\$9.40	\$291.02
6.04	Jardinera en hall de distribución con impermeabilización	ML	4.60	\$40.96	\$188.41
SUBTOTAL (6)					\$1,130.93
7	ESTRUCTURA METÁLICA ACABADO MADEREADO				
7.01	Louvers en acabado maderado	M2	18.00	\$150.38	\$2,706.84
SUBTOTAL (7)					\$2,706.84
SUBTOTAL (4) (5) (6) (7)					\$12,084.82

Tabla 83: Presupuesto Referencial Planta tipo Área T2
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
PLANTA TIPO					
AREA T3					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
4	ESTRUCTURA				
4.01	Columnas metálicas galvanizadas 400x600x6 mm	KG	4147.20	\$2.03	\$8,418.82
4.02	Vigas tipo IPN 155X400 galvanizadas	KG	7778.40	\$2.03	\$15,790.15
4.03	Viguetas tipo omega prepintadas	KG	5678.67	\$2.03	\$11,527.70
	SUBTOTAL (4)				\$35,736.66
5	LOSA				
5.01	Losa prefabricada de hormigón y poliestireno expandido	M2	177.73	\$44.30	\$7,873.37
5.02	Sellado de junta entre panel y losa	ML	51.20	\$0.46	\$23.70
5.03	Sellado entre piezas de losa prefabricada	ML	167.03	\$0.46	\$77.30
	SUBTOTAL (5)				\$7,974.36
6	MAMPOSTERÍA				
6.01	Panel prefabricado de hormigón aligerado con poliestireno expandido en sistema de sujeción por junta seca	M2	137.00	\$37.24	\$5,101.23
6.02	Mampostería de gypsum	M2	227.57	\$18.00	\$4,096.25
6.03	Resane de filos y boquetes	ML	43.72	\$5.20	\$227.34
6.04	Pared de bloque liviano e=20 cms para fosos de ductos	M2	64.08	\$17.69	\$1,133.58
6.05	Enlucido de filos y boquetes	ML	10.40	\$6.40	\$66.56
6.06	Enlucido de pared de mampostería	M2	82.66	\$9.40	\$776.97
	SUBTOTAL (6)				\$9,424.82
8	VENTANAS DE ALUMINIO Y VIDRIO				
8.01	Ventanas de aluminio y vidrio	M2	25.37	\$90.00	\$2,283.35
	SUBTOTAL (8)				\$2,283.35
	SUBTOTAL (4) (5) (6) (8)				\$55,419.19

Tabla 84: Presupuesto Referencial Planta tipo Área T3
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
PLANTA TIPO					
RESPECTO A UN PISO TIPO DEL EDIFICIO					
		CANTIDAD	AREA (en M2)	SUBTOTAL	TOTAL
	AREA TIPO 1	2	274.04	\$81,306.96	\$162,613.91
	AREA TIPO 2	2	37.33	\$12,084.82	\$24,169.65
	AREA TIPO 3	1	186.65	\$55,419.19	\$55,419.19
	TOTAL COSTO DIRECTO				\$242,202.75
	IMPREVISTOS 1%				\$2,422.03
	SUBTOTAL				\$244,624.78
	IVA 12%				\$29,354.97
TOTAL					\$273,979.75
TOTAL POR M2			809.38		\$338.51

Tabla 85: Presupuesto Referencial Planta tipo
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

PROTEGIDO

PROTEGIDO

PROTEGIDO

CONCLUSIONES (PARTE B)

Capítulo 8



IMAGEN 390: Vistas del proyecto del edificio multifamiliar
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

Este trabajo de titulación busca aportar con una alternativa para la vivienda en la ciudad de Guayaquil, en el cual considera y realiza las características del sitio y los usuarios para lograr disminuir el déficit cuantitativo habitacional de la ciudad, La propuesta de diseñar una torre de departamentos recurre a disminuir la afectación al terreno que realizan la mayoría de las viviendas unifamiliares, ya que, al densificar verticalmente, se atribuye mayor área a la creación de espacios sociales y vegetación. Así, se cumple uno de los objetivos específicos del diseño del conjunto residencial es disminuir la huella de carbono de la ciudad aumentando el área verde en la implantación y en las edificaciones.

La densificación también requiere equipamiento urbano para brindar a los usuarios los servicios necesarios para su vida diaria. Por ello, se selecciona un terreno con un área y características apropiadas para el desarrollo de un conjunto residencial ubicado en Km. 15 Vía a la Costa, zona de crecimiento planificado de la ciudad de Guayaquil según el plan de ordenamiento territorial del año 2000. Acorde a un estudio del sitio se determina que se requiere zonas comerciales, zona de

culto, zonas comunitarias y recreativas en funcionamiento dentro del conjunto residencial. Dentro de la implantación se desarrolla vías peatonales y ciclo-vías con zonas de descanso y recreación, a manera de pista de jogging, fomentando el deporte y la socialización entre los habitantes del conjunto residencial hacia una actividad sana.

El diseño de la zonificación del conjunto residencial analiza las características del terreno como topografía y climática para desarrollar el programa de necesidades. Se diseñan vías sinuosas que le den un carácter orgánico a los recorridos del conjunto residencial sin descuidar la funcionalidad de los espacios. Como propuesta de integración social se plantea la circulación peatonal dentro de un parque lineal creando un microclima entre edificaciones.

Como diseño de densificación, se referencia al trabajo de investigación Densificación de la Ciudad: Una aproximación desde la Arquitectura, considerando a la tipología mixta como el modelo más eficiente de densificación. De esta manera se logra distribuir las viviendas en la zonificación del proyecto en tres tipologías: torres, ba-

rras y tapiz. En conjunto, se obtiene una densidad de 387 habitantes por hectárea, ocupando un 13% del terreno en área de vivienda y un 86% del terreno en áreas verdes y espacios sociales.

La tipología de vivienda a diseñarse es la torre tipo de departamentos de 18 pisos cuyo programa de necesidades requiere de seis departamentos por piso, los que se pueden distribuir en dúplex y plantas flat. En su proceso de diseño, se considera la incidencia de la radiación solar, la dirección de los vientos predominantes, las vistas, entre otros, para que exista confort térmico en los interiores de los departamentos. Como dispositivos de sombra para las fachadas con mayor incidencia solar, se diseñan paredes verdes, louvers, cubiertas y balcones, los que modificaran el ángulo de incidencia en las fachadas de la edificación hacia el interior mejorando el confort térmico en el departamento. Se diseña sistema de louvers con jardineras que recolecta y distribuye agua lluvias a la largo de su trayectoria en vertical. También se propone que las cubiertas posean canalones que distribuyan el agua hacia reservorios que puedan permitan la utilización de aguas lluvias en jardines y usos varios.

En el aspecto constructivo, el principal objetivo de este proyecto de titulación es la aplicación del panel prefabricado de hormigón aligerado por micro perlita de poliestireno expandido en las fachadas de la torre de departamentos, diseñado y desarrollado en la parte A de este trabajo. En la fase de diseño, se utilizan ejes dados por el sistema estructural desarrollado que permita optimizar los espacios interiores de la edificación. Este sistema de mampostería de fachada permite acelerar los tiempos de obra, beneficiando al ecosistema por la reducción de desechos en obra y el desperdicio de agua que existe en las construcciones tradicionales.

En cuanto a costos, el sistema de mampostería es económico respecto a otros sistemas aligerados de fachada. En el proyecto de diseño de la torre, se refiere a la utilización de estructura metálica para respetar el concepto de montaje rápido en obra. Así, se obtiene un precio de construcción por m² de 338.51 dólares, sin conceptos de acabados interiores, ubicándose en la competencia en el mercado de las viviendas multifamiliares densificadas en altura.

En conclusión, es posible crear nuevas alternativas para la densificación de viviendas en altura, apartando el sistema tradicional de construcción y diseño, apuntando hacia la construcción prefabricada y al diseño bioclimático. Estas alternativas deben lograr bienestar a los usuarios y al medio ambiente, y fomentar la socialización de las personas, en este caso, con el aporte de áreas verdes y espacios de desarrollo social y descanso.





IMAGEN 391: Vistas del proyecto del edificio multifamiliar
Fuente: Realizado por Denisse Aguilera

PROTEGIDO

PROTEGIDO

BIBLIOGRAFÍA

Capítulo 9

- +WITH-. (17 de Octubre de 2012). +WITH-. Recuperado el 21 de Enero de 2013, de Pilarea Arbolados: <http://morewithlessdesign.wordpress.com/2012/10/17/pilares-arbolados/>
- Feng Shui: Los Cinco Elementos para decorar tu hogar. (15 de Noviembre de 2012). Recuperado el 15 de Noviembre de 2012, de <http://sonseker-ta-advertising.com/categor%C3%ADa/cinco-elementos-del-feng-shui/>
- AAPE. (15 de Enero de 2013). AAPE Asociacion Argentina del Poliestireno Expandido. Recuperado el 15 de Enero de 2013, de Laboratorio: Comportamiento al Fuego: <http://www.aape.com.ar/laboratorio.asp?act=2>
- Academia Colombiana de Arquitectura y Diseño. (2011). Ekotectura. Bogota: Academia Colombiana de Arquitectura y Diseño.
- ACM Arquitectos. (02 de Noviembre de 2009). amanncanovasmururi. Recuperado el 26 de Diciembre de 2012, de 81 viviendas en Carabanchel para la EMV: <http://amanncanovasmururi.blogspot.com/search/label/2009%20CARABANCHEL>
- Acosta M., M. E. (2009). Políticas de Vivienda en Ecuador desde la década de los 70: Analisis, Balances y Aprendizajes. Quito: FLACSO-ECUADOR.
- AG Arquitectura. (02 de Enero de 2013). AG Arquitectura. Recuperado el 02 de Enero de 2013, de Casa de la Cascada, Frank Lloyd Wright: <http://aguilararquitectura.blogspot.com/>
- Airtelec. (27 de Enero de 2013). Hazmeprecio.com. Recuperado el 27 de Enero de 2013, de Detalles del proyecto: instalacion electrica en centro de salud ,climatizacion en centro comercial: <http://www.hazmeprecio.com/reformas-integrales/valencia/instalacion-electrica-centro-de-salud-climatizacion-centro-comercial>
- AISC. (1994). Manual of Steel Construction. United States of America: American Institute of Steel Construction.
- AISLAPOL. (2009). Aislapol: Aislantes Politérmicos. Recuperado el 21 de Enero de 2013, de Construpanel: http://aislapol.com/index_construpanel.html
- Alfadomus. (2012). Alfadomus. Recuperado el 30 de Enero de 2013, de Bloque de pared y losa: http://www.alfadomus.com/site/?action=products_6
- Almeida Valle, G. (2009). Vigilancia de la Salud en Trabajadores Expuestos a Manipulación Manual de Cargas en una Empresa Transportadora de Valores. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Alonso Vera, J. A. (s.f.). Cubiertas: Diseño y puesta en obra. Madrid: Asociación Española de Panel Sándwich de Madera con Núcleo Aislante.
- Andimat. (Junio de 2009). Asociacion Nacional de Fabricantes de Materiales Aislantes. Recuperado el 17 de Enero de 2013, de Soluciones de Aislamiento Acústico: <http://www.andimat.es/wp-content/uploads/soluciones-de-aislamiento-acustico-andimat-jun09.pdf>
- Andrade A., G., Falconez F., C., Franco B., M., Mero R., P., Morante V., V., Parrales R., X., y otros. (2011). Programas Habitacionales de Guayaquil del Periodo 40-60: Su origen, analisis urbano y estudio tipologico de las viviendas. Guayaquil: UCSG.
- Andurce, F. (5 de Diciembre de 2012). Guioteca. Recuperado el 3 de Febrero de 2013, de «42K», la ciclovia que cruzará Santiago: <http://www.guioteca.com/ciclismo-urbano/42k-la-ciclovia-que-cruzara-santiago/>
- Anta, I. (9 de Septiembre de 2012). Iluminación Natural. Recuperado el 02 de Enero de 2013, de Equinoccios: http://luznatural-ianta.blogspot.com/2012_09_01_archive.html
- Aramayo Cruz, G., Buncuga, V., Cahuapé Casaux, M., Forgione, F., & Navarrete, A. (2003). Hormigones con Agregados Livianos. Recuperado el 17 de Enero de 2013, de <http://www.fceia.unr.edu.ar/materialescivil/Monografias/03.01.03-Hormigones%20con%20Agregados%20Livianos.PDF>
- Arauco. (2012). Comportamiento al Fuego. Chile: Arauco.
- ArchDaily. (26 de Octubre de 2008). ArchDaily. Recuperado el 28 de Enero de 2013, de Two residential buildings in Bogotá, Colombia / Giancarlo Mazzanti: <http://www.archdaily.com/7826/two-residential-buildings-in-bogota-colombia-giancarlo-mazzanti/>
- ArchDaily. (11 de Marzo de 2009). ArchDaily. Recuperado el 02 de Enero de 2013, de Mountain Dwellings / BIG with JDS: <http://www.archdaily.com/15022/mountain-dwellings-big/>
- ArchDaily. (27 de Julio de 2009). ArchDaily. Recuperado el 2 de Enero de 2013, de Mountain Retreat / Fearon Hay Architects: <http://www.archdaily.com/30298/mountain-retreat-fearon-hay-architects/>
- ArchDaily. (01 de Mayo de 2011). ArchDaily. Recuperado el 02 de Enero de 2013, de Shanghai Houtan Park / Turenscape: <http://www.archdaily.com/131747/shanghai-houtan-park-turenscape/>
- ArchDaily. (01 de Mayo de 2011). ArchDaily. Recuperado el 3 de Febrero de 2013, de Shanghai Houtan Park / Turenscape: <http://www.archdaily.com/131747/shanghai-houtan-park-turenscape/>
- ArchDaily. (21 de Septiembre de 2011). ArchDaily. Recuperado el 03 de Febrero de 2013, de Hemeroscopium House / Ensemble Studio: <http://www.archdaily.com/16598/hemeroscopium-house-ensemble-studio/>
- Archello. (19 de Septiembre de 2011). Archello. Recuperado el 02 de Enero de 2013, de Sayab Eco-Housing Complex: <http://www.archello.com/en/project/sayab-eco-housing-complex>
- Arquitectura en Acero. (23 de Noviembre de 2012). Arquitectura en Acero. Recuperado el 23 de Noviembre de 2012, de Resistencia al fuego: http://www.arquitecturaenacero.org/index.php?option=com_content&view=article&id=21&Itemid=37
- Arquitectura en Acero. (23 de Noviembre de 2012). Arquitectura en Acero. Recuperado el 23 de Noviembre de 2012, de Casa en Marco Polo: http://www.arquitecturaenacero.org/index.php?option=com_content&view=article&id=234&Itemid=28
- Arquitectura Viva. (2005). 116 Vivienda Formal. Arquitectura Viva.
- Arriaga Martitegui, F., & Blasco Casanovas, J. (s.f.). Estructuras: Estructuras de Madera.
- Arriagada Luco, C. (2003). América Latina: Información y herramientas sociodemográficas para analizar y atender el déficit habitacional. Santiago

- de Chile: Publicación de las Naciones Unidas.
- ASIESS. (01 de Abril de 2011). ASIESS. Obtenido de Riesgo de burbuja genera debate en el sector inmobiliario: <http://blog.asiess.org.ec/index.php/noticias/riesgo-de-burbuja-genera-debate-en-el-sector-inmobiliario/>
- ASIESS. (4 de Septiembre de 2011). ASIESS. Obtenido de El vivir en departamentos, una tendencia que va en crecimiento: <http://blog.asiess.org.ec/index.php/noticias/el-vivir-en-departamentos-una-tendencia-que-va-en-crecimiento/>
- ASIESS. (1 de Abril de 2011). ASIESS. Obtenido de Biess: no habrá burbuja inmobiliaria: <http://blog.asiess.org.ec/index.php/noticias/biess-no-habra-burbuja-inmobiliaria/>
- Asocem. (2012). La adición de partículas de neumáticos reciclados en el concreto. Lima: Asociación de productores de cemento.
- Ayuntamiento de Madrid. (2011). Madrid! Recuperado el 30 de Enero de 2013, de El Ayuntamiento instala dos grúas con robots para iniciar el desmontaje del Windsor: <http://www.madrid.es/portal/site/munimadrid/menuitem.f46cde3ab6c0b0aa7d245f019fc08a0c/?vgnnextchannel=67a240f7c908b010VgnVCM100000d90ca8c0RCRD&tipofichero=imagen&vgnnextfmt=especial1&vgnextoid=df8a7ca20804c010VgnVCM1000000b205a0aRCRD>
- Barluenga Badiola, G. (2002). La junta en los sistemas de Elementos para fachada: Funcion Constructiva, Compositiva y Estructural. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Barra Bizinotto, M., Jordana Riba, F., Royano García, V., & Vásquez Ramonich, E. (2009). Realización de ensayos de laboratorio de hormigón con caucho procedente de neumáticos fuera de uso. Barcelona: Universitat Politécnica de Catalunya.
- Barrera, J. A. (2010). La Madera Laminada: Una alternativa estructural y ambiental. Revista M&M, 10-16.
- BASF. (1998). Informaciones Técnicas Styropor. Alemania: BASF Aktiengesellschaft.
- Basulto, D. (05 de Octubre de 2007). Plataforma Arquitectura. Recuperado el 02 de Febrero de 2013, de Fallecimiento del arquitecto colombiano Rogelio Salmona: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2007/10/05/fallecimiento-del-arquitecto-colombiano-rogelio-salmona/>
- Basulto, D. (26 de Junio de 2008). ArchDaily. Recuperado el 28 de Enero de 2013, de Metal Shutter Houses / Shigeru Ban: <http://www.archdaily.com/3102/metal-shutter-houses-shigeru-ban/>
- Basulto, D. (5 de Junio de 2008). Plataforma Arquitectura. Recuperado el 3 de Febrero de 2013, de Housing en Carabanchel / Foreign Office Architects (FOA): <http://www.plataformaarquitectura.cl/2008/06/05/housing-en-carabanchel-foreign-office-architects-foa/>
- Basulto, D. (10 de Junio de 2010). Plataforma Arquitectura. Recuperado el 30 de Enero de 2013, de Casa Pitch / Iñiqui Carnicero: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2010/06/10/casa-penascales-inaqui-carnicero/>
- Bernard, P. (1982). La Contrucción por componentes compatibles. Barcelona: Editores Técnicos Asociados S.A.
- BLOG Your Copper Solutions. (22 de Septiembre de 2012). BLOG Your Copper Solutions. Recuperado el 27 de Enero de 2013, de 50 años sin preocupaciones, ¿los quieres?: <http://yourcoppersolutions.wordpress.com/2012/09/10/50-anos-sin-preocupaciones-los-quieres/>
- Bosch, R. (2005). Manual de la técnica del automóvil. En K.-H. Dietsche, Manual de la técnica del automóvil (pág. 405). Alemania: Bauer & Partner.
- Buitrón de la Vega, A. (Septiembre de 2011). Clavel Recuperado el 02 de Febrero de 2013, de Ciudad Jardín, una obra maestra: <http://www.clave.com.ec/index.php?idSeccion=512>
- CableRedExpert.sl. (6 de Noviembre de 2012). CableRedExpert.sl. Recuperado el 21 de Enero de 2013, de Protección Anticorrosión Galván para cables de acero: <http://www.cablereed.es/proteccion-anticorrosion-galfan-para-cables-de-acero/>
- Cainciani, J. M., Salomone, C., & Napoli, S. (2009). Tecnología del Hormigón. Buenos Aires: Mario Antonio Carrillo.
- Calderon, F. (1989). Guayaquil: Realidades y Desafíos. Guayaquil: CORDES.
- Carreño, I. (24 de Junio de 2012). Arquitectura en Proceso. Recuperado el 26 de Diciembre de 2012, de Conjunto residencial "Sayab" . Arquitectura sustentable y social: <http://ignacio-carreno-arq.blogspot.com/2012/06/conjunto-residencial-sayab.html>
- Castro, F. (05 de Octubre de 2012). Plataforma Arquitectura. Recuperado el 2 de Febrero de 2013, de Masterplan en Huizhou / Dom Arquitectura: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2012/10/05/masterplan-en-huizhou-dom-arquitectura/>
- Castro, F. (13 de Enero de 2012). Plataforma Arquitectura. Recuperado el 2 de Febrero de 2013, de 82 Viviendas en Carabanchel / ACM Arquitectos: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2012/01/13/82-viviendas-en-carabanchel-atxu-amannandres-canovas-y-nicolas-maruri/>
- Castro, F. (13 de Enero de 2012). Plataforma Arquitectura. Recuperado el 02 de Febrero de 2013, de 82 Viviendas en Carabanchel / ACM Arquitectos: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2012/01/13/82-viviendas-en-carabanchel-atxu-amannandres-canovas-y-nicolas-maruri/>
- Castro, R. (2008). Salmona. Bogotá: Villegas Editores.
- Chile, U. d. (s.f.). Universidad de Santiago de Chile. Recuperado el 21 de Octubre de 2012, de Madera Laminada: web.usach.cl/-lab_made/MAderaLaminada1.htm
- Ciudad Jardín: Conjunto Residencial. (26 de Diciembre de 2012). Ciudad Jardín. Recuperado el 26 de Diciembre de 2012, de Maqueta: <http://www.ciudadjardin.com.ec/proyectos.html>
- CivilGeek. (20 de Marzo de 2011). CivilGeek. Recuperado el 28 de Enero de 2013, de Adición de agua al concreto en obra: <http://civilgeeks.com/2011/03/20/adicion-de-agua-al-concreto-en-obra/>
- Collado Trabanco, P. (2005). Control de ejecución de tabiquerías y cerramientos. España: Lex Nova.
- Contieneunacasa.com. (19 de Febrero de 2011). Contieneunacasa.com. Recuperado el 27 de Enero de 2013, de Sábado, sabadete...!!!: <http://contieneunacasa.com>

- unacasa.blogspot.com/2011_02_01_archive.html
- Contreras Sepulveda, J. (1977). Algunos elementos de Socialización Política en el área Suburbana de Guayaquil. Guayaquil: Departamento de Publicaciones de la Universidad de Guayaquil.
- Convenio Miduvi - Cámara Construcción de Quito. (2011). Norma Ecuatoriana de la Construcción. Quito: Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción.
- Corvez. (2012). Ficha Técnica Concreto Premezclado. Colombia: Ingeniería y Servicios de Colombia Ltda.
- CREDIA Centro Regional de Documentación en Interpretación Ambiental. (2008). Especificaciones Técnicas Particulares: Obras Civiles. CREDIA.
- Cuenca Rosillo, M., Espinoza Carvajal, K., Moscoso Orellana, O., Ortega Ortega, E., Peñafiel Encalada, G., Peñafiel Ortega, C., y otros. (2011). Densificación de la ciudad: Aproximación desde la Arquitectura. Cuenca: Dirección de Investigación DIUC.
- Davies, C. (2005). The Prefabricated Home. Londres: Reaktion Books.
- de Lobastida, E. (1984). El problema económico de la vivienda: Caso Ecuador. Quito, Ecuador: ISS-PREALC.
- Diario El Universo. (27 de Julio de 2011). El Universo. Obtenido de <http://www.eluniverso.com/2011/07/27/1/1356/cinco-sectores-tienen-valor-mas-alto-m-guayaquil.html>
- Diario El Universo. (30 de Enero de 2011). Falta de políticas estatales aumenta el déficit habitacional e invasiones. Diario El Universo.
- Dipac Manta. (11 de Noviembre de 2012). Dipac Manta. Recuperado el 11 de Noviembre de 2012, de Acero Galvanizado: http://www.dipacmanta.com/alineas.php?ca_codigo=2301
- Dirección de Metodología. (2009). Metodología Deficit de Vivienda. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- Dirección de Metodología y Producción Estadística (DIMPE). (2009). Metodología: Deficit de vivienda. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- Dirección General de Equipamiento Urbano y Vivienda. (1977). Elemento para una política nacional de vivienda. Mexico: SAHOP.
- Disensa. (2013). Bloques Roca fuerte Pesados. Guayaquil: Disensa.
- DIY Network. (13 de Marzo de 2010). DIY Network. Recuperado el 08 de Febrero de 2013, de How to install an outdoor shower: <http://www.diynetwork.com/how-to/how-to-install-an-outdoor-shower/comments/index.html>
- Doomos. (08 de Septiembre de 2012). OLX. Recuperado el 2 de Febrero de 2013, de LINDO DUPLEX EN CIUDAD JARDIN: <http://quito.olx.com.ec/lindo-duplex-en-ciudad-jardin-iid-437503965>
- Duque, K. (15 de Noviembre de 2011). Plataforma Arquitectura. Recuperado el 02 de Febrero de 2013, de Clásicos de Arquitectura: Torres del Parque / Rogelio Salmona: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/11/15/clasicos-de-arquitectura-torres-del-parque-rogelio-salmona/>
- Duque, K. (03 de Septiembre de 2012). Plataforma Arquitectura. Recuperado el 03 de Febrero de 2013, de South Water Carees / Shatotto: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2012/09/03/south-water-carees-shatotto/>
- Echarte, J. M. (10 de Marzo de 2010). n+1. Recuperado el 7 de Enero de 2013, de Basilio: <http://nmas1.wordpress.com/2010/03/10/basilio/>
- EDEM. (s.f.). Tecnologías Aplicadas al Diseño de Estructuras de Madera. Honduras: EDEM.
- Ekonegocios. (2012). Ekonegocios. Recuperado el 2012 de Octubre de 25, de El desarrollo inmobiliario desde el Puerto Principal: <http://ekonegocios.com/Inmobiliario/Articulos/3.pdf>
- ekuazion. (15 de Diciembre de 2011). Ekuazion. Recuperado el 02 de Febrero de 2013, de SAYAB means "Natural source of life" in Mayan: <http://ekuaziones.blogspot.com/2011/12/sayab-means-natural-source-of-life-in.html>
- El Puente de Heimdall. (20 de Junio de 2012). El Puente de Heimdall. Recuperado el 3 de Febrero de 2013, de Evacuación de edificios en caso de incendio: <http://puente-de-heimdall.blogspot.com/2012/06/evacuacion-de-edificios-en-caso-de.html>
- El Universo. (23 de mayo de 2012). Comercio se dinamiza en vía a la Costa tras apertura de primer mall. El Universo, págs. <http://www.eluniverso.com/2012/05/23/1/1356/comercio-dinamiza-via-costa-tras-apertura-primer-mall.html>.
- Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. (19 de Abril de 2011). Casiopea. Recuperado el 02 de Febrero de 2013, de Residencias El Parque: http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Residencias_EL_Parque,_Bogot%C3%A1,_Colombia
- Facultad de Ingeniería-Universidad de Buenos Aires. (2013). Facultad de Ingeniería-Universidad de Buenos Aires. Recuperado el 18 de Enero de 2013, de Criterios generales de diseño de estructuras hidráulicas: http://www.fi.uba.ar/archivos/criterios_generales_estructuras_hidraulicas
- Fainco. (2008). Prefabricados de Hormigón. Valencia: Fainco.
- Fandiño Sanchez, N. (2010). Acero Galvanizado.
- Farfan, P. (15 de Octubre de 2009). Bioclimática Tradicional. Recuperado el 8 de Febrero de 2013, de Sistemas bioclimáticos y adaptación al medio de la arquitectura palafítica Warao. El Janoco: <http://www.farfanestella.es/bioclimatica/?cat=44>
- Furuto, A. (12 de Enero de 2012). ArchDaily. Recuperado el 2 de Febrero de 2013, de "Shobuj Pata" (Green Leaf) Eco Community Development / JET, JCI, and Terraplan: <http://www.archdaily.com/198749/%E2%80%99Cshobuj-pata%E2%80%9D-green-leaf-eco-community-development-jet-jci-and-terraplan/>
- Gallardo, F., Sepulveda Carlols, D., & Tocornal, M. (2001). Conceptos tipológicos para la construcción del hábitat residencial y facilitar procesos sociales de formación de comunidades. Chile: Universidad de Chile.
- Gallego Silva, M. (5 de Diciembre de 2006). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Recuperado el 5 de Diciembre de 2012, de El concreto y los terremotos: http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/docentes/oscar_gutierrez/descargas/concreto.pdf
- Gerdau Diaco. (26 de Enero de 2013). Gerdau Diaco.

- Recuperado el 26 de Enero de 2013, de Perfil T: <http://www.diaco.com.co/PRODUCTOSY-SERVICIOS/Productos/Lineas/PerfilT.aspx>
- Gil-Guijarro, L. (10 de Diciembre de 2012). IES Bahía de Algeciras. Recuperado el 10 de Diciembre de 2012, de http://www.iesbahia.es/departamentos/Tecnologia/estructuras/tipos_de_esfuerzos.html
- Glindemann, D. (20 de Octubre de 2006). Recuperado el 15 de Noviembre de 2012, de The Two Smells of Touched or Pickled Iron - (Skin) Carbonyl-Hydrocarbons and Organophosphines: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ange.200602100/pdf>
- Gobierno Nacional de la Republica del Ecuador. (06 de abril de 2011). Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11. Construcción con Madera. Quito, Ecuador: Convenio Miduvi-Camara Construcción de Quito.
- Gómez Jáuregui, V. (Octubre de 2008). Edificación Industrializada. Recuperado el 18 de Enero de 2013, de Industrialización vs. Prefabricación: <http://edificacionindustrializada.com/2008/10/24/industrializacion-vs-prefabricacion/>
- Gonzalote.com.ar. (25 de Junio de 2012). ¿Como hacer cemento casero? Recuperado el 21 de Enero de 2013, de <http://gonzalote.com.ar/como-hacer-cemento-en-casa/>
- Gormaz González, I. (2007). Técnicas y procesos en las instalaciones singulares en los edificios. España: Editorial Paraninfo.
- Gravia. (26 de Enero de 2013). Gravia. Recuperado el 26 de Enero de 2013, de Perfis: <http://www.gravia.net.br/lojas/produtos.php?cat=2>
- Grupo Cobos. (29 de 11 de 2012). Grupo Cobos. Recuperado el 29 de 11 de 2012, de Galvanizado por Inmersión en Caliente: <http://www.grupocobos.com.mx/metalyzinc/galvanizado proceso.htm>
- Grupo Estisol. (6 de Enero de 2013). Grupo Estisol. Recuperado el 6 de Enero de 2013, de Comportamiento del EPS Isopor frente al fuego: <http://www.grupoestisol.com/comportamiento-frente-al-fuego>
- Grupo Herce. (30 de Marzo de 2012). Grupo Herce Construcción y Servicios. Recuperado el 7 de Enero de 2013, de Cesfam Arauco, Chile: http://grupoherce.blogspot.com/2012_03_01_Archive.html
- Guayaquil, M. C. (2000). Ordenanza del Plan Regulador de Desarrollo Urbano. Guayaquil.
- Guerrero, L. (6 de Diciembre de 2012). Vida Verde. Recuperado el 6 de Diciembre de 2012, de About.com: <http://vidaverde.about.com/od/Tecnologia-y-arquitectura/a/Que-Es-La-Arquitectura-Ecologica.htm>
- Gutierrez, C. (05 de Enero de 2011). Plataforma Arquitectura. Recuperado el 02 de Enero de 2013, de Rio Papaloapan / Taller 13 Arquitectos: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/01/05/rio-papaloapan-taller-13-arquitectos/>
- Gutierrez, C. (5 de Enero de 2011). Plataforma Arquitectura. Recuperado el 3 de Febrero de 2013, de Rio Papaloapan / Taller 13 Arquitectos: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/01/05/rio-papaloapan-taller-13-arquitectos/>
- Harmsen, T. (2002). Diseño de Estructuras de Concreto Armado. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- HCA Chile S.A. (29 de Enero de 2013). Hebel. Recuperado el 29 de Enero de 2013, de Resistencia al Fuego: <http://www.hebel.cl/hormigon-celular/resistencia-fuego>
- Heath, O. (3 de Septiembre de 2012). Heath Design. Recuperado el 21 de Enero de 2013, de Sustainable Prefabricated Housing - creating faster, better, more efficient Eco homes for the future: <http://www.oliverheath.com/blog/2012/09/sustainable-prefabricated-housing-creating-faster-better-more-efficient-eco-homes-for-the-future/>
- Herrera Melo, O. J. (2007). Plus Formación. Recuperado el 08 de Febrero de 2013, de Soldadura por arco con núcleo de fundente "FCAW": <http://www.plusformacion.com/Recursos/r/Soldadura-por-arco-nucleo-fundente-FCAW>
- Hevia García, G. (24 de Mayo de 2010). ArchDaily México. Recuperado el 3 de Febrero de 2013, de Planta de autogeneración eléctrica Argos / MGP arquitectura y Urbanismo (Felipe González-Pacheco): <http://www.archdaily.mx/70866/planta-de-autogeneracion-electrica-argos-felipe-gonzalez-pacheco-mgp/>
- Hidalgo, F., & Atienza, A. J. (2004). Migraciones: Un juego con cartas marcadas. Quito: Ediciones Abya Yala.
- Hinojosa Garcés, E. A., & Marquez Ramirez, N. (2004). Proyecto de Desarrollo Habitacional Urbano en la ciudad de Guayaquil: una aplicación de cédulas hipotecarias. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Hormi2. (2012). Hormi2. Recuperado el 30 de Enero de 2013, de Panel simple modular estructural: <http://www.hormi2.com/pruebas-y-ensayos/tipos-de-tablero.html>
- Hormipresa. (2011). Hormipresa. Recuperado el 21 de Enero de 2013, de Paneles Industriales: <http://www.hormipresa.com/prefabricados-de-hormigon/paneles-industriales/>
- Hormipresa. (26 de Enero de 2013). DeltaMix. Recuperado el 26 de Enero de 2013, de Sistema Estructural DeltaMix: http://issuu.com/hormipresa/docs/catalogo_deltamix_cast
- Hoy, K. (27 de Junio de 2010). ArchDaily. Recuperado el 28 de Enero de 2013, de Hawaii Preparatory Academy Energy Laboratory / Flansburgh Architects: <http://www.archdaily.com/64732/hawaii-preparatory-academy-energy-laboratory-flansburgh-architects/>
- Hoyos, M., & Aviles, E. (2006). El Libro de Guayaquil: Tomo III. Guayaquil: William F. Somers.
- IAE. (2007). Soluciones con aislamiento de poliestireno expandido (EPS). Madrid: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- ImageStormsStudios (Dirección). (2011). Sika - Sealing of expansion joints [Película].
- INEC. (3 de Junio de 2012). Diario el Comercio. Obtenido de Resultados del Censo 2010 de Población y Vivienda en el Ecuador: http://elcomercio.com/sociedad/resultados-censo-Censo_de_Poblacion_y_Vivienda-INEC_ECMFIL20110905_0005.pdf
- INEC. (3 de Junio de 2012). Presentación del índice verde urbano. Obtenido de INEC: <http://www.>

- inec.gob.ec/sitio_verde/presentacion.pdf
- INEN. (05 de Marzo de 2012). INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Recuperado el 20 de Enero de 2013, de Catálogo de normas técnicas ecuatorianas: <http://www.inen.gob.ec/images/pdf/catalogos/alfabetico2012.pdf>
- Infante, A. (03 de Septiembre de 2009). Plataforma Arquitectura. Recuperado el 28 de Enero de 2013, de Balance Concept: Uster y Fällanden – Haerle Hubacher und Hofmann: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/09/03/balance-uster-haerle-hubacher-und-hofmann/>
- Infomadera. (2010). Construir con madera. España: Confemadera.
- Infoteli. (19 de Diciembre de 2010). Infoteli. Recuperado el 29 de Enero de 2013, de Bright Interior Design Recycled Container Manifesto House: <http://www.infoteli.com/manifesto-house-built-with-containers-and-pallets-infinsky.htm/bright-interior-design-recycled-container-manifesto-house>
- IPAC. (2 de Noviembre de 2012). Instituto de Promoción de Armaduras Certificadas. Recuperado el 11 de Noviembre de 2012, de <http://www.ipac.es/acero/fabricacion.asp>
- Jaime Nebot-Alcaldía de Guayaquil. (2009). Rendición de Cuentas: 2000 a 2008. Guayaquil: Wong y Wong Consultores Asociados.
- JMG. (30 de Enero de 2013). Pintar Fachadas. Recuperado el 30 de Enero de 2013, de <http://pintar.trabajosenvertical.com/2010/06/pintar-fachada-patios-tendederos.html>
- Jodidio, P. (2009). Green Architecture Now! Vol. 1. Alemania: Taschen.
- JunkMail. (01 de Octubre de 2012). EPS Steel Panel House. Recuperado el 21 de Enero de 2013, de <http://www.junkmail.co.za/outdoors-and-diy/huts-lapas-wendy/gauteng/pretoria/eps-steel-panel-house-18913033>
- Keily, P. (2003). SMM7 Explained and Illustrated: Endorsed by the RICS Construction Faculty. Reino Unido: Rics Books.
- Kelman, I. (Septiembre de 2004). Ecuador:Guayaquil. Recuperado el 28 de Enero de 2013, de Photographs of Guayaquil: <http://www.ilankelman.org/guayaquil.html>
- Keystone Screw Corp. (11 de Enero de 2013). Proceso del tornillo Maquinado. Recuperado el 11 de Enero de 2013, de http://espanol.keystonescrew.com/machine/screw/machine_screw_evolution.html
- Koncz, T. (1978). Manual de la construcción prefabricada con elementos de hormigón armado y pretensado construcción, cálculo y ejecución de las obras. Madrid: Editorial Blume.
- Kroll, A. (05 de Noviembre de 2010). ArchDaily. Recuperado el 2 de Febrero de 2013, de AD Classics: Unite d' Habitation / Le Corbusier: <http://www.archdaily.com/85971/ad-classics-unite-d-habitation-le-corbusier/>
- Kurt, B. (1970). Prefabricación de viviendas en hormigón. Madrid: Editoria Blume.
- Laumeier Sculpture Park. (08 de Agosto de 2012). Laumeier Sculpture Park Blog. Recuperado el 07 de Febrero de 2013, de Extracting samples...: <http://laumeier.wordpress.com/2012/08/08/extracting-samples-20/>
- LeBlanc, F. (s.f.). Uniones y Fijaciones. Lignum Facile. (2012). Reaccion Madera y Fuego. Galicia: Cluster de la Madera de Galicia.
- Lopez del Castillo, J. F. (2012). Diseño de una cámara frigorífica. Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Lora, A. M. (4 de Junio de 2010). Lora Verde. Recuperado el 5 de Enero de 2013, de Semana del Árbol: http://loraverde.blogspot.com/2010_06_01_archive.html
- M.I. Concejo Cantonal de Guayaquil. (2000). Ordenanza del Plan Regulador de Desarrollo Urbano de Guayaquil. Guayaquil: M.I. Concejo Cantonal de Guayaquil.
- M.I. Concejo Cantonal de Guayaquil. (2000). Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones. Guayaquil: M.I. Concejo Cantonal de Guayaquil.
- Madeen Architecture & Construction, LLC. (2012). Deep Green Architecture. Recuperado el 29 de Enero de 2013, de Other Projects: <http://www.deepgreenarchitecture.com/otherprojects.html>
- Made-in-China.com. (05 de Noviembre de 2012). Made-in-China.com. Recuperado el 21 de Enero de 2013, de Wood Grain Effect Heat Printing Powder Coating: <http://supercoat.en.made-in-china.com/product/EepJCdsYMFcO/China-Wood-Grain-Effect-Heat-Printing-Powder-Coating.html>
- Maderlandia. (3 de Diciembre de 2006). Maderlandia. Recuperado el 3 de Diciembre de 2012, de Ventajas de la madera: <http://www.maderlandia.com/ventajasmadera.php?&ancho=1600&altura=900>
- Madex. (29 de 11 de 2012). Madex: Madera para exteriores. Recuperado el 29 de 11 de 2012, de F.A.Q.: <http://www.madex.es/index.php?id=392>
- Madsad-dad. (6 de Febrero de 2012). madsad-dad. Recuperado el 2 de Febrero de 2013, de PEDREGULHO HOUSING (Affonso Eduardo Reidy): http://missvirta.blogspot.com/2012/02/blog-post_06.html
- Mantenimiento de Madera, Protección y Tratamiento S.L. (21 de Enero de 2013). Mantenimiento de Madera. Recuperado el 21 de Enero de 2013, de Agentes de Deterioro: <http://www.mantenimientodemadera.com/Madera.php>
- Marcano, L. (2010). La Política de Vivienda Social y su Impacto en el Bienestar: el caso de Ecuador. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Marco Polo Engineering. (23 de Noviembre de 2012). Marco Polo Engineering. Recuperado el 23 de Noviembre de 2012, de Casas: <http://www.mpolo.cl/productos/casas/>
- Martin, B. (1981). Las Juntas en los Edificios. Barcelona: Gustavo Gili.
- Masaitis, J. (s.f.). La industria del Hierro y el Acero. Enciclopedia de la Salud y Seguridad en el Trabajo, 73.2-73.6.
- McCormac, J. (2002). Diseño de Estructuras de Acero: Método LRFD. México D.F.: AlfaOmega.
- McGraw Hill. (2003). Dictionary of Architecture and Construction. Estados Uni-

- dos: McGraw-Hill Companies, Inc. Mechanical Parts. (14 de Noviembre de 2011). Mechanical Parts. Recuperado el 06 de Enero de 2013, de Screw Joints: <http://www.mechanicalparts.org/screw-joints/>
- MEK Enterprises. (17 de Agosto de 2009). eReleases. Recuperado el 3 de Febrero de 2013, de Amble's New Panama Resort Taps Trend In Passive Cooling: <http://www.eReleases.com/pr/ambles-panama-resort-taps-trend-passive-cooling-24344>
- Metabunk. (Diciembre de 2010). Metabunk. Recuperado el 28 de Enero de 2013, de 9/11: Is this photo consistent with a progressive collapse?: <http://metabunk.org/threads/364-9-11-is-this-photo-consistent-with-a-progressive-collapse/page9>
- Metro Ecuador. (24 de Junio de 2010). Superar el déficit habitacional hasta el año 2025 es la meta. Metro Ecuador.
- MIDUVI-Subsecretaria de Habitat y Asentamientos Humanos. (2011). Programa de Desarrollo Urbano del Ecuador (EC-L1099): Analisis Ambiental (AA). Guayaquil.
- Mira, O. (2011). Ultra Low Tech Architecture. España: Instituto Monsa de Ediciones.
- Matt, R. (2006). Diseño de elementos de máquinas. México: Pearson Educación.
- Muñoz Zambrano, M., & Jaramillo Béjar, G. (2006). Proyecto "Cisne Dos". Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Nervion Pinturas. (16 de Noviembre de 2012). Nervion Pinturas. Recuperado el 2012 de Noviembre de 20, de Oxidacion: <http://www.nervion.com.mx/web/conocimientos/oxidacion.php>
- Nora, N. (25 de Enero de 2010). VisitaCasas.com. Recuperado el 27 de Enero de 2013, de ¿Cómo reparar paredes de yeso?: <http://www.visitacasas.com/paredes/%C2%BFcomo-reparar-paredes-de-yeso/>
- NordicWall. (20 de Enero de 2013). Nordicwall-Comfortwall. Recuperado el 20 de Enero de 2013, de <http://www.nordicwall.com/productos.html>
- Novacero. (23 de Noviembre de 2012). Novacero: Soluciones en Acero. Recuperado el 23 de Noviembre de 2012, de Estilpanel: <http://www.novacero.com/client/product.php?p=4&topm=-1>
- Oliveira, C. (14 de Marzo de 2011). PA2. Recuperado el 02 de Febrero de 2013, de Pedregulho | Affonso Reidy: <http://padois.blogspot.com/2011/03/pedregulho-produtos-graficos.html>
- Pastorelli, G. (20 de Enero de 2009). Plataforma Arquitectura. Recuperado el 26 de Diciembre de 2012, de Super Unidad de vivienda N°12/ Suv12 Arquitectos: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/01/20/super-unidad-de-vivienda-n%C2%BA12-suv12-arquitectos/>
- PAVAN. (20 de Enero de 2013). PAVAN. Recuperado el 20 de Enero de 2013, de Nueva Linea Gli Ordi Di Venezia: <http://www.pavanspa.it/pagina.asp?menu=28>
- Peraza, F., Arriaga, F., & Peraza, J. (2004). Tableros de madera estructural. Madrid: Asociacion de la Investigacion Tecnica de las Industrias de Madera y Corcho.
- Perrior, G. (2 de Octubre de 2012). NHBC Foundation. Recuperado el 21 de Enero de 2013, de Resource efficiency through recycled and secondary aggregates: <http://nhbcfoundation.blogspot.com/2012/10/resource-efficiency-through-recycled.html>
- Plataforma Arquitectura. (2012). Plataforma Arquitectura. Recuperado el 08 de Febrero de 2013, de Atika: Pisos de Piedra Pórfidos: <http://www.plataformaarquitectura.cl/product/ficha-porfidos-atika/>
- Plataforma Tecnológica Española de Hormigón. (2008). Seguridad y Protección Completa frente al Fuego con Hormigón. España: Plataforma Tecnológica Española de Hormigón.
- Portilla, D. (08 de Julio de 2011). Plataforma Arquitectura. Recuperado el 01 de Enero de 2013, de Galería Viviente Vertical / Shma + Sansiri PCL + SdA: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/07/08/galeria-viviente-vertical-shma-sansiri-pcl-sda/>
- Portilla, D. (08 de Julio de 2011). Plataforma Arquitectura. Recuperado el 2 de Febrero de 2013, de Galería Viviente Vertical / Shma + Sansiri PCL + SdA: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/07/08/galeria-viviente-vertical-shma-sansiri-pcl-sda/>
- Preguntale a Sherwin Williams. (28 de Diciembre de 2011). Preguntale a Sherwin Williams. Recuperado el 21 de Enero de 2013, de ¿Cuáles son los principales métodos de galvanizado con zinc?: <http://www.preguntaleasherwin.cl/2012/cuales-son-los-principales-metodos-de-galvanizado-con-zinc/>
- Prehorquisa. (15 de Octubre de 2012). Prehorquisa. Recuperado el 21 de Enero de 2013, de El hormigón arquitectónico: <http://www.prehorquisa.com/hormigon/el-hormigon-arquitectonico.html>
- Quadratura. (28 de Diciembre de 2011). Paperblog. Recuperado el 3 de Febrero de 2013, de Visita Virtual a La Casa De La Cascada de Frank Lloyd Wright: <http://es.paperblog.com/visita-virtual-a-la-casa-de-la-cascada-de-frank-lloyd-wright-816100/>
- Queipo de Llano Moya, J., Gonzalez Rodrigo, B., Llinares Cervera, M., Villagrà Fernández, C., & Gallego Guinea, V. (2010). Conceptos básicos de la construcción con madera. Madrid: Confemadera.
- Quinta Metalica. (11 de 15 de 2012). Quinta Metalica: pasión por los revestimientos. Recuperado el 11 de 15 de 2012, de Zinc: Características: http://www.quintametalica.com/datos/metales_documentos/archivo18/Ficha%20Zinc.pdf
- Reidy, A. (2003). Conjunto residencial Pedregulho. En A. Reidy, DPA: Documentos de Projectes d'Arquitectura (págs. 24-27). Catalunya: Edicions UPC.
- Renovarte. (2010). Rehabilitación energética de edificios. Recuperado el 17 de Enero de 2013, de Rehabilitación energética de fachadas: <http://renovarte.es/publicaciones/guia-tecnica-eficiencia-energetico-rehabilitacion>
- República Bolivariana de Venezuela. (Agosto de 2010). Republica Bolivariana de Venezuela. Recuperado el 26 de Enero de 2013, de Aldea Universitaria Heroes de Canaima 4 F: <http://>

- pepetrueno.wix.com/aldeahc4f#lproyecto
- Revista ESCALA. (s.f.). Renovación Urbana en Bogotá. Revista ESCALA.
- Revista ESCALA. (s.f.). Diagnóstico. Viviendas Colectivas. Revista ESCALA.
- Revista ESCALA. (s.f.). Torres Ciudad Vertical. Revista ESCALA.
- Reyes, C. (2007). *Arquitectura sostenible*. Madrid: Pencil.
- Rodriguez G., S. (2011). Proceso de crecimiento urbano y arquitectónico de la ciudad de Guayaquil en las últimas dos décadas. Guayaquil: Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- Rodriguez, M. (2011 de Noviembre de 2010). Start wood-working. Recuperado el 6 de Enero de 2013, de How to Choose the Right Joint for the Job: <http://www.startwoodworking.com/post/how-choose-right-joint-job>
- Rojas M., M., & Villavicencio, G. (1988). *El Proceso Urbano de Guayaquil: 1870 a 1980*. Quito, Ecuador: ILDIS, CER-G.
- Rojas, M., Villavicencio, G., Becker, A., & Chang, L. (1989). *El Mercado del Suelo Urbano y Barrios*. Guayaquil, Ecuador: CERG, IDRC.
- Rougeron, C. (1977). *Aislamiento acústico y térmico en la construcción*. Barcelona: Editores Tecnicos Asociados.
- RTVN. (2011). RTVN. Recuperado el 30 de Enero de 2013, de Panel de fachada: <http://www.rtvn.net/obras-listado.php?id=12>
- Salmona, R., & Duque, K. (15 de Noviembre de 2011). Plataforma Arquitectura. Recuperado el 26 de Diciembre de 2012, de Clásicos de Arquitectura: Torres del Parque / Rogelio Salmona: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/11/15/clasicos-de-arquitectura-torres-del-parque-rogelio-salmona/>
- Sanchez Hurtado, J. F. (2010). Paneles de hormigón prefabricado en fachadas. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Sanchez, M. (29 de Diciembre de 2010). DecoEstilo. Recuperado el 02 de Enero de 2013, de Instalaciones domésticas: La casa inteligente: <http://decoestilo.hoymujer.com/articulo/instalaciones-domoticas-la-casa-inteligente/>
- Seco, E. (1998). La union en arquitectura. *Tectonica* 7: Junta Seca, 4-19.
- Shanghai Laiao Refrigeration Equipment Co., Ltd. (2012). Alibaba.com. Recuperado el 29 de Enero de 2013, de Cámaras frigoríficas sandwich panel: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/cold-room-sandwich-pu-panel-446698295.html>
- Shelterness. (28 de Octubre de 2010). Shelterness. Recuperado el 29 de Enero de 2013, de 15 Cool Interior Designs With Concrete Walls: <http://www.shelterness.com/15-cool-interior-designs-with-concrete-walls/>
- SkyscraperCity. (7 de Junio de 2010). SkyscraperCity. Recuperado el 2 de Febrero de 2013, de Torres del Parque BOGOTÁ: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1147319>
- SkyscraperCity. (10 de Enero de 2011). SkyscraperCity. Recuperado el 02 de Enero de 2013, de <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=84978806>
- SkyscraperCity. (26 de Septiembre de 2012). SkyscraperCity. Recuperado el 21 de Enero de 2013, de <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1446817&page=310>
- Soldadura Peru. (31 de Enero de 2009). Soldadura Peru. Recuperado el 31 de Enero de 2013, de Soldadura Mig Mag: <http://soldaduraperu.blogspot.com/2009/01/descripcion-del-proceso-de-soldadura.html>
- Stahl Aceros. (27 de Enero de 2013). Stahl Aceros. Recuperado el 27 de Enero de 2013, de Vigas Doble T: <http://stahl.cl/category/productos/vigas/>
- Stetter. (11 de Diciembre de 2012). Stetter. Recuperado el 11 de Diciembre de 2012, de Plantas de reciclaje de hormigón: http://www.resansil.com/images/schwing/Recycling_ES.pdf
- StramitUSA. (28 de Enero de 2013). StramitUSA. Recuperado el 28 de Enero de 2013, de CAFboard™: <http://www.stramitusa.com/products/cafboard>
- Sustainable Housing Design Guide for Scotland. (28 de Enero de 2013). Sustainable Housing Design Guide for Scotland. Recuperado el 28 de Enero de 2013, de The site and the dwelling: <http://www.archive2.official-documents.co.uk/document/deps/cs/shdg/ch03/index.html>
- Termodinámica. (18 de Enero de 2013). Termodinámica. Recuperado el 18 de Enero de 2013, de EPS Machinery: <http://www.tecnodinamica.it/prodotto.php?id=29&catid=17&lang=en>
- Thalia Victoria. (18 de Diciembre de 2012). Constructora Thalia Victoria. Recuperado el 18 de Diciembre de 2012, de <http://www.thaliavictoria.com.ec/>
- The full wiki. (16 de Noviembre de 2009). The full wiki. Recuperado el 6 de Enero de 2013, de Butt joint: Wikis: http://www.thefullwiki.org/Butt_joint#wikipedia_Nailed_butt_joint
- TRUPER. (20 de Enero de 2013). Truper. Recuperado el 20 de Enero de 2013, de Rodillo para pintar 5/8", felpa suave, longitud 9": http://ferreteria-truper.com.mx/index.php?route=product/product&product_id=5689
- Tubos y Bloques Fiol. (19 de Julio de 2012). Fiol Prefabricats. Recuperado el 30 de Enero de 2013, de Prefabricados; economía y rapidez de ejecución.: <http://www.tubosfiol.com/wp/?p=51>
- Unión de Arquitectos de Catamarca. (2012). Curso Taller de Diseño Bioclimático para Obras de Arquitectura. Catamarca: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de Catamarca.
- Universidad Politecnica de Cartagena. (2012). Hormigon. Cartagena: Universidad Politecnica de Cartagena.
- Universidad Politecnica de Cataluña. (26 de Diciembre de 2012). Conjunto residencial Pedregulho. Recuperado el 26 de Diciembre de 2012, de http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/12037/1/DPA%2019_24%20REIDY.pdf
- Universidad Politécnica de Madrid. (2011). Cátedra de Materiales de Construcción de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado el 30 de Enero de 2013, de Materiales de Construcción: <http://www2.caminos.upm.es/>

- departamentos/Construcci%C3%B3n2005/Materiales/webmat/index.htm
- Urbán Brotóns, P. (2012). Construcción de estructuras de madera. Editorial Club Universitario.
- Ventools. (21 de Enero de 2013). Ventools. Recuperado el 21 de Enero de 2013, de ¿Como preparar Concreto?: <http://www.ventools.com/Paginastips/a11.htm>
- Vinnitskaya, I. (28 de Abril de 2011). ArchDaily. Recuperado el 02 de Enero de 2013, de Agro-Housing / Knafo Klimor Architects: <http://www.archdaily.com/228981/agro-housing-knafo-klimor-architects/>
- Viña Rodríguez, F. J. (1996). La madera como materia de expresión plástica: Análisis estructural y tratamiento en escultura para interior y exterior. Universidad de la Laguna.
- Waterloo Architecture. (20 de Enero de 2013). Waterloo Architecture. Recuperado el 21 de Enero de 2013, de Case Studies: 20 years of double skin building: http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terrri/powerpoint/double_case_studies.pdf
- Wong Chauvet, D. (2004). Experiencia Guayaquil: Regeneración Urbana. Guayaquil: Poligráfica.
- Xella International GmbH. (29 de Enero de 2013). Ytong. Recuperado el 29 de Enero de 2013, de Hormigón celular: eficiencia, sostenibilidad y ecología: http://www.ytong.es/es/content/soluciones_rf_y_sectorizacion.php
- Xiamen China-Nice Manufacturing and Trading Co. (2004). Alibaba. Recuperado el 18 de Enero de 2013, de Welded wire mesh machine with best price: http://www.alibaba.com/product-gs/560873844/Welded_wire_mesh_machine_with_best.html
- Zeballos, C. (12 de Abril de 2010). Mi Moleskine Arquitectónico. Recuperado el 12 de Diciembre de 2012, de <http://moleskinearquitectonico.blogspot.com/2010/04/le-corbusier-unite-dhabitation-de.html>
- Zuleta, G. (02 de Febrero de 2011). Plataforma Ar-
- quitectura. Recuperado el 02 de Enero de 2013, de En Detalle: Techos Verdes: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/02/02/en-detalle-techos-verdes/>

PROTEGIDO

PROTEGIDO

PROTEGIDO

ANEXOS Y REFERENCIAS

Capítulo 10

- 10.1 Listado de imágenes
- 10.2 Listado de tablas
- 10.3 Datos obtenidos de primera mano
- 10.4 Dosificación del hormigón
- 10.5 Ensayo de resistencia a la compresión
- 10.6 Especificaciones técnicas de los materiales
- 10.7 Ordenanza para sector Vía a la Costa
- 10.8 Normas INEN
- 10.9 Referencias para presupuesto de proyecto de viviendas

| 10.1. Listado de imágenes

PROTEGIDO

LISTADO DE IMÁGENES		
No.	Descripción	Página
1	Contraste cualitativo de vivienda en Guayaquil	3
2	Déficit habitacional cualitativo	4
3	Déficit habitacional en Latinoamérica	6
4	Vista de la ciudad de Guayaquil	7
5	Plano de Guayaquil 1858	8
6	Plano de Guayaquil 1887	8
7	Plano de Guayaquil 1920	8
8	Guayaquil antiguo	10
9	Plan habitacional Mucho Lote	12
10	Desarrollo urbanístico en vertical	13
11	Densificación habitacional en altura	22
12	Prefabricación para cerramiento de fachada	25
13	Tipos de estabilidad	27
14	Panel de madera con material aislante	29
15	Panel aligerado de hormigón	29
16	Tipo de panel ecológico	29
17	Panel de chapa metálica con material aislante	29
18	Tipo de panel ecológico	29
19	Casa Farnsworth	30
20	Esquema de las partes de un anclaje de paneles	32
21	Diseños conceptuales de anclajes avanzados	32
22	Ejemplo de junta cerrada o sellada	33
23	Ejemplo de junta abierta o drenada	33
24	Nuevas alternativas de cerramiento de fachada	33
25	Sección de un árbol	35
26	Árbol ciprés	36
27	Árbol haya	36
28	Diferentes colores y texturas de la madera	38
29	Beneficios de la madera como plantaciones forestales	40
30	Originalidad y flexibilidad de la madera como estructura y acabado	41
31	Deterioro de la madera	42
32	Prefabricados Confort Wall	43
33	Quiosco Rio Florida en Vitoria	43
34	Quiosco Rio Florida en Vitoria	44
35	Quiosco Rio Florida en Vitoria	45

LISTADO DE IMÁGENES		
No.	Descripción	Página
36	Prefabricados Confort Wall	46
37	Prefabricados Confort Wall	46
38	Sistema Confort-Wall	47
39	Prefabricados Confortwall	48
40	Puesta en obra de prefabricado confortwall	49
41	Diagrama de proceso industrial del acero	50
42	Obtención de la materia prima para el acero	51
43	Galvanización del acero	51
44	Proceso de colado del hierro	52
45	Planchas de acero galvanizado	54
46	Diagrama de soldadura de pieza metálica	55
47	Alta resistencia por unidad de peso	56
48	Planchas de acero galvanizado en Fachada - Centro de Salud "La Rivota", Madrid	57
49	Planchas de acero galvanizado	57
50	Planchas de acero galvanizado	57
51	Curva de resistencia del acero respecto a altas temperaturas	58
52	Reacción del acero en un incendio	58
53	Casas Marco Polo	59
54	Casa realizada con panel AR-2000	59
55	Casas Marco Polo	60
56	Casas Marco Polo	61
57	Montaje de paneles metálicos en vivienda	61
58	Recubrimiento Galvalume	62
59	Recubrimiento Pre-pintado	62
60	Panel Sándwich AR-2000	63
61	Obra realizada con panel AR-2000	64
62	Agregados en hormigón	66
63	Mezcla fresca del hormigón	67
64	Fraguado del hormigón	67
65	Endurecimiento del hormigón	67
66	Preparación de los moldes	68
67	Armado de panel	69
68	Manipulación de panel	69
69	Montaje de panel	70

LISTADO DE IMÁGENES		
No.	Descripción	Página
70	Hormigón aligerado en fachada	70
71	Relación de agua y cemento con su resistencia	71
72	Diversas texturas que posee el hormigón visto prefabricado	72
73	Porosidad hormigón endurecido	74
74	Muestras de hormigón aligerado	75
75	Prefabricación, puesta en obra	76
76	Poca práctica en sistemas prefabricados	77
77	Panel construpanel	78
78	Vista Torre Gestesa	78
79	Vista Torre Gestesa	79
80	Montaje en obra de sistema prefabricado	80
81	Armado de panel Construpanel	81
82	Panel estructural	81
83	Panel liviano	81
84	Construcción con Construpanel	82
85	Manipulación de panel	82
86	Montaje de panel	82
87	Edificio de departamentos con acabado en acero	84
88	Edificio de departamentos con acabado en madera	84
89	Edificio multifamiliar con fachada de madera	85
90	Edificio multifamiliar con fachada de acero	86
91	Edificio multifamiliar con fachada de hormigón	87
92	Ventilación cruzada como diseño pasivo	89
93	Conjunto de elementos necesarios para lograr el confort en una vivienda	89
94	Equilibrio higroscópico que brinda la madera	90
95	Confort térmico en casa de containers	91
96	Alta inercia térmica del hormigón	92
97	Resistencia al fuego de un panel de hormigón	94
98	Clasificación general de clasificación al fuego según norma EN 13501-1:2002	94
99	Reacción al fuego de un acero sin protección	96
100	Resistencia al fuego del hormigón	97
101	Consideraciones climáticas al sitio de construcción	101
102	Rapidez constructiva de los paneles prefabricados	102
103	Consideraciones de diseño pasivo	103
104	Consideraciones de diseño pasivo en el interior	103

LISTADO DE IMÁGENES		
No.	Descripción	Página
105	Cubierta brinda protección solar a vivienda	103
106	Paso de aire fresco por medio de método de palafitos	103
107	Estudio de los vientos para obtener ventilación cruzada al interior de la vivienda	103
108	Mantenimiento a fachada de un edificio	106
109	Demolición de un edificio	107
110	Acabado en hormigón visto	110
111	Montaje en obra de paneles prefabricados de hormigón	113
112	Diseño de fachada con paneles prefabricados de hormigón	114
113	Cámara de aire en base a tubos de PVC	115
114	Uso de micro perlita de poliestireno expandido como material de agregado grueso en hormigón	116
115	Proceso de expansión de la materia prima	116
116	Preparación de hormigón aligerado con microperlita de poliestireno expandido	117
117	Reticula de hormigón visto en fachada de edificación	118
118	Acabado en paredes de hormigón visto	119
119	Sujeción metálica a losa de hormigón	120
120	Perno con su respectivo anillo y tuerca	122
121	Dimensionamiento del panel prefabricado de hormigón aligerado	123
122	Diagrama de Tee metálica	124
123	Diagrama de ángulo metálico	124
124	Componentes del panel prefabricado de hormigón aligerado	124
125	Acotaciones/dimensionamiento del panel prefabricado de hormigón aligerado	124
126	Perspectiva explotada de componentes del panel prefabricado de hormigón aligerado	125
127	Montaje de panel prefabricado de hormigón aligerado	125
128	Vista exterior de acabado en panel prefabricado	126
129	Vista interior de acabado en panel prefabricado	126
130	Perno galvanizado tipo A-307	127
131	Colocación de la malla electro soldada en panel	127
132	Detalle de junta horizontal: pieza ángulo para uno y dos módulos	128
133	Detalle de junta horizontal: pieza tee para uno y dos módulos	128
134	Diseño de la junta vertical del panel	130
135	Diseño de la junta horizontal del panel prefabricado de hormigón	130
136	Reacción del hormigón ante la presencia de fuego	131
137	Transmitancia térmica de un muro con cámara de aire	132
138	Aislamiento acústico en un muro	133

LISTADO DE IMÁGENES		
No.	Descripción	Página
139	Absorción acústica en un muro	133
140	Estanqueidad de la junta horizontal del panel por medio de sellado de junta	135
141	Estanqueidad de la junta vertical del panel por medio de forma convexa de junta	135
142	Estanqueidad de la junta vertical del panel por medio de sellado de junta	135
143	Silo para proceso de vacío de poliestireno expandido	136
144	Maquinaria para la elaboración de malla electro soldada	137
145	Cilindros de hormigón para prueba de resistencia a la compresión	138
146	Llana	140
147	Rodillo	140
148	Esquema de pisos de departamentos en edificio en altura	141
149	Pieza metálica tee	142
150	Pieza metálica ángulo	142
151	Pieza metálica vigueta tipo omega Ω	142
152	Pieza metálica viga IPN	142
153	Soldadura de piezas metálicas	143
154	Perno de unión	143
155	Soldadura de viga IPN a columna metálica	143
156	Viga tipo IPN	143
157	Corte de detalle de elementos constructivos	144
158	Vigueta perimetral para amarre de vigas y sujeción de losa	145
159	Vigueta tipo omega Ω para amarre de vigas y sujeción de losa	145
160	Vista interior del sistema prefabricado	145
161	Detalle de viga-losa con paneles prefabricados	146
162	Detalle de vigueta perimetral-losa con paneles prefabricados	146
163	Detalle de vigueta tipo omega Ω con losa prefabricada	146
164	Dimensionamiento de vigueta tipo, vigueta perimetral y losa prefabricada	147
165	Estructura de columnas metálicas	148
166	Estructura de vigas metálicas IPN	149
167	Estructura de viguetas metálicas de amarre	149
168	Losa prefabricada de hormigón y panel de poliestireno expandido colocado en viguetas	150
169	Estructura metálica para sujeción de panel prefabricado	150
170	Uso de junta de poliuretano entre losa y panel prefabricado	151
171	Acabado final de fachada con paneles prefabricados de hormigón aligerado	151
172	Sujeción panel-columna esquinero	152

LISTADO DE IMÁGENES		
No.	Descripción	Página
173	Sujeción panel-columna adosado	152
174	Sellado de junta con poliuretano	153
175	Sujeción panel-viga	153
176	Sujeción de marco de ventana en panel prefabricado	154
177	Panel prefabricado de yeso	154
178	Instalación de panel prefabricado de yeso	154
179	Instalaciones suspendidas en tumbado en edificaciones en altura	155
180	Detalle de luminario empotrada en gypsum	156
181	Instalación de tomacorriente en panel	156
182	Sistema de AA.SS en inodoros	157
183	Sistema de AAP.P. en inodoros	157
184	Tubería sujeta por anclaje	158
185	Sujeción tuberías a muro panel prefabricado	158
186	Elementos que constituyen la red interior telefónica de un grupo de viviendas	158
187	Colocación de tubería de gas en cocina	159
188	Sujeción tuberías a losa	159
189	Instalaciones de Split en edificios	159
190	Agregados para mezcla de hormigón	160
191	Volumen de agregado grueso en MUESTRA 1	165
192	Mezcla de hormigón MUESTRA 1	165
193	Volumen de agregado grueso en MUESTRA 2	165
194	Mezcla de hormigón MUESTRA 2	165
195	Volumen de agregado grueso en MUESTRA 3	165
196	Mezcla de hormigón MUESTRA 3	165
197	Volumen de agregado grueso en MUESTRA 4	166
198	Mezcla de hormigón MUESTRA 4	166
199	Prueba de revenimiento - Cono de Abrams	166
200	Cilindros listos a fraguar	166
201	Curado de los cilindros de hormigón	166
202	Rotura de cilindro de hormigón	166
203	Trazar en superficie limpia y nivelada el marco del panel	169
204	Trazado de marco de panel en superficie	169
205	Ubicación de malla en marco de panel prefabricado	170
206	Comprobación de ubicación de pernos	170
207	Preparación de soldadora	171

LISTADO DE IMÁGENES		
No.	Descripción	Página
208	Soldadura de pernos a malla electro-soldada	171
209	Pieza de varilla en L	172
210	Pieza de perno con su respectivo anillo y tuerca	172
211	Soldadura de pieza en L a malla metálica	173
212	Perno soldado a pieza en L	173
213	Preparación de la pieza en sitio antes de soldar	174
214	Malla electro-soldada con sus respectivos pernos soldados	174
215	Marca de corte en tabla seleccionada	175
216	Nivelado con hacha de filo de tabla	176
217	Uso de serrucho para obtener piezas de encofrado de madera	176
218	Armado de encofrado en superficie ubicando malla electro-soldada lista a fundirse	177
219	Unión por clavos de piezas de encofrado	177
220	Colocación de mediacaña de PVC en encofrado de madera	178
221	Colocación de mediacaña convexa en encofrado	178
222	Medición de los tubos a las dimensiones dadas en planos de detalle	179
223	Corte de los tubos por medio de sierra normal	180
224	Taponamiento de los tubos con papel periódico	180
225	Ubicación de los pernos en el encofrado del panel prefabricado	181
226	Ubicación de los pernos en el encofrado del panel prefabricado	181
227	Adición de arena	182
228	Adición de piedra	183
229	Adición de cemento	183
230	Adición de agua	184
231	Adición de micro-perlita de poliestireno expandido	184
232	Empalado de agregados de hormigón aligerado	185
233	Mezcla lista de hormigón aligerado con microperlita de poliestireno expandido	185
234	Colocación de la mezcla en tachos para ser llevados al área de encofrado y fundición	186
235	Encolado del hormigón en la pieza de encofrado	187
236	Encolado de la mezcla en la pieza de encofrado	187
237	Con una regla o elemento metálico recto se nivela el hormigón en la pieza	188
238	Panel de hormigón aligerado listo para su etapa de endurecimiento	188
239	Desencofrado de aristas con mediacañas	189
240	Uso de la regla para nivelar el hormigón en la junta vertical	190
241	Desencofrado de aristas con mediacañas	190
242	Destaponamiento de tubos de PVC	191
243	Desencofrado de aristas con mediacañas	191

LISTADO DE IMÁGENES		
No.	Descripción	Página
244	Recubrimiento plástico en superficie	192
245	Sistema de curado por riego directo	193
246	Hormigón hidratado luego de curado	193
247	Almacenamiento de canto del panel prefabricado	194
248	Modo de transporte en caballetes	194
249	Alzado por dos puntos para manipuleo del panel	195
250	Transporte de panel prefabricado	195
251	Transporte de panel prefabricado	195
252	Montaje de panel prefabricado por medio de grúas	195
253	Modo de transporte en caballetes	196
254	Alzado en obra por medio de grúas	196
255	Presupuesto final de costo por panel prefabricado realizado con encofrado de madera	213
256	Presupuesto final de costo por panel prefabricado realizado con encofrado de madera	214
257	Panel prefabricado de hormigón previo a arreglo manual	218
258	Panel prefabricado de hormigón con las dimensiones propuestas 60x60 cms	220
259	Ciudad planificada verticalmente generadora de espacios naturales y sociales	223
260	Modularidad en Unite d'habitation de Marsella	225
261	Súper Unidad de vivienda N°12 / Suv12 Arquitectos	229
262	Torres del Parque / Rogelio Salmona	229
263	Ciudad Jardín / Ferromobiliaria	229
264	Conjunto Habitacional Pedregulho/ Alfonso Eduardo Reidy	229
265	Viviendas en Carabanchel/ ACM Arquitectos	229
266	Conjunto Residencial Sayab / Luis de Garrido	229
267	Vista aérea a Súper Unidad de vivienda N°12	231
268	Vista a ingresos	232
269	Interior departamento tipo	233
270	Interior departamento tipo	233
271	Esquema gráfico de implantación y planta tipo del proyecto Súper Unidad de Vivienda #12	233
272	Elevación de una torre tipo	233
273	Implantación general Súper Unidad de vivienda	233
274	Vista del conjunto Súper Unidad de vivienda N°12	234
275	Vista aérea de Torres del Parque	235

LISTADO DE IMÁGENES		
No.	Descripción	Página
276	Vista hacia una torre	236
277	Implantación General de Torres del Parque	237
278	Departamentos tipo	237
279	Vista a Torres del Parque	238
280	Vista aérea a Ciudad Jardín	239
281	Vista hacia área residencial Ciudad Jardín	240
282	Implantación de Ciudad Jardín	241
283	Vista hacia área de departamentos Ciudad Jardín	242
284	Vista aérea a Conjunto Residencial Pedregulho	243
285	Vista lateral de edificio Minhocao	244
286	Implantación de Conjunto Residencial Pedregulho	245
287	Corte esquemático a edificio Minhocao	246
288	Vista Lateral a 82 Viviendas en Carabanchel	247
289	Acabado en fachada de containers	248
290	Implantación en planta baja de 82 Viviendas en Carabanchel	249
291	Desglose gráfico de 82 Viviendas en Carabanchel	249
292	Vista interior-exterior en planta alta	250
293	Vista desde la vía principal	250
294	Vista hacia el patio interior	250
295	Vista aérea a Conjunto Residencial Sayab	251
296	Vista hacia una torre del Conjunto Residencial Sayab	252
297	Implantación general de Conjunto Residencial Sayab	253
298	Distribución de departamento tipo	253
299	Distribución de departamento tipo	253
300	Distribución de departamento tipo	253
301	Distribución de departamento tipo	253
302	Distribución de departamento tipo	253
303	Patio longitudinal cubierto	254
304	Sistema prefabricado de estructura portante	254
305	Vista hacia torre de departamentos	259
306	Uso de dispositivos de sombra en fachada seleccionado por el usuario	262
307	Espacio flexible en departamento	262
308	Composición en fachada por medio de texturas	262
309	Empleo de materiales saludables en fachada	262
310	Diseño paisajístico que promueva al esparcimiento por medio de recorridos y texturas	264

LISTADO DE IMÁGENES		
No.	Descripción	Página
311	Promover el uso de ciclovía y jogging	264
312	Creación de huertos que congreguen usuarios en las plantas del edificio	264
313	Terrazas verdes en edificación de vivienda	264
314	Detalle constructivo de terraza verde	264
315	Volumetría que enmarque las vistas al entorno circundante	266
316	Conservar las características del entorno y terreno	266
317	Uso de prefabricados en hormigón	266
318	Estudio de vanos que permitan vistas agradables hacia el entorno	266
319	Detalle de sistema prefabricado de hormigón	268
320	Ensamblaje de piezas prefabricadas por junta seca	268
321	Uso de sistema prefabricado de junta seca en vivienda	268
322	Evacuación de edificios en caso de incendio	270
323	Componentes de una vivienda doméstica	270
324	Uso de materiales antideslizantes y de bajo mantenimiento en superficies de piso para áreas sociales	270
325	Semisotanos evita crear departamentos en planta baja y evita las vistas al interior de viviendas.	270
326	Estudio de (vientos/vistas/sol) como diseño bioclimático del departamento	272
327	Estudio de (vientos/vistas/sol) como diseño bioclimático del departamento	272
328	Empleo de dispositivos de sombra para disminuir exposición solar	272
329	Vista hacia el sitio del proyecto	273
330	Implantación del terreno obtenida de Google Earth	275
331	Dimensionamiento del terreno de proyecto	276
332	Plano de ubicación y catastros	277
333	Plano topográfico del terreno de proyecto	279
334	Implantación del terreno obtenida de Google Earth	280
335	Implantación del terreno obtenida de Google Earth	281
336	Mapa geológico del Ecuador especificando la zona del terreno de proyecto	282
337	Zona geológica de la zona del terreno de proyecto	283
338	Corte geológico especificando la zona del terreno de proyecto	283
339	Muestra de suelo tomado del sitio del terreno de proyecto	283
340	Recorrido solar en implantación obtenida de Google Earth	284
341	Recorrido solar en implantación obtenida de Google Earth	285
342	Radiación mensual de la ciudad de Guayaquil	286
343	Temperatura mensual de la ciudad de Guayaquil	286
344	Precipitación mensual de la ciudad de Guayaquil	287

LISTADO DE IMÁGENES		
No.	Descripción	Página
345	Cantidad de Horas de Luz directa de la ciudad de Guayaquil	287
346	Plano de vegetación en implantación obtenida de Google Earth	288
347	Vista sector PARTERRE VÍA A LA COSTA	289
348	Vista sector FACHADA SUR FRONTAL	290
349	Vista sector ARBOLES DE TECA	291
350	Vista sector ESTERO	292
351	Vista sector SECO	293
352	Vista sector ARBOLES MEDIANOS	294
353	Vista sector CEIBOS EN MONTAÑA	295
354	Vías de acceso en implantación obtenida de Google Earth	296
355	Vías de acceso en implantación obtenida de Google Earth	297
356	Diagrama de vistas en implantación obtenida de Google Earth	298
357	Vista desde el terreno a la vía	299
358	Vista hacia el terreno	299
359	Vista hacia el terreno	300
360	Cableado eléctrico ubicado en el frente del terreno	301
361	Cableado aéreo en vía	302
362	Canal de AALL ubicado en el frente del terreno	302
363	Establecimientos educativos ubicados cercanos al terreno de proyecto	303
364	Diagrama de proyectos comerciales construidos y por construir en el sector Vía a la Costa	304
365	Fachada principal del proyecto Altos del Sol	305
366	Fachada principal del edificio de departamentos El Edén	305
367	Retiros en implantación de conjunto residencial	319
368	Zonificación inicial de conjunto residencial	320

LISTADO DE IMÁGENES		
No.	Descripción	Página
369	Implantación general del conjunto residencial	322
370	Áreas en implantación	324
371	Corte Esquemático de torre de departamentos	325
372	Corte definición de tipo de estructuras	326
373	Agrupación de Departamentos por piso	327
374	Diagrama de diseño de la torre en planta tipo	327
375	Planta tipo	327
376	Dispositivos de asoleamiento diseñados para la torre de departamento	328
377	Diagrama de estructuras tipo	329
378	Fachada en departamentos dúplex T3	330
379	Fachada de presentación de tipos de departamentos	330
380	Planta general de piso	332
381	Planta tipo 1	333
382	Planta tipo 2	334
383	Planta tipo 3	334
384	Planta dúplex 5 usuarios: T1 planta baja	335
385	Planta dúplex 5 usuarios: T1 planta alta	335
386	Planta flat 1-2 usuarios T1	336
387	Planta flat T1 4 usuarios	336
388	Planta dúplex 5 usuarios: T3 planta baja	337
389	Planta dúplex 5 usuarios: T3 planta alta	337
390	Vistas del proyecto del edificio multifamiliar	345
391	Vistas del proyecto del edificio multifamiliar	348

| 10.2. Listado de tablas

PROTEGIDO

LISTADO DE TABLAS		
No.	Descripción	Página
1	Déficit Habitacional Cuantitativo y Cualitativo en el Ecuador	5
2	Déficit Habitacional Cuantitativo y Cualitativo en la provincia del Guayas	5
3	Operacionalización de las Variables	21
4	Principales procedimientos de unión	31
5	Características técnicas de la madera laminada	39
6	Cuadro de Especificaciones Técnicas del producto Confort-Wall	47
7	Cuadro de Especificaciones Técnicas del producto Confort-Wall	48
8	Características técnicas de las planchas de acero galvanizada	55
9	Relación de índice de reducción acústica respecto al espesor del panel prefabricado de hormigón	73
10	Resistencia al fuego en paneles prefabricados de hormigón	73
11	Características Técnicas del Hormigón con áridos normales	74
12	Resumen de análisis de acabados de los materiales estudiados	88
13	Resumen de análisis de confort de los materiales estudiados	93
14	Resumen de análisis de resistencia al fuego y sísmico de los materiales estudiados	98
15	Características técnicas de los materiales estudiados	99
16	Diagrama de Esfuerzos en un material	100
17	Comparación de costos entre materiales por m2	108
18	Cuadro de especificaciones y características técnicas y mecánicas del poliestireno expandido	117
19	Dimensión estándar para cabeza de perno hexagonal de diámetro 1/2	121
20	Dimensión estándar para cabeza de perno hexagonal de diámetro 1/2	121
21	Proceso de fabricación de pernos y tornillos	122
22	Coeficientes de conductividad térmica de componentes del panel	133
23	Normas de procedimientos para el panel prefabricado de fachada	138
24	Materiales y piezas utilizadas para el panel prefabricado de fachada	139
25	Máximo de impurezas aceptadas en agua para hormigón	161
26	Determinación y limitación de impurezas en agua para hormigón	161
27	Determinación y limitación de impurezas en agua para hormigón	162
28	Determinación de muestras de estudio	163
29	Resultados obtenidos en ensayos de resistencia a la compresión de muestras de cilindros de hormigón aligerado	164
30	Dosificación para panel prefabricado de hormigón aligerado por micro perlita de poliestireno expandido	167
31	Base de datos de materiales de construcción	197

LISTADO DE TABLAS		
No.	Descripción	Página
32	Base de datos de sueldos en el área de la construcción	197
33	Resumen de cantidad de material por m3 y costo del hormigón	198
34	Costos de equipos	198
35	Análisis de costo preliminar: Encofrado tipo madera	199
36	Análisis de costo preliminar: Encofrado tipo metálico	200
37	Análisis de costo preliminar: Armado con tubos de PVC de 40 mm	201
38	Análisis de costo preliminar: Soldadura de perno A-307	202
39	Análisis de costo preliminar: Fundición de hormigón aligerado	203
40	Análisis de costo preliminar: Montaje del panel prefabricado en obra	204
41	Análisis de precio unitario: Encofrado tipo madera	205
42	Análisis de precio unitario: Armado con tubos de PVC	206
43	Análisis de precio unitario: Armado con tubos de PVC	207
44	Análisis de precio unitario: Soldadura de piezas	208
45	Análisis de precio unitario: Fundición con hormigón aligerado	209
46	Análisis de precio unitario: Montaje de piezas metálicas	210
47	Presupuesto final de costo por panel prefabricado realizado con encofrado de madera	211
48	Comparación entre pesos de materiales de fachada	217
49	Comparación entre resistencia a compresión de los materiales	218
50	Comparación entre precios de los materiales	219
51	Recomendaciones para pesos de paneles prefabricados	220
52	Dimensiones del proyecto	276
53	Anexo I: Requerimientos de Equipamiento en zona ZR 2.1 en Vía a la Costa	278
54	Anexo A: Ordenanza para Zona residencial ZR 2.1 en Vía a la Costa	278
55	Tipología mixta para una hectárea de terreno	306
56	Designación de espacios acorde a requerimientos del sitio	307
57	Áreas preliminares a diseñar en el terreno	307
58	Parametros de diseño acorde a zonificación de vivienda	307
59	Densificación por torre	307
60	Densificación por barra	308
61	Densificación por vivienda unifamiliar	308
62	Densificación total aproximada de diseño	309
63	Cuadro esquemático área recibidor	311
64	Cuadro esquemático área sala	312
65	Cuadro esquemático área comedor	312
66	Cuadro esquemático área cocina	313

LISTADO DE TABLAS		
No.	Descripción	Página
67	Cuadro esquemático área dormitorio servicio	313
68	Cuadro esquemático área baño servicio	314
69	Cuadro esquemático área cuarto de máquinas	314
70	Cuadro esquemático área baño de visitas	315
71	Cuadro esquemático área ascensor	315
72	Cuadro esquemático área escaleras	315
73	Cuadro esquemático lobby	316
74	Cuadro esquemático parqueo	316
75	Cuadro esquemático área comunal	316
76	Cuadro esquemático bodegas	316
77	Cuadro esquemático ducto de basura	317
78	Cuadro esquemático cuarto eléctrico	317
79	Cuadro de áreas de conjunto residencial	323
80	Cuadro de áreas estructura	331
81	Presupuesto referencial Edificio de 18 pisos	338
82	Presupuesto referencial Planta tipo Area T1	339
83	Presupuesto referencial Planta tipo Area T2	340
84	Presupuesto referencial Planta tipo Area T3	341
85	Presupuesto referencial Planta tipo	342

| 10.3 Datos obtenidos de primera mano
(Entrevistas, Ficha de observación)

PROTEGIDO



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

ENTREVISTA DIRIGIDA A TÉCNICO EXPERTO EN PREFABRICADOS DE HORMIGÓN, AISLAPOL SA

Señor:

La presente entrevista tiene como objetivo conocer sobre la fabricación industrial o artesanal de paneles prefabricados de hormigón y poliestireno expandido tipo sándwich, elaborado en la ciudad de Guayaquil. Además, se requiere saber sobre el mercado y aceptación que posee la ciudad hacia sistemas constructivos prefabricados.

- 1) ¿De qué manera el cliente puede adquirir los paneles CONSTRUPANEL y FIBROPANEL?
- 2) ¿Cuál es el proceso para la elaboración, empaque, transporte e instalación de los paneles CONSTRUPANEL y FIBROPANEL?
- 3) ¿Qué ventajas técnicas, económicas, ambientales y sociales tiene la construcción con paneles prefabricados tipo sándwich?
- 4) ¿En qué tipo de construcciones es aplicable la utilización de paneles prefabricados CONSTRUPANEL y FIBROPANEL?
- 5) ¿Cuáles son los principales problemas o dificultades que se enfrentan ante este tipo de construcción prefabricada?
- 6) A su consideración, ¿es posible la modificación de la instalación de paneles CONSTRUPANEL y FIBROPANEL hacia un sistema constructivo de junta seca?
- 7) ¿Considera usted que esta tecnología es aplicable para cualquier zona urbana de la ciudad de Guayaquil, considerando razones sociales, económicas y climáticas?

Nombre del Entrevistado:

Nombre del Entrevistador:

Lugar y fecha de la entrevista:



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

ENTREVISTA DIRIGIDA A TÉCNICO EXPERTO EN PREFABRICADOS DE HORMIGÓN, AISLAPOL SA

Señor:

La presente entrevista tiene como objetivo conocer sobre la fabricación industrial o artesanal de paneles prefabricados de hormigón y poliestireno expandido tipo sándwich, elaborado en la ciudad de Guayaquil. Además, se requiere saber sobre el mercado y aceptación que posee la ciudad hacia sistemas constructivos prefabricados.

1) **¿De qué manera el cliente puede adquirir los paneles prefabricados CONSTRUPANEL?**

El constructor, diseñador arquitectónico y el cliente deciden el sistema a utilizar para el proyecto arquitectónico. El proyecto es llevado a los técnicos de AISLAPOL para la consulta del sistema y se cotiza el proyecto según las cantidades requeridas.

2) **¿Cuál es el proceso para la elaboración, empaque, transporte e instalación de los paneles prefabricados CONSTRUPANEL?**

El construpanel es una estructura tridimensional formado por mallas de acero con una abertura de 5 cm y conectores de alambre galvanizado en forma triangular electro soldados, un núcleo de espuma de poliestireno expandido de 6 cm de espesor y un revestimiento en ambas caras de una capa de micro hormigón en un espesor de 2.5 cm, obteniendo un elemento rígido ligero, de alta capacidad estructural y excelente resistencia térmica.

La empresa no realiza el empaque, transporte e instalación de los paneles prefabricados. La elaboración del panel empieza desde el procesamiento del poliestireno expandido, en el que la maquinaria le permite dar las dimensiones deseadas. La malla de alambre galvanizado se la arma y suelda por medio de una máquina que le permite dar la forma tridimensional al panel. En obra, se coloca los paneles de manera machihembrada y se enlucen el panel o se utiliza procedimientos de hormigón proyectado.



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

3) ¿Qué ventajas técnicas, económicas, ambientales y sociales tiene la construcción con paneles prefabricados tipo sándwich?

- Ligereza en la construcción por la reducción en cargas muertas en 50% como muro respecto a los sistemas tradicionales
- Ligereza en su transportabilidad, maniobra de carga y descarga y su manejo.
- Alta relación resistencia/peso para absorber movimientos sísmicos.
- Alta termo resistencia para ahorros de energía y bienestar habitacional.
- Permite la autoconstrucción usando herramientas convencionales.
- Flexibilidad en la modulación.
- Compatibilidad y adaptabilidad a materiales constructivos tradicionales.
- Facilidad de ocultar instalaciones eléctricas e hidro-sanitarias.
- Competitivo en la velocidad de construcción unitaria y notablemente ventajoso en la construcción en serie.
- Nula o mínima utilización de castillos, columnas, cadenas y traveses por la naturaleza monolítica de la construcción.
- Flexibilidad en cortes para detalles arquitectónicos en puertas, ventanas, tragaluces, esquineros y volúmenes
- Emplea un mínimo de accesorios de instalación.

4) ¿En qué tipo de construcciones es aplicable la utilización de paneles prefabricados CONSTRUPANEL?

Construpanel es aplicable para todo tipo de construcción siempre y cuando no sea utilizado como muro portante.

5) ¿Cuáles son los principales problemas o dificultades que se enfrentan ante este tipo de construcción prefabricada?

La principal dificultad es la cultura de las personas ya que al ofrecerle al cliente una casa de espuma, suelen pensar que es una casa débil, de bajo acabado y que en algún momento, la casa puede desprenderse por su ligereza. Sin embargo, eso es un mito y se debe pensar en los beneficios técnicos que posee el sistema, como por ejemplo, el alto grado de aislamiento térmica que se posee en los espacios interiores de una habitación utilizando el panel prefabricado tipo sándwich.



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

- 6) A su consideración, ¿es posible la modificación de la instalación de paneles CONSTRUPANEL hacia un sistema constructivo de junta seca?
- Construpanel requiere de la consolidación de las partes en su enlucido para su acabado, sin embargo, la empresa posee otro sistema de paneles prefabricados llamado Aislapanel el cual utiliza el sistema constructivo de junta seca. Incluso en edificaciones e una planta, su estabilidad permite no requerir de estructura adicional. Aislapanel es un panel modular estructural compuesto por un núcleo de poliestireno expandible auto extingible, recubierto por ambas caras con láminas de acero galvanizado o aluminio zinc pre pintado al horno. Este sistema posee como junta seca, un sistema machihembrado de unión lateral, sin perfil H de aluminio, el cual aporta la superficie lisa y homogénea al acabado del panel.
- 7) ¿Considera usted que esta tecnología es aplicable para cualquier zona urbana de la ciudad de Guayaquil, considerando razones sociales, económicas y climáticas?
- Si, el clima no le afecta al material pero podría afectar en épocas de lluvia al curado de las paredes siendo este un factor que sucede en toda construcción. En cuanto a la aplicabilidad, muchas constructoras y estructuristas optan por este sistema por su ligereza, rapidez y demás ventajas técnicas y económicas.

Nombre del Entrevistado: Ing. Mauricio Escovar
Nombre del Entrevistador: Denisse Aguilera
Lugar y fecha de la entrevista: Planta de Aislapol, Km 9 ½ Vía Daule
16 de octubre del 2012

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL**

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

ENTREVISTA DIRIGIDA A ARQUITECTO EXPERTO EN DISEÑO DE EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Señor/a:

La presente entrevista tiene como objetivo conocer sobre las edificaciones multifamiliares de la ciudad de Guayaquil, específicamente las expectativas que posee el mercado actual respecto a este tipo de viviendas. Además, se requiere saber sobre los materiales y métodos constructivos que se utilizan actualmente y su opinión respecto a sistemas prefabricados, ya que usted al conocer el mercado puede pronosticar la rentabilidad y aceptación de materiales alternativos en la construcción.

- 1) ¿Cómo Ud. aprecia el desarrollo de las edificaciones multifamiliares en la ciudad de Guayaquil considerando como mercado la clase media y media alta?
- 2) ¿Cuáles Ud. cree que son las expectativas de un cliente al adquirir un departamento? Considere beneficios, materiales, calidad, estilo de vida, entre otros.
- 3) ¿Cree que el mercado guayaquileño de clase media y media alta posee un nivel de aceptación alto respecto a las edificaciones ecológicas? ¿De qué manera cree Ud. que se puede desarrollar este enfoque en la arquitectura considerando el mercado y la accesibilidad hacia estos sistemas, en especial, al desarrollo de nuevas técnicas constructivas eco-amigables?
- 4) ¿Qué tipo de acabados se encuentran vigentes como material de fachada en los diseños arquitectónicos de edificaciones multifamiliares?
- 5) ¿Considera usted que existe viabilidad en el uso de paneles prefabricados de junta seca como cerramiento de fachada, en cuanto a la aceptación tanto de los promotores como los clientes frente a sistemas constructivos tradicionales como pared de mampostería?

*Nombre del Entrevistado:**Nombre del Entrevistador:**Lugar y fecha de la entrevista:*



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

ENTREVISTA DIRIGIDA A ARQUITECTO EXPERTO EN DISEÑO DE EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Señor/a:

La presente entrevista tiene como objetivo conocer sobre las edificaciones multifamiliares de la ciudad de Guayaquil, específicamente las expectativas que posee el mercado actual respecto a este tipo de viviendas. Además, se requiere saber sobre los materiales y métodos constructivos que se utilizan actualmente y su opinión respecto a sistemas prefabricados, ya que usted al conocer el mercado puede pronosticar la rentabilidad y aceptación de materiales alternativos en la construcción.

- 1) ¿Cómo Ud. aprecia el desarrollo de las edificaciones multifamiliares en la ciudad de Guayaquil considerando como mercado la clase media y media alta?

Definitivamente hay muchas más construcciones multifamiliares que antes. Antes, en la ciudad de Guayaquil, sólo predominaban las construcciones unifamiliares en urbanizaciones de construcción de casas en el desarrollo inmobiliario. Recién diría que en los últimos siete u ocho años, ha habido un impulso en los desarrollos multifamiliares, debido al encarecimiento de los terrenos y encarecimiento de la construcción. Ahora la ventaja es construir multifamiliares es más barato y rentable que una vivienda unifamiliar.

- 2) ¿Cuáles Ud. cree que son las expectativas de un cliente al adquirir un departamento? Considere beneficios, materiales, calidad, estilo de vida, entre otros.

En espacio y calidad de materiales, dependiendo del estrato económico, el cliente siempre busca primero, principalmente, sin ser excluyente de las otras áreas, busca que el dormitorio master y el closet del mismo sean cómodos en espacios. Y que tenga un área social cómoda al igual que la cocina. Obviamente las preferencias varían dependiendo del estrato. En estratos más altos, el cliente busca dormitorios de servicios, prefiere muchas veces entre un tercero o cuarto dormitorio y en los acabados si bien no es mayor preferencia, en un estrato, pero si aprecian en cocinas, mesones de cocinas, los acabados de los pisos, siempre esperan un producto que genere estatus. En estructura no tienen preferencia, hace unos cuatro años había un recelo por trabajar en alternativas de mampostería, antes no se veía aquí en Guayaquil sobre todo. En Quito si está más avanzado en mampostería, utilizan poliestireno expandido. La gente aquí en Guayaquil si lo resistía porque



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

lo relacionaba con vivienda social, obviamente en estratos más altos. A raíz de algunos desarrolladores utilizaron este producto y tuvieron buena experiencia ya se está volviendo parte de la construcción. De ahí, estructura, el cliente ni lo siente ni lo pregunta, realmente no lo ven como un argumento para la compra.

- 3) ¿Cree que el mercado guayaquileño de clase media y media alta posee un nivel de aceptación alto respecto a las edificaciones ecológicas? ¿De qué manera cree Ud. que se puede desarrollar este enfoque en la arquitectura considerando el mercado y la accesibilidad hacia estos sistemas, en especial, al desarrollo de nuevas técnicas constructivas eco-amigables?

Las personas aprecian la arquitectura ecológica o sustentable, siempre cuando, en el estrato medio, medio- alto, eso se vea producido en ahorro de consumo de energía y no encarezca el precio de venta del bien, que no les cueste más. Lo que ya están pagando por una propiedad, que la pueden comparar con otro producto en el sector porque hay mucho desarrollo y lo otro que lo vean como un argumento si se les demuestra que a futuro ellos puedan tener un ahorro. Un ejemplo en materiales puede ser las paredes de poliestireno expandido permite algo que la gente aprecia y ve como algo positivo, el ahorro de energía en consumo. Este material en mampostería permite el confort térmico, eso lo ven como una propiedad beneficiosa porque no hay desperdicio de energía, no genera calor, conserva mucho mejor la energía del aire acondicionado, eso se traduce a ahorro y consumo. Otro ejemplo es el caso de la luz LED. Esta si lo aprecian porque lo ven traducido en consumo de energía, más que nada por ese lado lo ven, pero como especie de consciencia sobre la naturaleza, no. Todavía eso aquí no se ve.

- 4) ¿Qué tipo de acabados se encuentran vigentes como material de fachada en los diseños arquitectónicos de edificaciones multifamiliares?

En fachada, por ejemplo, el hormigón visto, todavía se utiliza a pesar que sea de los años ochenta. La piedra, ya sea natural o artificial, pero un acabado tipo piedra. La pintura, que es un acabado común. El vidrio, acabados en metal; la madera se está empezando a utilizar, así sea de tipo artificial o natural, pero si utiliza en construcciones. En Guayaquil, no hay más vigentes. En Quito, se utiliza el ladrillo visto a parte de los que ya mencioné.



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

- 5) ¿Considera usted que existe viabilidad en el uso de paneles prefabricados de junta seca como cerramiento de fachada, en cuanto a la aceptación tanto de los promotores como los clientes frente a sistemas constructivos tradicionales como pared de mampostería?

Lo veo viable siempre y cuando no genere un costo adicional y que el acabado final para la clase media, que el producto final no tenga un acabado desprolijo que quiere decir que el cliente al final vea un acabado similar o mejor al del acabado tradicional hecho por mampostería o por el mismo producto M2. Que al final del día el cliente vea en el M2 es igual a la mampostería entonces no siente ese choque por el acabado.

Nombre del Entrevistado: Arq. Luis Vera Grunauer

Nombre del Entrevistador: Denisse Aguilera

Lugar y fecha de la entrevista: Guayaquil, 16 de enero del 2013

PROTEGIDO



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

FICHA DE OBSERVACIÓN A FABRICACION DE PANEL PREFABRICADO

EMPRESA: AISLAPOL SA

PROCESO DE ELABORACION DE PANEL PREFABRICADO

CONSIDERANDO COMO REQUERIMIENTO: VIVIENDA DE INTERES SOCIAL DE 36 M2

AREA DE TRABAJO: ACERCA DEL RENDIMIENTO

1. ¿Cuánto personal requiere para la elaboración del panel prefabricado?

1 a 3

4 a 8

9 a 12

13 a MAS

Observaciones:



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

2. ¿Cuánto tiempo requiere para la elaboración del panel prefabricado?

2 a 5 horas

6 a 9 horas

10 a 15 horas

Más de un día

Observaciones:

3. ¿Qué área aproximada en m² requiere para la elaboración del panel prefabricado?

4 a 10 m²

11 a 20 m²

21 a 40 m²

40 a MAS

Observaciones: _____

Explicar procedimiento: _____



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

AREA DE TRABAJO: ACERCA DE INSTRUMENTOS Y MATERIALES A UTILIZAR

4. ¿Se requiere de mano de obra especializada para realizar los trabajos de fabricación del panel prefabricado?

SI

NO

Observaciones:

5. ¿Se requiere de instrumentos especiales y de alta tecnología para la elaboración del panel prefabricado?

(Si lo son, averiguar si son accesibles a ser adquiridos en la ciudad)

SI

NO

Observaciones:



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

6. ¿Es la materia prima para la fabricación del panel prefabricado fácil de conseguir y acceder económicamente?

SI

NO

Observaciones:

AREA DE TRABAJO: ACERCA DEL EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO

7. ¿Se requiere de un espacio de almacenamiento especializado y amplio en área (m²) para los paneles prefabricados?

SI

NO

Observaciones:



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

8. ¿Se hace algún tipo de control de calidad del producto a ser entregado a obra listo para su instalación antes de ser transportado?

	SI
	NO

Observaciones:

PROTEGIDO

9. ¿Es el proceso de transporte adecuado para el producto terminado?

	SI
	NO

Observaciones:



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

PANEL PREFABRICADO CONSTRUPANEL

10. ¿En qué grado cumple las siguientes exigencias el panel prefabricado de hormigón con poliestireno expandido tipo sándwich?

	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO
ESTANQUEIDAD				
RESISTENCIA AL FUEGO				
AISLAMIENTO TERMICO				
AISLAMIENTO ACUSTICO				
ESTABILIDAD				

Observaciones: _____

PANEL PREFABRICADO FIBROPANEL

11. ¿En qué grado cumple las siguientes exigencias el panel prefabricado de hormigón con poliestireno expandido tipo sándwich?

	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO
ESTANQUEIDAD				
RESISTENCIA AL FUEGO				
AISLAMIENTO TERMICO				
AISLAMIENTO ACUSTICO				
ESTABILIDAD				

Observaciones: _____



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

FICHA DE OBSERVACIÓN A FABRICACION DE PANEL PREFABRICADO

EMPRESA: AISLAPOL SA

PROCESO DE ELABORACION DE PANEL PREFABRICADO

CONSIDERANDO COMO REQUERIMIENTO: VIVIENDA DE INTERES SOCIAL DE 36 M2

En el galpón de producción, se elaboran distintos productos, en especial para la construcción, a base de poliestireno expandido. Entre estos productos se halla CONSTRUPANEL. Este panel prefabricado tipo sándwich es una estructura tridimensional formada por mallas de acero y conectores de alambre galvanizado con un núcleo de espuma de poliestireno expandido. Este panel posee dimensiones estandarizadas de 1.20 x 2.40 metros y se utiliza como paredes divisorias de fachada sin requerimiento estructural. El procedimiento observado se contabiliza desde que el poliuretano expandido ya se encuentra en el estado de plancha con el espesor deseado listo para su procesamiento. El armado se lo realiza de manera industrial por medio de una maquina de armado electro soldado de malla de alambre galvanizado por lo que el producto terminado se lo realiza de manera ágil y con el acabado esperado.

AREA DE TRABAJO: ACERCA DEL RENDIMIENTO

1. ¿Cuánto personal requiere para la elaboración del panel prefabricado?

<input type="checkbox"/>	1 a 3
<input type="checkbox"/>	4 a 8
<input checked="" type="checkbox"/>	9 a 12
<input type="checkbox"/>	13 a MAS

Observaciones: El personal que trabaja en el galpón de fabricación de los diferentes materiales en base a poliestireno expandido, es netamente de planta en el que desempeñan labores de apilamiento y operarios de maquinaria. El sistema, al ser industrial, requiere de poco personal ya que la maquinaria asegura eficiencia y rapidez.



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

2. ¿Cuánto tiempo requiere para la elaboración del panel prefabricado?

X	2 a 5 horas
	6 a 9 horas
	10 a 15 horas
	Más de un día

Observaciones: Tiempo obtenido para la elaboración de una sola plancha de panel que equivaldría aproximado m² de pared, tomando en cuenta, que el alma EPS ya está lista y solo requiere del armado de la malla electro soldada de acero galvanizado la cual se utiliza maquinaria para el armado. Cabe recalcar que la eficiencia de la maquinaria es realizar los paneles en serie, ya que así se disminuyen costos y tiempos de fabricación.

3. ¿Qué área aproximada en m² requiere para la elaboración del panel prefabricado?

	1 a 100 m ²
	101 a 200 m ²
X	201 a 300 m ²
	301 a MAS

Observaciones: La planta de producción tiene aproximadamente 300 m². Dentro de este galpón, contiene el área de elaboración del poliestireno expandido el cual posee grandes masas de maquinarias, un área más pequeña para el armado industrial de la malla galvanizada electro soldada y una gran área de apilamiento y almacenamiento del producto terminado.



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

AREA DE TRABAJO: ACERCA DE INSTRUMENTOS Y MATERIALES A UTILIZAR

4. ¿Se requiere de mano de obra especializada para realizar los trabajos de fabricación del panel prefabricado?

SI

NO

Observaciones: El personal solo requiere capacitación para el uso de los maquinarios y el procedimiento a realizarse.

PROTEGIDO

5. ¿Se requiere de instrumentos especiales y de alta tecnología para la elaboración del panel prefabricado?

(Si lo son, averiguar si son accesibles a ser adquiridos en la ciudad)

SI

NO

Observaciones: A pesar que en los inicios, el armado se lo hizo de manera artesanal, si se utiliza maquinaria para la soldadura y armado de la malla de alambre galvanizado. Además existe maquinaria para el procesamiento y elaboración de las planchas de poliestireno expandido. Esta maquinaria es importada, sin embargo, si es posible ser adquirido.



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

6. ¿Es la materia prima para la fabricación del panel prefabricado fácil de conseguir y acceder económicamente?

SI

NO

Observaciones: La materia prima, poliestireno expandido, se lo importa al país. En la planta, esta materia prima es procesada hacia diferentes productos que posee la empresa. De igual manera, el alambre galvanizado es adquirido por un proveedor externo.

AREA DE TRABAJO: ACERCA DEL EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO

7. ¿Se requiere de un espacio de almacenamiento especializado y amplio en área (m²) para los paneles prefabricados?

SI

NO

Observaciones: El área necesaria es proporcional a las dimensiones que proveen el diseño y las cantidades que se requiera de producto terminado.



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

8. ¿Se hace algún tipo de control de calidad del producto a ser entregado a obra listo para su instalación antes de ser transportado?

SI

NO

Observaciones: Se hace un control de piezas completas y armadas correctamente pero no se hace un procedimiento especial donde se llenen fichas de control de calidad por piezas seleccionadas.

9. ¿Es el proceso de transporte adecuado para el producto terminado?

SI

NO

Observaciones: El cliente se hace cargo del transporte de las piezas. Desde el momento en que el producto sale de fábrica, el cliente se hace cargo del cuidado y uso de las piezas.



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

PANEL PREFABRICADO CONSTRUPANEL

10. ¿En qué grado cumple las siguientes exigencias el panel prefabricado de hormigón con poliestireno expandido tipo sándwich?

	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO
ESTANQUEIDAD	x			
RESISTENCIA AL FUEGO	x			
AISLAMIENTO TERMICO	x			
AISLAMIENTO ACUSTICO	x			
ESTABILIDAD	x			

Observaciones:

Estanqueidad: Este factor lo asegura el enlucido dado a la edificación ya que al ser un método de junta húmeda, la estanqueidad no es un problema.

Resistencia al fuego: El poliestireno expandido es auto extingible lo que permite un excelente comportamiento contra el fuego, pues impide que este se propague gracias a su composición que no permite la propagación de las llamas.

Aislamiento térmico: La espuma de poliestireno es considerado como un material termo-aislante efectivo para usarse en construcción ya que está formado por pequeñas celdas independientes que contienen aire.

Aislamiento acústico: El panel tienen buena resistencia al paso del ruido gracias a la capacidad de absorción de las ondas.

Estabilidad: Al ser un método constructivo de junta húmeda, el panel se comporta muy bien respecto a elementos estructurales como vigas y columnas.

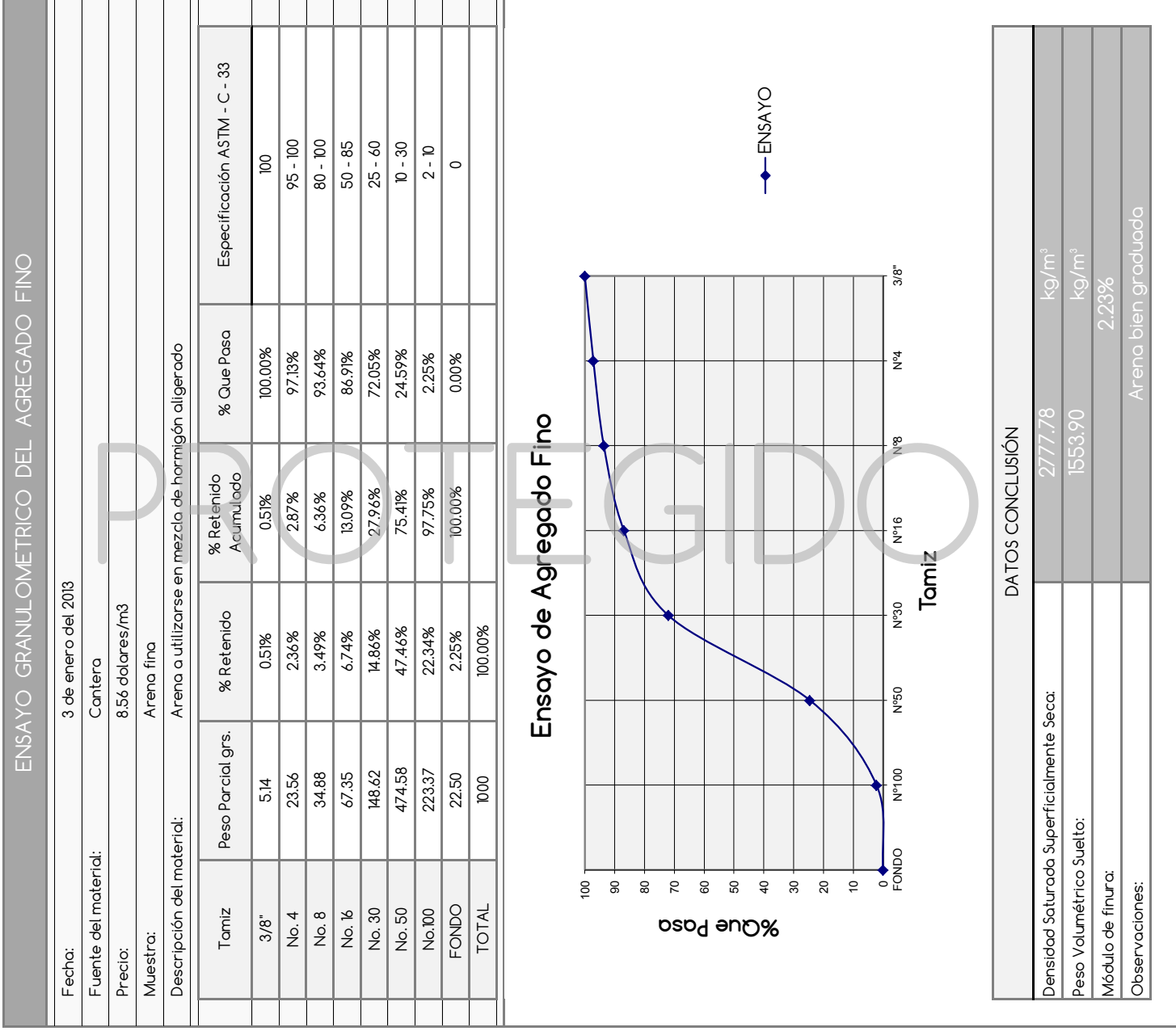
| 10.4. Dosificación del hormigón

PROTEGIDO



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGUN SEA LA NECESIDAD.





FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

ENSAYO GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO

DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA D.S.S.S.			
Peso de la arena	W :	500	gr.
Vol. Inicial (agua)	Vi :	200	cm ³
Vol. Final (agua+arena)	Vf :	380	cm ³
D.S.S.S.	W / (Vf - Vi) :	2777.78	kg/m ³

PESO VOLUMÉTRICO SUELTO			
Volumen del Recipiente	V. recp :	910.62	cm ³
Peso (recipiente+arena)	Wf :	19652	gr.
Peso recipiente:	Wi:	5495	gr.
P.V.S.	(Wf - Wi) / V.recp :	1553.90	kg/m ³

ABSORCIÓN			
Peso recipiente:		433.5	cm ³
Peso (arena S.S.S.):		500	gr.
Peso del recipiente + arena seca:		914.06	gr.
Peso seco de la arena:	Ws:	480.56	gr.
Absorción:		4.25	%
Absorción real:		4.45	%

MÓDULO DE FINURA	
Módulo de finura:	$M.f. = \frac{\sum_4^{100} \text{Tamiz } \% \text{ retenido } \text{ _acumulado}}{100}$
Módulo de finura:	2.23%



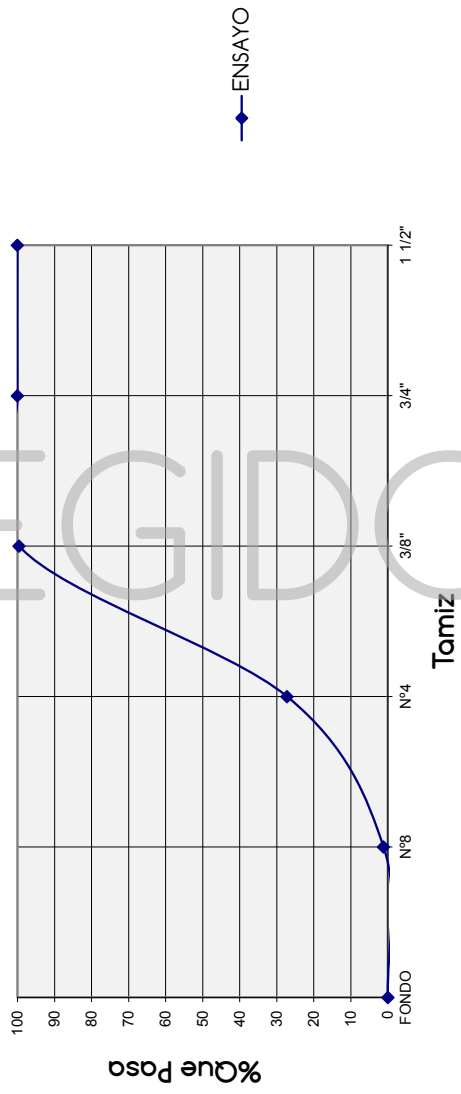
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGUN SEA LA NECESIDAD.

ENSAYO GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO OPC-01

Fecha:	3 de enero del 2013				
Fuente del material:	Cantera				
Precio:	9,21 dolares/m ³				
Muestra:	Piedra Chispa				
Descripción del material:	Piedra o utilizarse en mezcla de hormigón aligerado				
Tamiz	Peso Parcial grs.	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación ASTM - C - 33
1 1/2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100
3/4"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
3/8"	4.47	0.45%	0.45%	99.55%	
No. 4	723.55	72.36%	72.80%	27.20%	0-10
No. 8	260.40	26.04%	98.84%	1.16%	0-5
FONDO	11.58	1.16%	100.00%	0.00%	0
TOTAL	1000	100%			

Ensayo de Agregado Grueso



DATOS CONCLUSIÓN

Densidad Saturada Superficialmente Seca:	1388.89 kg/m ³
Peso Volumétrico Suelto:	1172.42 kg/m ³
Peso Volumétrico Varillado:	1297.93 kg/m ³
Observaciones:	Por ser piedra chispa, posee una graduación uniforme



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

ENSAYO GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO OPC-01

DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA D.S.S.S.			
Peso del material	W _{sss} :	1000	gr.
Peso de la canasta	W _{cnt} :	120	cm ³
Peso de la canasta+material sumergido	W _{sss+cnt} :	400	cm ³
D.S.S.S.	$W_{sss}/W_{sss}-((W_{sss}+cnt)-W_{cnt})$:	1388.89	kg/m ³

PESO VOLUMÉTRICO SUELTO			
Volumen del Recipiente	V. recp :	0.00911	m ³
Peso (recipiente+material)	W _f :	35.5977	libras
Peso recipiente:	W _i :	12.1	libras
P.V.S.	$(W_f - W_i) / V_{recp}$:	1172.42	kg/m ³

PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO			
Volumen del Recipiente	V. recp :	0.00911	m ³
Peso (recipiente+material)	W _f :	38.11312	libras
Peso recipiente:	W _i :	12.1	libras
P.V.V.	$(W_f - W_i) / V_{recp}$:	1297.93	kg/m ³

ABSORCIÓN			
Peso recipiente:		125	gr.
Peso del material húmedo:		1000	gr.
Peso del recipiente + material seco:		1105.02	gr.
Peso seco de la arena:	W _s :	980.02	gr.
Absorción:		2.04	%
Absorción real:		2.24	%



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPLESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGUN SEA LA NECESIDAD.

NECESIDADES TÉCNICAS		DATOS DE LABORATORIO	
f'c =	140 kg/cm ²	AGREGADO FINO:	ARENA FINA
Revenimiento =	10 cm	D.S.S.S.:	2778.78
Tamaño máximo=	3/8"	P.V.S.:	1553.90
Hormigon sin aire incluido		MF.:	2.23%
		AGREGADO GRUESO OPC-01:	PIEDRA CHISPA
		D.S.S.S.:	1388.89
		P.V.V.:	1297.93
		P.V.S.:	1172.42
		V.A.G.:	0.60
		γ Cemento:	3150
		γ Agua:	1000
		% Absorción:	A.F.:
			A.G. OPC01:
			4.45
			2.24
			%
			%
PASO 1: CANTIDAD DE AGUA			
CON TABLA #1	Para tamaño	3/8"	con revenimiento
A:			10 cm
			litros
			223.00
PASO 2: CANTIDAD DE CEMENTO			
CON TABLA #2	A:	231.41	
	A/C:	0.80	
	C:	278.75	kg
PASO 3: CÁLCULO DEL VOLUMEN PARA 1 M3 DE HORMIGÓN			
CON TABLA #1		en dm ³	en m ³
	Cemento:	88.49	0.088
	Agua:	223.00	0.223
	Agregado Grueso:	560.71	0.561
	SUMA	872.20	0.872
	Agregado Fino:	127.80	0.128
SEGUN NORMA ACI 40% AGREGADO FINO			
		en dm ³	en m ³
	Agregado Fino 40%	275.40	0.275
	Agregado Grueso	413.10	0.413

DISEÑO DEL HORMIGÓN

PASO 4: PESO EN KG EN 1 KG x M3 DE HORMIGÓN

CON 18% DE AGUA ADICIONAL

	UNIDAD
Cemento	504.00 kg
Agua	223.00 kg
Agregado Grueso	573.76 kg
Agregado Fino	765.28 kg
SUMA	2066.04

18% de agua

263.14

PASO 5: DATOS POR CILINDRO

DIMENSIONES DE CILINDRO		UNIDAD
Ø	0.15	m
ALTO	0.30	m
VOLUMEN	0.0112	m³

PESOS PARA DIMENSIONAR HORMIGÓN

	UNIDAD
Cemento	5.64 kg
Agua	2.95 kg
Agregado Grueso	6.43 kg
Agregado Fino	8.57 kg

Para este proyecto de investigación, se dosificara en cuatro muestras reemplazando el agregado grueso, piedra chispa, con microperlitos de poliestireno expandido en las siguientes proporciones:

MUESTRA 01

	Proporción	Volumen	Unidad
Piedra Chispa	100.00%	6.43	kg
Microperlitos P.E.	0.00%	0.00	kg

MUESTRA 02

	Proporción	Volumen	Unidad
Piedra Chispa	66.00%	4.24	kg
Microperlitos P.E.	33.00%	2.12	kg

MUESTRA 03

	Proporción	Volumen	Unidad
Piedra Chispa	33.00%	2.12	kg
Microperlitos P.E.	66.00%	4.24	kg

MUESTRA 04

	Proporción	Volumen	Unidad
Piedra Chispa	0.00%	0.00	kg
Microperlitos P.E.	100.00%	6.43	kg



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGUN SEA LA NECESIDAD.

DISEÑO DEL HORMIGÓN

PASO 5: DATOS POR PANEL

DIMENSIONES DEL PANEL	
	UNIDAD
ANCHO	120 m
ALTO	120 m
ESPESOR	0.08 m
VOLUMEN	0.1152 m³

VOLUMEN TUBOS ALJERAMIENTO	0.00151 m³	UNIDAD	14 TUBOS
	0.0211 m³		
VOLUMEN REAL	0.0941 m³	POR PANEL	

PESOS PARA DIMENSIONAR HORMIGÓN	
	UNIDAD
Cemento	47.42 kg
Agua	24.76 kg
Agregado Grueso	53.98 kg
Agregado Fino	72.00 kg

VOLUMEN PARA DIMENSIONAR HORMIGÓN	
	UNIDAD
Cemento	0.0083 m³
Agua	0.0210 m³
Agregado Grueso	0.0389 m³
Agregado Fino	0.0259 m³

Para este proyecto de investigación, se dosificó en cuatro muestras reemplazando el agregado grueso, piedra chispa, con micropelotitas de poliestireno expandido en las siguientes proporciones:

MUESTRA 01			
	Proporción	Peso	Unidad
Piedra Chispa	100.00%	53.98	kg
Micropelotitas P.E.	0.00%	0.00	kg
			Volumen
			0.0389 m³
			0.00 m³

MUESTRA 02			
	Proporción	Peso	Unidad
Piedra Chispa	64.00%	35.63	kg
Micropelotitas P.E.	33.00%	17.81	kg
			Volumen
			0.0257 m³
			0.0128 m³

MUESTRA 03			
	Proporción	Peso	Unidad
Piedra Chispa	33.00%	17.81	kg
Micropelotitas P.E.	66.00%	35.63	kg
			Volumen
			0.0128 m³
			0.0257 m³

MUESTRA 04			
	Proporción	Peso	Unidad
Piedra Chispa	0.00%	0.00	kg
Micropelotitas P.E.	100.00%	53.98	kg
			Volumen
			0.00 m³
			0.0389 m³

Sin embargo, el poliestireno expandido no posee la misma densidad que la piedra chispa, por lo que se debe calcular un nuevo volumen en kg, basándose con el volumen que es lo que se mantiene.

Densidad poliestireno expandido	10	kg/m³
---------------------------------	----	-------

Refiriendo que por cada m³ de poliestireno expandido se tiene 10 kg.

POLIESTIRENO EXPANDIDO		
	Volumen	Peso
	m³	kg
Muestra 1	0.000	0.000
Muestra 2	0.013	0.128
Muestra 3	0.026	0.257
Muestra 4	0.039	0.389













| 10.5. Ensayos de resistencia a la compresión

PROTEGIDO



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGUN SEA LA NECESIDAD.

DISEÑO DEL HORMIGÓN

CÁLCULO DEL VOLUMEN PARA 1 M3 DE HORMIGÓN

	en m³
Cemento:	0.088
Agua:	0.223
Arena fina	0.275
Piedra Chispa	0.138
EPS	0.275

PESO EN KG EN 1 KG x M3 DE HORMIGÓN

	UNIDAD
Cemento	504.00 kg
Agua	263.14 kg
Piedra Chispa	191.25 kg
EPS	275 kg
Arena fina	765.28 kg
SUMA	1726.43

PASO 5: DATOS POR PANEL

DIMENSIONES DEL PANEL		UNIDAD
ANCHO	1.20	m
ALTO	1.20	m
ESESOR	0.08	m
VOLUMEN	0.1152	m³
VOLUMEN TUBOS ALIGERAMIENTO	0.00151 0.0211	m³ m³
VOLUMEN REAL	0.0941	m³

UNIDAD
14 TUBOS
POR PANEL

PESOS PARA DIMENSIONAR HORMIGÓN		UNIDAD
Cemento	47.42	Kg
Agua	24.76	Kg
Piedra Chispa	17.99	Kg
EPS	0.26	Kg
Arena fina	72.00	Kg

VOLUMEN PARA DIMENSIONAR HORMIGÓN		UNIDAD
Cemento	0.0083	m³
Agua	0.0210	m³
Piedra Chispa	0.0130	m³
EPS	0.0259	m³
Arena Fina	0.0259	m³



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TITULACION

TEMA: PROPUESTA DE UNA SOLUCION MODULAR CONSTRUCTIVA PARA UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR QUE PERMITE LA MUTACION DE LOS ESPACIOS SEGÚN SEA LA NECESIDAD.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS					
Fecha de toma de muestra:		4 de enero del 2013			
Especificaciones del cilindro:		Diámetro:		15.24 cm	
		Altura:		30.48 cm	
		Área:		182 cm ²	
		TMAG:		12 mm	
		Agua:		Limpia	
Día 7					
Muestra	Fecha de Toma de Muestra	Fecha de Rotura	Días	Carga Máxima	Esfuerzo (kg/cm ²)
1	4 enero 2013	14 enero 2013	10	37580	206
2	4 enero 2013	14 enero 2013	10	16820	92
3	4 enero 2013	14 enero 2013	10	17370	95
4	4 enero 2013	14 enero 2013	10	10450	84
Día 28					
Muestra	Fecha de Toma de Muestra	Fecha de Rotura	Días	Carga Máxima	Esfuerzo (kg/cm ²)
1	4 enero 2013	4 febrero 2013	31	49570	280.50
2	4 enero 2013	4 febrero 2013	31	24160	136.70
3	4 enero 2013	4 febrero 2013	31	24310	137.50
4	4 enero 2013	4 febrero 2013	31	15400	87.15



















| 10.6. Especificaciones técnicas de materiales

PROTEGIDO



¿Qué características deben reunir los agregados?

- No deben tener arcillas, limos y materias orgánicas.
- En general, los agregados de baja densidad son poco resistentes y porosos.
- La humedad de los agregados tiene gran importancia en la dosificación del hormigón, sobre todo si se dosifica en volumen, ya que existe un esponjamiento del agregado que aumenta su volumen. Este aumento es considerable en las arenas. Al dosificar el agua de amasado hay que tener en cuenta la humedad de los agregados.
- La arena de mina contiene demasiada arcilla y es necesario lavarla para su empleo en hormigón armado.
- Las arenas de mar, lavadas con agua dulce, se pueden emplear en hormigón armado.

¿Cómo dosificar los agregados?

Hay que separar el agregado grueso en diferentes tamaños, para luego mezclarlo en las proporciones convenientes. El agregado fino se suele combinar según los tipos de arena.

Una clasificación muy precisa de agregados se debe mirar siempre desde el punto de vista técnico-económico, contrapesando el costo de la clasificación de los agregados frente a la calidad obtenida en el hormigón.

¿Cómo debe ser la forma de los agregados?

Si se emplean agregados gruesos de formas inadecuadas, la cantidad de cemento necesaria para obtener una buena resistencia es elevada.

Estas formas inadecuadas son las de tipos lajoso y su proporción en la mezcla se limita por el coeficiente de forma de la grava.

Se entiende por coeficiente de forma de un agregado el obtenido a partir de un conjunto de granos, según la relación entre la suma de sus volúmenes y la suma de los volúmenes de las esferas circunscritas a cada grano.

La Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa y armado prescribe que el valor del coeficiente de forma no debe ser inferior a 0,15.

Características del hormigón

Las características que debe presentar el hormigón se pueden dividir en dos grupos:

- Características del hormigón fresco, mientras permanece en estado plástico.
- Características del hormigón endurecido.

Puesta en obra del hormigón

El hormigón, una vez colocado, debe ser homogéneo, compacto y uniforme.



Factores que afectan la docilidad de un hormigón

Los agregados de formas alargadas y con aristas producen un hormigón poco dócil. Si no se puede disponer de otro tipo de áridos, se recomienda usar mezclas más ricas en cemento y arena. Los hormigones fabricados con agregados de machaqueo son menos dóciles que los fabricados con agregados naturales. La docilidad se ve muy afectada por la forma de los agregados y especialmente de la arena.

La cantidad de cemento influye en la docilidad del hormigón, aumentando ésta al incrementar aquel valor.

El uso adecuado de elementos adicionales, el tiempo de amasado y la hormigonera, son factores a tener en cuenta para mejorar la docilidad del hormigón.

TAMAÑOS ESTÁNDARES DE AGREGADOS PROCESADOS

Tamaño	Tamaño Nominal (pulgadas)	Tamaño nominal (mm)	4" (100mm)	3" (75mm)	2" (50mm)	1" (25mm)	3/4" (19mm)	1/2" (12.5mm)	3/8" (9.5mm)	No. 4 (4.75mm)	No. 8 (2.36mm)	No. 16 (1.18mm)	No. 50 (30mm)
1	3 1/2 a 1 1/2	90 a 37.5	100	90 a 100	25 a 60	0 a 15	0 a 5						
2	2 1/2 a 1/2	63 a 37.5		100	90 a 100	35 a 70	0 a 5						
24	2 1/2 a 3/4	63 a 19.0		100	90 a 100	25 a 60	0 a 10	0 a 5					
3	2 a 1	50 a 25.0		100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	0 a 5					
357	2 a No. 4	50 a 4.75		100	95 a 100	35 a 70	10 a 30	10 a 30	0 a 5				
4	1 1/2 a 3/4	37.5 a 19.0		100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5				
467	1 1/2 a No. 4	37.5 a 4.75		100	95 a 100	35 a 70	35 a 70	10 a 30	0 a 5				
5	1 a 1/2	25.0 a 12.5		100	90 a 100	20 a 35	0 a 10	0 a 5					
56	1 a 3/8	25.0 a 9.5		100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5				
57	1 a No. 4	2 5.0 a 4.75		100	95 a 100	95 a 100	25 a 60	25 a 60	0 a 10	0 a 5			
6	3/4 a 3/8	19.0 a 9.5		100	100	90 a 100	20 a 55	20 a 55	0 a 15	0 a 5			
67	3/4 a No. 4	19.0 a 4.75		100	90 a 100	90 a 100	90 a 100	20 a 55	20 a 55	0 a 10	0 a 5		
68	3/4 a No. 8	19.0 a 2.36		100	100	100	90 a 100	30 a 65	30 a 65	5 a 25	0 a 10	0 a 5	
7	1/2 a No. 4	12.5 a 4.75		100	100	100	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5		
78	1/2 a No. 8	12.5 a 2.36		100	100	100	90 a 100	40 a 75	40 a 75	5 a 25	0 a 10	0 a 5	
8	3/8 a No. 8	9.5 a 2.36		100	100	100	85 a 100	85 a 100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	3/8 a No. 16	9.5 a 1.18		100	100	100	90 a 100	90 a 100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	No. 4 a No. 16	4.75 a 1.18		100	100	100	100	100	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5
10	No. 4 a No. 0 ^a	4.75		100	100	100	100	100	100	85 a 100	85 a 100	10 a 30	

Este Cuadro está hecho con la autorización de ASTM. Copyright ASTM

AGREGADOS PRODUCIDOS POR HOLCIM ECUADOR S.A., PLANTAS PICOAZÁ Y EL CHORRILLO (MANTA)

Nombre Genérico	Nombre Local	Norma Técnica*	Tamaño (mm)	Peso Unitario (kg/m ³)		Densidad D _{ss} (K g/m ³)	Absorción Po (%)	Abrasión L.A. (%)	Módulo Finura	Usos
				Suelto	Comp.					
Roca Hormigón	Arena Homogeneizada	C33 - AF	4.75 - 0.075	1350 - 1450	1500 - 1600	2580 - 2680	3.5 - 4.5	na	2.6 - 2.8	Hormigones
	Piedra Chispa Fina	C33 #8	9.5 - 2.36	1300 - 1400	1350 - 1450	2575 - 2675	4.0 - 5.0	22 - 26	5.8 - 6.0	Hormigones, bloques, postes
	Piedra Chispa Gruesa	C33 #7	12 - 4.75	1295 - 1395	1450 - 1550	2575 - 2675	3.0 - 4.0	22 - 26	6.2 - 6.4	Hormigones, mezclas asfálticas
	Piedra #67	C33 #67	19 - 4.75	1305 - 1405	1450 - 1550	2580 - 2680	3.0 - 4.0	22 - 26	6.6 - 6.8	Hormigones, mezclas asfálticas
	Piedra para carpeta asfáltica		19 - 0	1350 - 1450	1500 - 1600	2580 - 2680	3.5 - 4.5	22 - 26	6.7 - 6.9	Drenes especiales, mezclas asfálticas
	Piedra 1/2"	C33 #6	19 - 9.5	1250 - 1350	1415 - 1515	2530 - 2630	3.0 - 4.0	22 - 26	6.8 - 7.0	Hormigones, mezclas asfálticas
	Piedra 3/4"		19 - 12	1245 - 1345	1530 - 1630	2580 - 2680	2.0 - 3.0	22 - 26	7.3 - 7.5	Hormigones, mezclas asfálticas
	Piedra Homogeneizada	C33 #57	25 - 4.75	1310 - 1410	1395 - 1495	2530 - 2630	3.0 - 4.0	22 - 26	6.9 - 7.1	Hormigones, mezclas asfálticas
	Piedra #56	C33 #56	25 - 9.5	1250 - 1350	1350 - 1450	2550 - 2650	3.0 - 4.0	22 - 26	7.2 - 7.4	Hormigones
	Piedra #5	C33 #5	25 - 12	1230 - 1330	1450 - 1550	2580 - 2680	2.0 - 3.0	22 - 26	7.3 - 7.5	Hormigones
	Piedra #4	C33 #4	37.5 - 19	1235 - 1335	1520 - 1620	2580 - 2680	2.0 - 3.0	22 - 26	7.9 - 8.1	Hormigones, drenes
	Piedra #467	C33 #467	37.5 - 4.75	1310 - 1410	1535 - 1635	2580 - 2680	2.0 - 3.0	22 - 26	7.2 - 7.4	Hormigones
Nombre Genérico	Nombre Local	Norma Técnica*	Tamaño (mm)	Peso Unitario (kg/m ³)		Densidad Proctor M.	Abrasión L.A. (%)	Plasticidad %	Materia Orgánica	Usos
				Suelto	Comp.					
Roca Vial	Arena No Lavada		4.75 - 0	1250 - 1300	1460 - 1560		na	3 - 9	<2	Mezclas asfálticas. **
	Base Clase 1A	814-2	38 - 0	1500 - 1600	1650 - 1750	1750 - 1850	24 - 30	0 - 6	<2	Calles, carreteras, rellenos
	Material para base		38 - 0	1450 - 1550	1630 - 1730	1650 - 1750	24 - 30	6 - 12	<2	Calles, carreteras, rellenos. **
	Sub Base Clase 3	816-5	76 - 0	1500 - 1600	1580 - 1680	1780 - 1880	24 - 30	0 - 6	<2	Calles, carreteras, rellenos
	Material para Sub Base		76 - 0	1450 - 1550	1580 - 1680	1750 - 1850	24 - 30	6 - 12	<2	Calles, carreteras, rellenos. **
	Lastre / Cascajo		150 - 0				24 - 30	6 - 15	<3	Mejoramiento de suelos. **
Nombre Genérico	Nombre Local	Norma Técnica*	Tamaño (mm)	(kg/m ³) Suelto	(Kg/m ³)	Absorción Po (%)	Abrasión L.A. (%)	Usos		
Roca Muro	Piedra Bala seleccionada		300 - 100	1400 - 1550	2500 - 2700	3 - 5	22 - 28	Hormigones cicl—peos, muros, rellenos estructurales.		
	Escollera		1500 - 400	1400 - 1550	2500 - 2700	2 - 4	22 - 28	Hormigones cicl—peos, muros, rellenos estructurales, rompeolas.		

* ASTM o MOP

** Granulometría parcial que debe ser complementada

na = no aplicable





DOSIFICACIONES APLICABLES EN LA PREPARACIÓN DE HORMIGONES CON PIEDRA Y ARENA HOMOGENEIZADAS DE PICOAZÁ Y EL CHORRILLO

Resistencia Especificada f'c 28 días (MPa)	Dosificación kg./m ² de hormigón				Densidad del hormigón (kg/m ³)
	Agua total*	Cemento Rocafuerte IP	Piedra Homog.	Arena Homog.	
17.6	220	318	1012	675	2225
20.5	222	360	1045	640	2265
23.5	225	395	1060	585	2265
27.5	227	436	1065	550	2280
34.3	230	506	1080	500	2315

* Asentamiento: 100 ± 25 mm

Tipo: Vertido directo

DOSIFICACION POR VOLUMEN APARENTE

Resistencia Especificada (MPa)	Agua total* (litros)	Cemento IP (Kg)	Piedra Homogeneizada		Arena Homogeneizada	
			# partihuelas	(cm)	# partihuelas	(cm)
17.6	34.5	50	4	40x40x20	2	40x40x20
20.5	30.8	50	4	40x40x18	2	40x40x18
23.5	28.5	50	4	40x40x15	2	40x40x15
27.5	26.0	50	3	40x40x20	2	40x40x15
34.5	22.7	50	3	40x40x18	1	40x40x20

* Agua Total = Aridos Secos; descontar humedad en los mismos

NOTAS:

1. (*) El agua usada debe ser limpia. Se debe descontar la humedad de los áridos.
2. Es muy importante mezclar bien los componentes para obtener un hormigón homogéneo.
3. Las dosificaciones que aquí se consignan son una buena guía para lograr hormigones de buena calidad, siempre que la mezcla, el vaciado y curado cumplan con las exigencias técnicas posteriormente explicadas.



Certificado de Producto

Autor:	Técnico de Control de Calidad	Revisa:	Coordinador Control de Calidad	Aprueba:	Coordinador Control de Calidad
Doc ID:	ACB0-H00-RC27	Revisión:	6		



Cemento Hidráulico para Uso General Tipo GU

El Cemento Holcim Rocafuerte Tipo GU es un cemento hidráulico que se fabrica bajo la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2380. Esta norma establece los requisitos de desempeño que deben cumplir los cementos hidráulicos y los requisitos de acuerdo a sus propiedades específicas.

Especificaciones técnicas

Fecha Reporte	04-01-2013
Periodo de analisis	01-12-2012 a 01-01-2013

Requisitos Químicos

La composición química para el cemento no está especificada en la NTE INEN 2380, sin embargo los constituyentes individuales molidos y mezclados para producirlo son analizados.

Requisitos Físicos

	INEN 2380	Valor
Cambio de longitud por autoclave, % máximo	0.80	0.020
Tiempo de fraguado, método de Vicat		
Inicial, no menos de, minutos	45	217
Inicial, no más de, minutos	420	324
Contenido de aire del mortero, en volumen, %	A	2.2
Resistencia a la Compresión, mínimo MPa		
1 día	A	8
3 días	13	18
7 días	20	24
28 días	28	31
Expansión en barras de mortero 14 días, % max.	0.02	0.00

NOTAS:

1. La información que consta en el certificado corresponde al promedio de los datos obtenidos en el periodo indicado. Los datos son del cemento típico despachado por Holcim; los despachos individuales pueden variar.
2. La resistencia a 28 días corresponde al promedio del mes anterior.
3. (A) Límite no especificado por la NTE INEN 2380. Resultado reportado sólo como información.
4. (ND) Resultado del ensayo no disponible para el periodo de analisis indicado.

ALMACENAMIENTO:

Almacenar el cemento en ambientes ventilados, sin humedad y cambios bruscos de temperatura. Se recomienda acopios de no más de 10 sacos, aislados del suelo y separados de las paredes. Para cemento a granel se debe contar en obra con silos de al menos 30 toneladas (capacidad promedio de camiones graneleros).

Planta Guayaquil
 Dirección
 Teléfono
www.holcim.com.ec
 Via a Salinas km 18.5
 Guayaquil, Ecuador
 593 4. 3709000
 Servicio al cliente: 04-3709000
 Extensiones: 1130, 1131
 1132, 1112



Myriam Patricia Moreno M.
 Coordinador de Control de Calidad
 Holcim Ecuador S.A. , Planta Guayaquil

Hierro Corrugado



Varillas Soldables

Las varillas soldables (sismo-resistentes) son barras de acero de baja aleación que han recibido un tratamiento térmico controlado durante su proceso de laminación, de alta ductilidad y excelentes propiedades mecánicas.

USOS

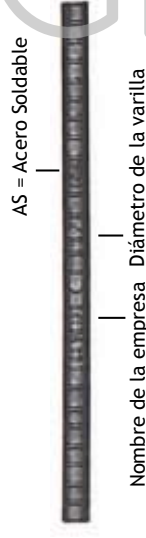
Se utilizan en estructuras de hormigón armado para construcciones de diseño SISMORESISTENTE y donde se requiere empalmes por SOLDADURA.

NORMALIZACIÓN

Las varillas SOLDABLES se fabrican de acuerdo a la norma: NTE-INEN-2167 y ASTM A-706

IDENTIFICACIÓN

Las varillas Andec llevan una identificación exclusiva en toda la longitud de la varilla a una distancia de aproximadamente un metro y consiste en un sobre relieve con los siguientes símbolos:



CERTIFICADOS DE CALIDAD



PROPIEDADES MECÁNICAS

Grado de acero	Fluencia (kg/cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Alargamiento (diámetro) %
A-72 de tracción controlada	4200 (mín)	5600 (mín)	8 - 20 22 - 36 40
	5500 (máx)		14 12 10

REQUISITOS DEL ENSAYO DE DOBLADO FRIO

Diámetro Nominal de las varillas (mm)	Diámetro del mandril
8 - 18	3d
20 - 25	4d
28 - 32	6d
36 - 40	8d

FORMAS DE ENTREGA Y EMBALAJE

Diámetro (mm)	Largo (m)	Forma de entrega	Peso (t)	Tipo
8 hasta 32	6 - 9 - 12	Paquetes	2,5	Corrugado

Otros diámetros se fabrican bajo pedidos

Hierro Corrugado



Electromallas

Las ELECTROMALLAS ANDEC están compuestas por una serie de alambres de acero lisos o conformados que se cruzan perpendicularmente y cuyos puntos de contacto se sueldan por resistencia eléctrica.

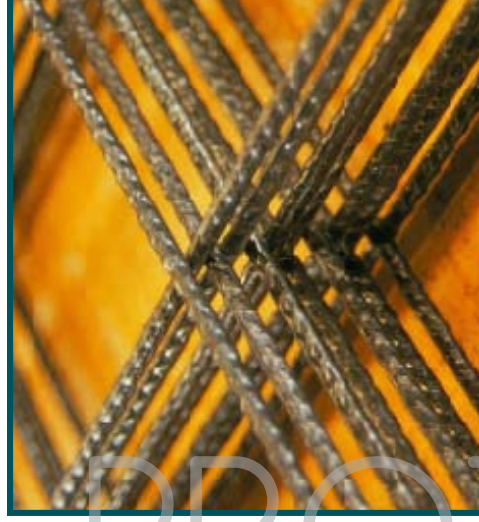
USOS

La rapidez y sencillez de su colocación en obra, hace que las ELECTROMALLAS ANDEC sean imprescindibles para la construcción de:

- Pisos
- Canchas
- Losas
- Muro de Contención
- Paredes
- Depósito
- Piscinas
- Cisternas
- Cerramientos
- Terrazas
- Pistas de aeropuerto
- Decoración

NORMALIZACIÓN

Las ELECTROMALLAS ANDEC se fabrican de acuerdo a lo establecido en las norma NTE-INEN 2209, ASTM A-185 y ASTM A-497.



GAMA DE FABRICACIÓN

Tipo de malla	Separación (mm)		Diámetros (mm)	Peso Nominal Por malla	Área de Acero (cm ² /mt)
	Long.	Transv.			
EMA 4,5 - 10 L-C	10 x 10	10 x 10	4,5 - 4,5	36,000	2,500
EMA 5 - 10 L-C	10 x 10	10 x 10	5 - 5	44,352	3,080
EMA 5,5 - 10 L-C	10 x 10	10 x 10	5,5 - 5,5	53,856	3,740
EMA 6 - 10 L-C	10 x 10	10 x 10	6 - 6	63,936	4,440
EMA 4,5 - 15 L-C	15 x 15	15 x 15	4,5 - 4,5	24,000	1,667
EMA 5 - 15 L-C	15 x 15	15 x 15	5 - 5	29,568	2,053
EMA 5,5 - 15 L-C	15 x 15	15 x 15	5,5 - 5,5	35,904	2,493
EMA 6 - 15 L-C	15 x 15	15 x 15	6 - 6	42,624	2,960
EMA 10 - 15 L-C	15 x 15	15 x 15	10 - 10	113,664	7,893
					5,03 - 5,03

ESPECIFICACIONES MECÁNICAS

Alambre	Fluencia kg/cm ²	Resistencia kg/cm ²	Reducción de área %	NORMA INEN
Liso	4570	5270	30	1510
Conformado	4900	5600		1511

GARANTÍAS

Contamos con los mejores equipos de Ensayos de Materiales. Nuestro sistema de Aseguramiento de la Calidad garantiza la utilización de materia prima y procesos que permiten obtener un producto –óptimo.

SUMINISTROS

Las ELECTROMALLAS ANDEC son producidas en forma plana y comercializadas por unidades de 6.25m x 2.40m.



Maquinas par Soldar



INDURA
Tecnología a su servicio
GASES • SOLDADURAS • EQUIPOS



Indura 180 CV

Conexión a la Red: 110 / 220 volts, 1 Ph, 60 Hz
Salida Nominal: 180 amps AC
Consumo KVA: 7,1 amps
Ciclo de Trabajo: 20%
Voltaje en Vacío: 49 volts
Rango de Amperaje: 20-180 amps
Peso: 16 kg.



Indura 250

Conexión a la Red: 110 / 220 volts, 1 Ph, 60 Hz
Salida Nominal: 250 amps AC
Ciclo de Trabajo: 20%
Voltaje max. en Vacío: 70 volts
Rango de Amperaje: 40-250 amps
Fusible Recomendado: 60 amps
Peso: 52 kg.



Indura 302 AC/DC

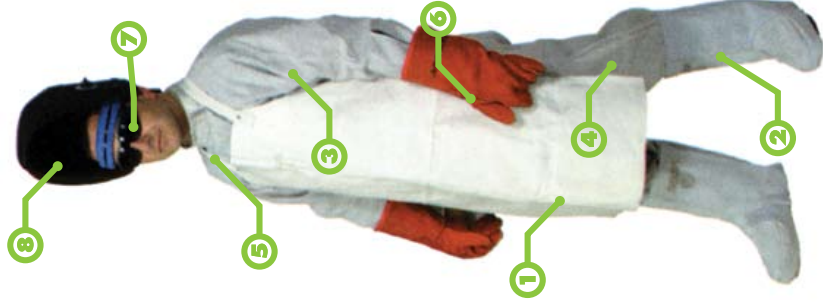
Conexión a la Red: 110 / 220 volts, 1 Ph, 60 Hz
Peso: 75 Kg.
Salidas: 2 AC y 1 DC

Salida 1 AC	Voltaje en Vacío: 52 volts Ciclo de trabajo: 300 amp. al 35% 230 amp. al 60%
Salida 2 AC	Voltaje en Vacío: 70 volts Ciclo de trabajo: 300 amp. al 25% 180 amp. al 60%
Salida 3 DC	Voltaje en Vacío: 70 volts Ciclo de trabajo: 215 amp. al 45% 195 amp. al 60%

Equipos de Protección Personal



INDURA[®]
Tecnología a su servicio
GASES • SOLDADURAS • EQUIPOS



- 1) DELANTAL DE CUERO PARA SOLDAR
- 2) POLAINAS DE CUERO PARA SOLDAR
- 3) MANGAS DE CUERO PARA SOLDAR
- 4) PANTALÓN DE CUERO PARA SOLDAR
- 5) CHAQUETA DE CUERO PARA SOLDAR
- 6) GUANTES API PARA SOLDAR
- 7) GAFAS DE PROTECCIÓN
- 8) CARTA PARA SOLDAR

Cuando se realiza una soldadura al arco, durante la cual ciertas partes conductoras de energía eléctrica están al descubierto, el operador tiene que observar con especial cuidado las reglas de seguridad, a fin de contar con la máxima protección personal y también proteger a las personas que trabajan a su alrededor.

En la mayor parte de los casos, la seguridad es una cuestión de sentido común.

Los principales riesgos de soldadura son: quemaduras y exposición a rayos ultravioletas.

PROTEGIDO

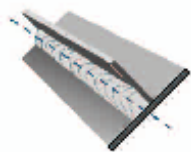
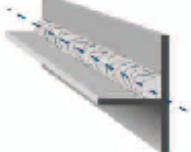

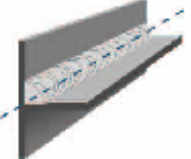

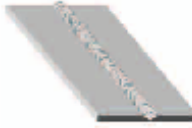

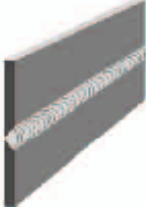



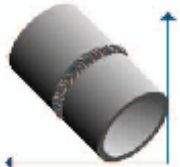
Temas Generales de Soldadura



INDURA
Tecnología a su servicio
GASES • SOLDADURAS • EQUIPOS

POSICIONES EN SOLDADURA

Designación de acuerdo con ANSI/AWS A 3.0-85

Plano	Horizontal	Vertical	Sobrecabeza
Uniones de Filete			
	 1F	 2F	 3F
	 4F		
Uniones de Biseladas			
	 1G	 2G	 3G
			 4G
Uniones de Tuberías			
La tuberías se rota mientras se suelda	 1G		
	 2G		
La tuberías no se rota mientras se suelda		 5G	
			 6G



INDURA
 Tecnología a su servicio
 GASES • SOLDADURAS • EQUIPOS

Temas Básicos de Soldadura

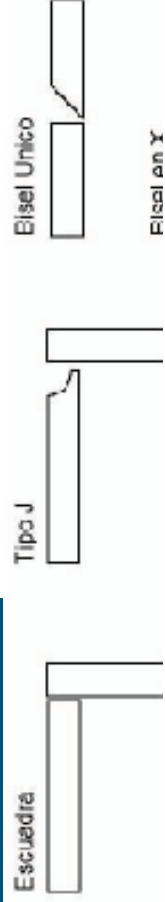
Tipos de Unión



Tipos de Soldadura



Variaciones de Bisel





INDURA
Tecnología a su servicio
GASES • SOLDADURAS • EQUIPOS

SISTEMA ARCO MANUAL

Descripción del Proceso

El sistema de soldadura Arco Manual, se define como el proceso en que se unen dos metales mediante una fusión localizada, producida por un arco eléctrico entre un electrodo metálico y el metal base que se desea unir.

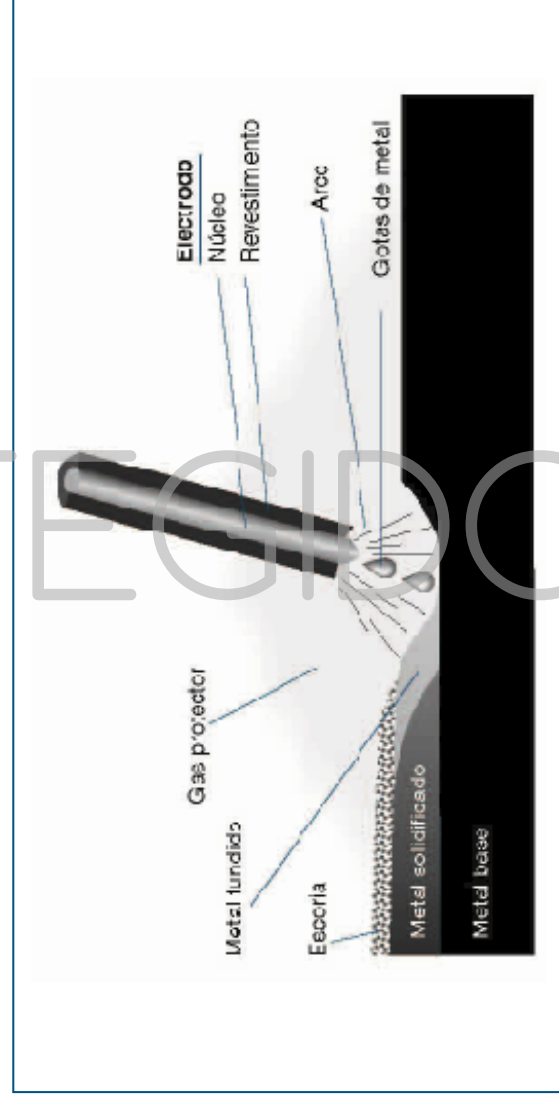
La soldadura al arco se conoce desde fines del siglo pasado. En esa época se utilizaba una varilla metálica descubierta que servía de metal de aporte.

Pronto se descubrió que el oxígeno y el nitrógeno de la atmósfera eran causantes de fragilidad y poros en el metal soldado, por lo que al núcleo metálico se le agregó un revestimiento que al quemarse se gasificaba, actuando como atmósfera protectora, a la vez que contribuía a mejorar notablemente otros aspectos del proceso.

El electrodo consiste en un núcleo o varilla metálica, rodeado por una capa de revestimiento, donde el núcleo es transferido hacia el metal base a través de una zona eléctrica generada por la corriente de soldadura.

El revestimiento del electrodo, que determina las características mecánicas y químicas de la unión, está constituido por un conjunto de componentes minerales y orgánicos que cumplen las siguientes funciones:

1. Producir gases protectores para evitar la contaminación atmosférica y gases ionizantes para dirigir y mantener el arco.
2. Producir escoria para proteger el metal ya depositado hasta su solidificación
3. Suministrar materiales desoxidantes, elementos de aleación e hierro en polvo.



ELECTRODOS INDURA PARA SOLDADURA ARCO MANUAL

INDURA produce en Chile electrodos para soldadura al Arco Manual, utilizando los más modernos y eficientes sistemas de producción, lo que unido a una constante investigación y a la experiencia de su personal, le ha permitido poder entregar al mercado productos de la más alta calidad a nivel internacional.

Fabricación de Electrodos

INDURA utiliza en su Planta de Electrodos el moderno sistema de Extrusión, en que a un "núcleo" o varilla de acero se le aplica un "revestimiento" o material mineral - orgánico, que da al electrodo sus características específicas.



INDURA
Tecnología a su servicio
GASES • SOLDADURAS • EQUIPOS

Número del sufijo para electrodos según AWS.	DESIGNACION DE ELECTRODOS SEGUN NORMA AWS: 5.5-96 DE ACUERDO A SU MAYOR PORCENTAJE DE ELEMENTOS DE ALEACION						
	% de Aleación						
	(Mo)	(Cr)	(Ni)	(Mn)	(Va)	(Cu)	
A1	0.5	-	-	-	-	-	-
B1	0.5	0.5	-	-	-	-	-
B2	0.5	1.25	-	-	-	-	-
B3	1.0	2.25	-	-	-	-	-
B4	0.5	2.0	-	-	-	-	-
B5	1.1	0.5	-	-	-	-	-
B6	0.5	5.0	-	-	-	-	-
B7	0.5	7.0	-	-	-	-	-
B8	1.0	9.0	-	-	-	-	-
B9	1.0	9.0	-	-	0.20	-	0.25
C1	-	-	2.5	1.2	-	-	-
C2	-	-	3.5	1.2	-	-	-
C3	-	-	1.0	1.2	-	-	-
C4	-	-	1.5	1.2	-	-	-
C5	-	-	6.5	0.7	-	-	-
D1	0.3	-	-	1.5	-	-	-
D2	0.3	-	-	1.75	-	-	-
D3	0.5	-	-	1.4	-	-	-
G*	0.2	0.3	0.5	1.0	0.1	-	0.2
M	Ver	AWS	A 5.5-96	-	-	-	-
P1	0.5	0.3	1.0	1.2	-	-	-
W1	-	0.2	0.3	0.5	-	-	0.4
W2	-	0.6	0.6	0.9	-	-	0.5

G* Sólo necesita tener un porcentaje mínimo de uno de los elementos. Requerimientos químicos adicionales pueden acordarse entre el fabricante y el usuario.

ELECTRODOS PARA SOLDAR ACERO AL CARBONO

Procedimiento para soldar Acero al Carbono

Los mejores resultados se obtienen manteniendo un arco mediano, con lo que se logra una fusión adecuada, permitiendo el escape de gases además de controlar la forma y apariencia del cordón.

Para filetes planos y horizontales, conviene mantener el electrodo en un ángulo de 45° respecto a las planchas, efectuar un pequeño avance y retroceso del electrodo en el sentido de avance. Con ello se logra una buena fusión al avanzar, se controla la socavación y la forma del cordón al retroceder al cráter.

Para filetes verticales ascendentes, se mantiene el electrodo perpendicular a la plancha moviéndolo en el sentido de avance. El movimiento debe ser lo

suficientemente rápido y la corriente adecuada para permitir alargar el arco y no depositar cuando se va hacia arriba, para luego bajar al cráter y depositar el metal fundido, controlando la socavación y ancho del cordón.

La soldadura sobre cabeza se ejecuta en forma similar a la horizontal, pero la oscilación en el sentido de avance debe ser mayor para permitir que el metal depositado en el cráter se solidifique.

Cuando se suelda vertical descendente, el cordón de raíz se hace con un avance continuo, sin oscilar, y la fuerza del arco se dirige de tal manera que sujete el baño de fusión. Para los pases sucesivos se puede usar una oscilación lateral.

MANUAL TÉCNICO

DE CONSTRUCCIÓN

Sistema Constructivo M2®

Rev. 01

Agosto 2011

1. EL SISTEMA CONSTRUCTIVO M2®

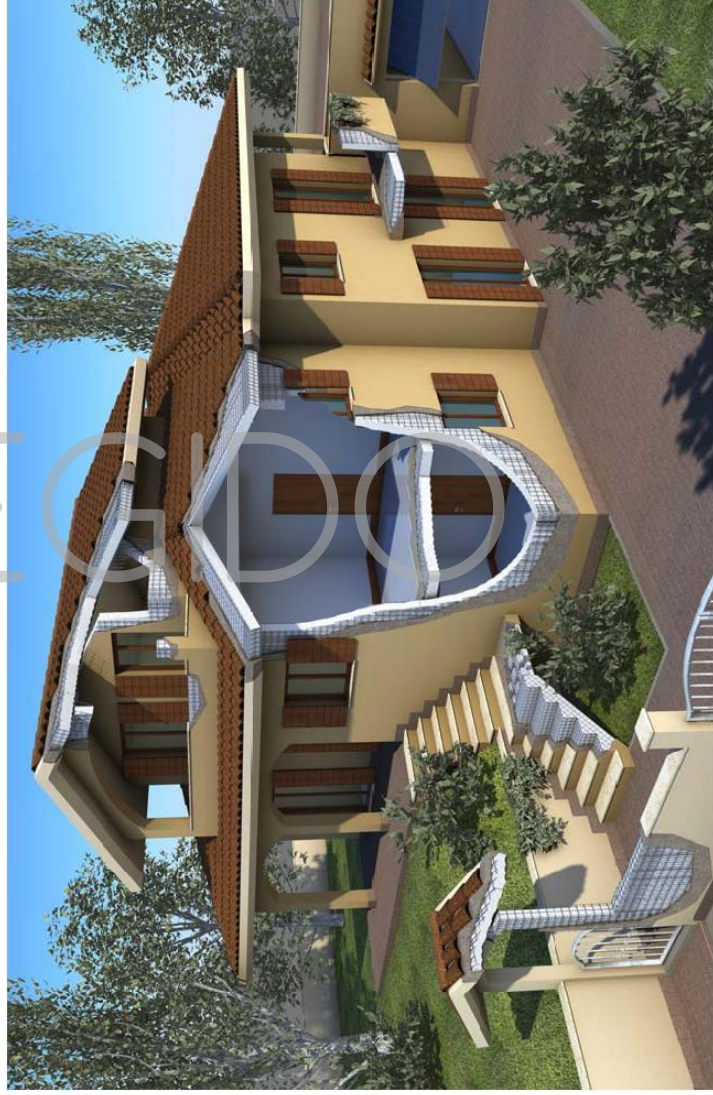
El Sistema Constructivo M2® es un innovador sistema constructivo sismorresistente, basado en un conjunto de paneles estructurales de poliestireno expandido ondulado, con una armadura básica adosada en sus caras, constituida por mallas de acero galvanizado de alta resistencia, vinculadas entre sí por conectores de acero electro-soldados.

Estos paneles colocados en obra según la disposición arquitectónica de muros, tabiques y losas, son completados "in situ" mediante la aplicación de mortero, a través de dispositivos de Impulsión neumática. De esta manera, los paneles conforman los elementos estructurales de cerramiento vertical y horizontal de una edificación, con una capacidad portante que responda a las solicitaciones de su correspondiente cálculo estructural.








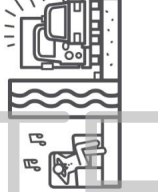



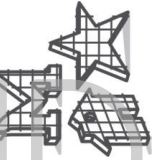

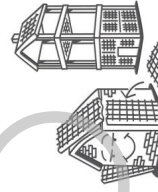
La modularidad del sistema favorece una absoluta flexibilidad de proyecto y un elevado poder de integración con otros sistemas de construcción.

La simplicidad de montaje, extrema ligereza y facilidad de manipulación del panel, permiten la ágil ejecución de cualquier tipología de edificación para uso habitacional, industrial o comercial.

En resumen, las estructuras con el Sistema Constructivo M2® pueden ser realizadas de manera simple y rápida, no requiere mano de obra ni equipos o herramientas especializadas y puede ser utilizado en cualquier ubicación geográfica ofreciendo las mismas ventajas estructurales y de aislación termo-acústica.



2. VENTAJAS

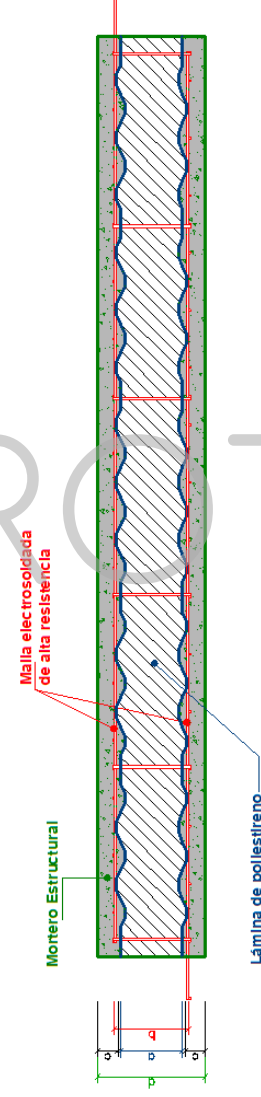
	Sostenibilidad y Ahorro Energético		Resistencia a Sismos
	Ligereza y Fácil Manipuleo		Resistencia a vientos
	Menor Tiempo de Instalación		Resistencia a Explosiones
	Reducción de Costos		Aislamiento Acústico
	Versatilidad		Aislamiento Térmico
	Capacidad Portante		Variedad de Acabados
	Resistencia al fuego		Compatibilidad con otros sistemas.

a. ELEMENTOS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO M2®

ELEMENTOS PRINCIPALES

El sistema se fundamenta en un panel portante, aislante térmico y acústico, cuya función estructural está garantizada por dos mallas de acero galvanizado electro-soldadas, unidas entre sí a través de conectores dobles de acero, que encierran en su interior una placa de poliestireno expandido (EPS).

El espesor del panel, el diámetro y espaciamiento del tramado de la malla de acero, dependen de la aplicación que vaya a tener el panel en la edificación.

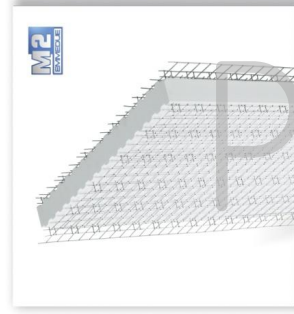


TIPO	APLICACIÓN	Ø DEL ALAMBRE	TRAMADO	RESISTENCIA DEL MORTERO REQUERIDA
PSM C (Panel Simple Modular de Cerramiento)	Aplicaciones en estructuras mixtas Cerramientos	Longitudinal: 2.4 mm Transversal: 2.4 mm	Longitudinal: 7.5 cm Transversal: 15 cm	Entre 90 kg/cm ² y 110 kg/cm ²
			Longitudinal: 7.5 cm Transversal: 7.5 cm	210 kg/cm ²
PSM E (Panel Simple Modular Estructural)	Construcción integral de edificaciones Losas de cubierta Conformación de gradas	Longitudinal: 2.4 mm Transversal: 2.4 mm	Longitudinal: 7.5 cm Transversal: 7.5 cm	210 kg/cm ² para la carpeta superior de compresión o la que resulte del cálculo estructural.
			Longitudinal: 7.5 cm Transversal: 7.5 cm	210 kg/cm ² para la carpeta inferior.

Además del panel PSM, el Sistema Constructivo M2® cuenta con otros elementos que complementan y amplían las aplicaciones del sistema y permiten dar soluciones integrales a los proyectos de construcción. A continuación se presentan los diferentes elementos adicionales (ver documento Información Técnica Casa Pronta para mayores detalles).



PANEL SIMPLE
(muros y losas hasta 6 m)



PANEL SIMPLE HP
(doble malla por cara)



PANEL DOBLE



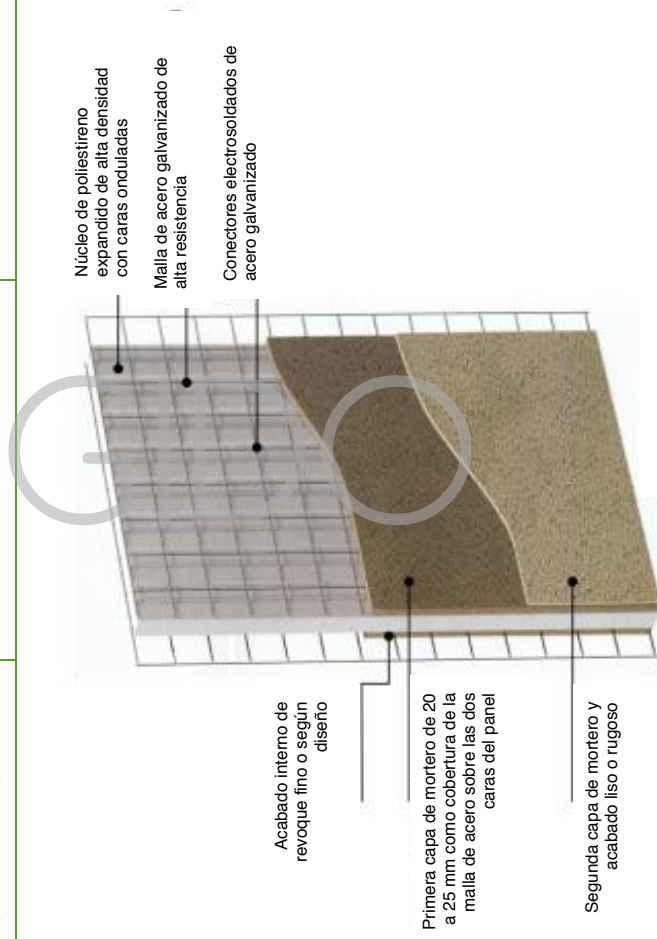
PANEL LOSA
(luz hasta 9.5 m)



PANEL ESCALERA

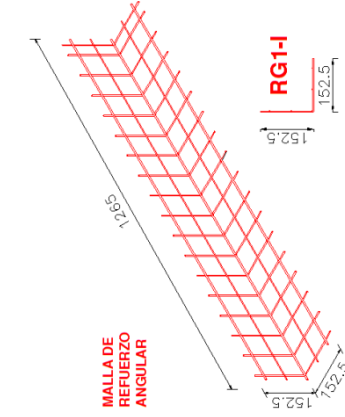


PANEL DESCANSO



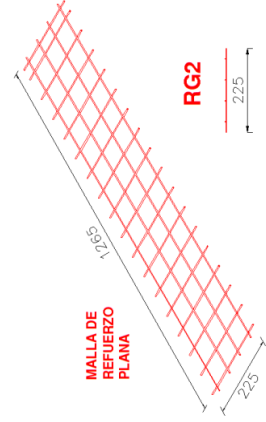
ELEMENTOS ADICIONALES

Las mallas de refuerzo se fabrican con alambre de acero galvanizado de alta resistencia, de 2.4 y 3.0 mm de diámetro. Se utilizan para reforzar losas, vanos de ventanas y puertas, esquinas o uniones en ángulo, asegurando la continuidad de la malla estructural de acero. También se emplean para reconstituir mallas cortadas, o simplemente como refuerzo estructural adicional. Se fijan al panel con amarres realizados con alambre de acero o grapas.



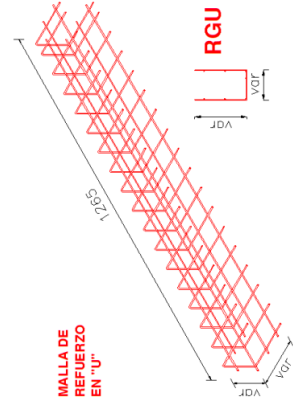
Esta malla refuerza las uniones muro-losta y las uniones muro-muro.

Se colocan tanto en la parte interior como en la exterior de las uniones.

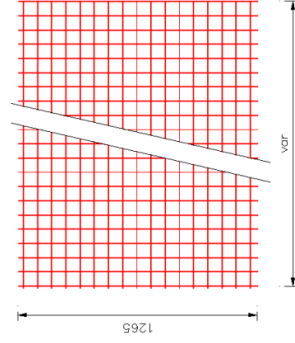


Es utilizada en el reforzamiento de los vértices de las ventanas y puertas, donde se coloca diagonalmente con una inclinación de 45°.

También es útil para empalmes entre paneles y aquellos lugares donde se ha cortado la malla por algún motivo.



Se utiliza para como remate o refuerzo de los paneles de borde de puertas y ventanas o en aleros que requieren refuerzo adicional.



Esta malla se utiliza como refuerzo adicional en losas o paredes.

b. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PANEL / COMPONENTES	CARACTERÍSTICA	UNIDAD	ESTÁNDAR
PANEL	Ancho estándar	mm	1200
	Largo estándar	mm	Variable hasta 9000
	Espesor de placa de EPS	mm	Variable de 40 hasta 200
	Profundidad de la onda convexa	mm	12
	Separación de la onda	mm	75
	Espesor de capa de mortero estructural	mm	Según diseño estructural
	Densidad nominal	Kg/m ³	Variable de 15 a 25
	Absorción de agua	Kg/m ²	0,028
	Conductividad térmica	W/m °C	0,037
	Resistividad al vapor	Mm Hg m ² día/g cm ²	0,15
POLIESTIRENO EXPANDIDO - EPS -	Tensión de compresión al 10% de deformación	s ₁₀ (Kg/cm ²)	≥ 50
	Resistencia a la flexión	s _{el} (Kg/cm ²)	≥ 100
	Dimensión de tramado	mm	75 x 75
	Límite de fluencia (Fy)	Kg/cm2	≥ 6500
ARMADURA (MALLA)	Espesor del alambre de acero	mm	2.4 – 3.0
	Ala para traslape en junta entre paneles	mm	65
	Intensidad de corriente para electro solda		
	Resistencia a la compresión (F'c)	Kg/cm ²	Según diseño estructural
	Relación agua – cemento máxima	r	Según diseño del mortero
	Tamaño máxima de la partícula del agregado ²	mm	8
	Relación volumétrica de cemento - agregado	R	Según diseño del mortero
	Aditivo para mortero proyectado	--	Libre de álcalis
	Tamaño máximo de fibra polipropileno	mm	12 (preferible menor)
	Adición de fibra de polipropileno de 12 mm	Kg/saco cemento	≥ 0.03 s/diseño del mortero
Fuerza de compactación neumática mínima	Lt aire / min	300 a 350	

(1) Se puede utilizar mortero prefabricado. En este caso, se deberá seguir la especificación del fabricante respecto de la cantidad de agua de amasado, adiciones y otros detalles inherentes.

(2) Utilizar como referencia la curva granulométrica establecida por el departamento técnico, para mortero.

c. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

A continuación se lista, a manera de referencia, las herramientas y equipos mínimos necesarios para la ejecución de un proyecto utilizando el Sistema M2®, sin que esta sea limitativa o suficiente para todos los casos.

FLEXOMETRO	WINCHA	TIRALINEAS DE TIZA
		
<p>ESCUADRA METALICA</p> 	<p>HILO PLASTICO</p> 	<p>LAPIZ DE CARPINTERO</p> 
<p>TALADRO</p> 	<p>COMBO</p> 	<p>MARCADOR DE FIBRA</p> 
<p>CIZALLA</p> 	<p>SIERRA DE DIENTES FINOS</p> 	<p>AMOLADORA</p> 

<p>NIVEL DE MANO</p> 	<p>NIVEL DE AGUA</p> 	<p>PLOMADA DE ALBAÑIL</p> 
<p>TENAZAS</p> 	<p>GANCHO Y ALAMBRE DE AMARRE</p> 	<p>GRAPADORA</p> 
<p>ANDAMIOS</p> 	<p>PUNTALES</p> 	<p>SOLERAS</p> 

<p>PISTOLA DE AIRE CALIENTE O SOPLETE</p> 	<p>PALAS</p> 	<p>BALDE DE ALBAÑIL</p> 
<p>MEZCLADORA</p> 	<p>CARRETIILLA</p> 	<p>COMPRESORA</p> 
<p>REVOCADORAS MANUALES</p> 	<p>BOMBA DE IMPULSIÓN NEUMÁTICA</p> 	<p>PISTOLA PARA PROYECTADO CONTINUO</p> 

GUIAS METALICAS O PLASTICAS	REGLA METALICA	FROTACHO DE MADERA
		

Las cantidades mínimas de las herramientas y equipos a ser utilizados en un proyecto dependerá de la experiencia de la empresa, el conocimiento de los procesos constructivos involucrados, el número de grupos de trabajo que se desea emplear en correspondencia con el cronograma de ejecución.

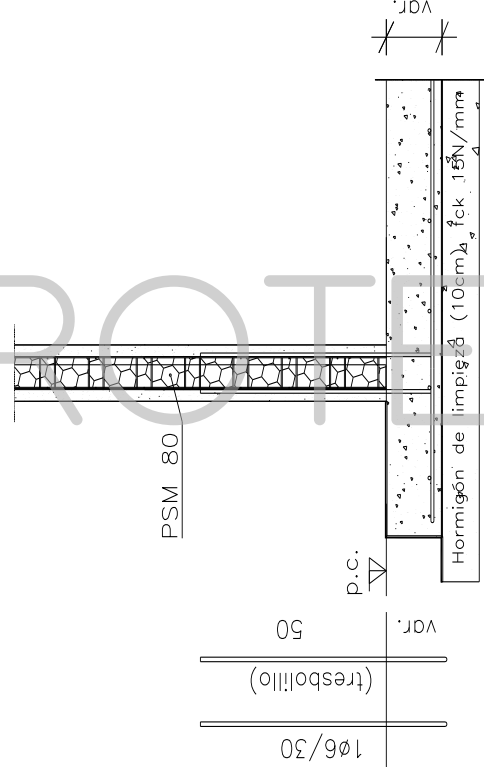
Sugerencias sobre estas cantidades y el personal necesario para la ejecución de los distintos proyectos pueden ser requeridas a nuestro departamento técnico.

3. DETALLES CONSTRUCTIVOS GENERALES

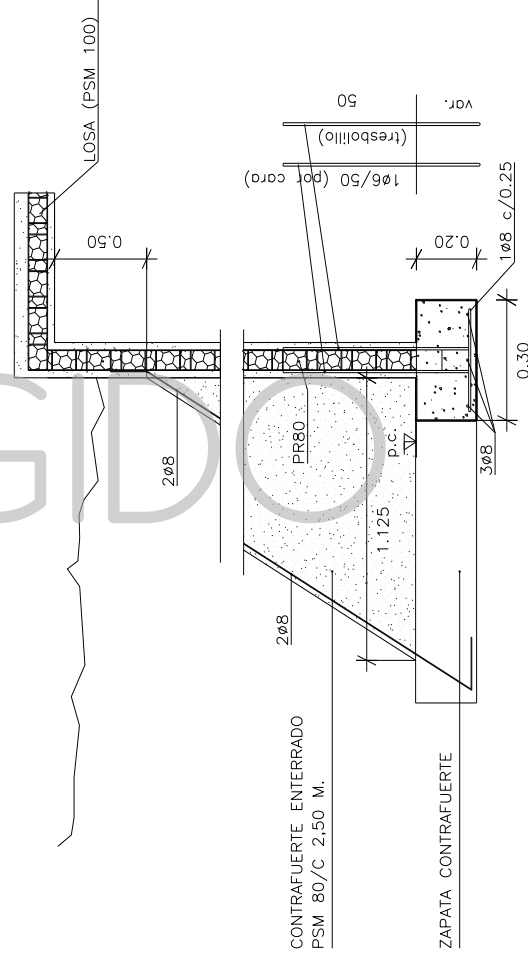
En esta sección se presenta una serie de detalles constructivos que pretenden mostrar la mayor parte de las situaciones que pueden presentarse en un proyecto, sin intentar cubrir la totalidad de casos posibles.

Casos no contemplados en este Manual pueden ser consultados a nuestro Departamento Técnico.

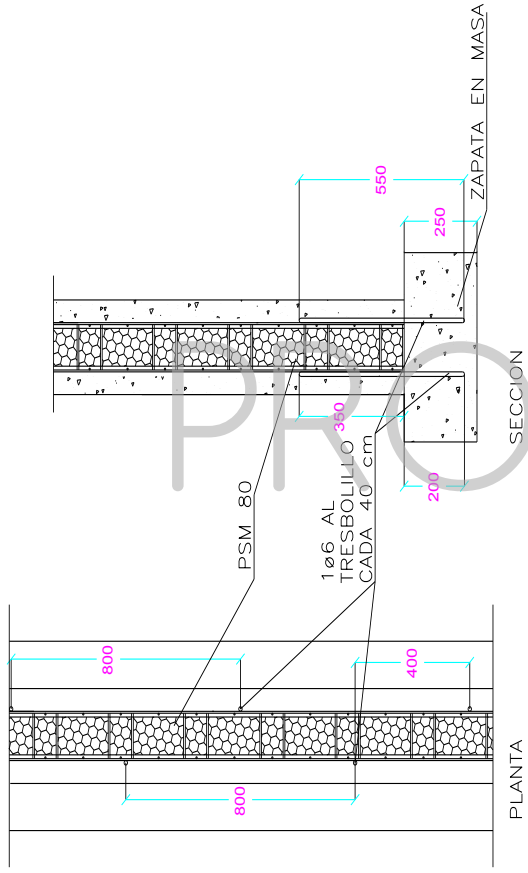
UNIÓN A LA CIMENTACIÓN



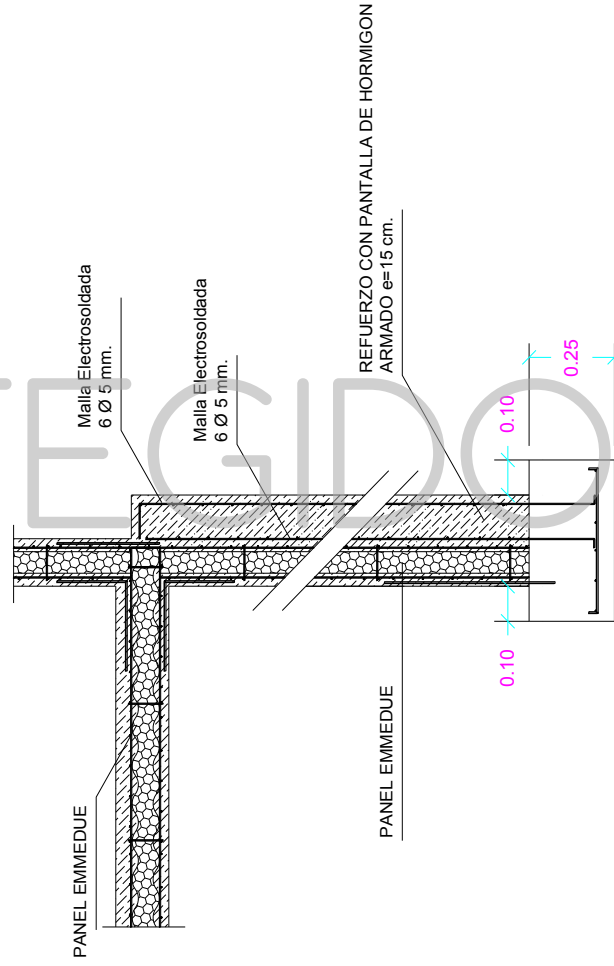
CIMENTACIÓN CON CONTRAFUERTE



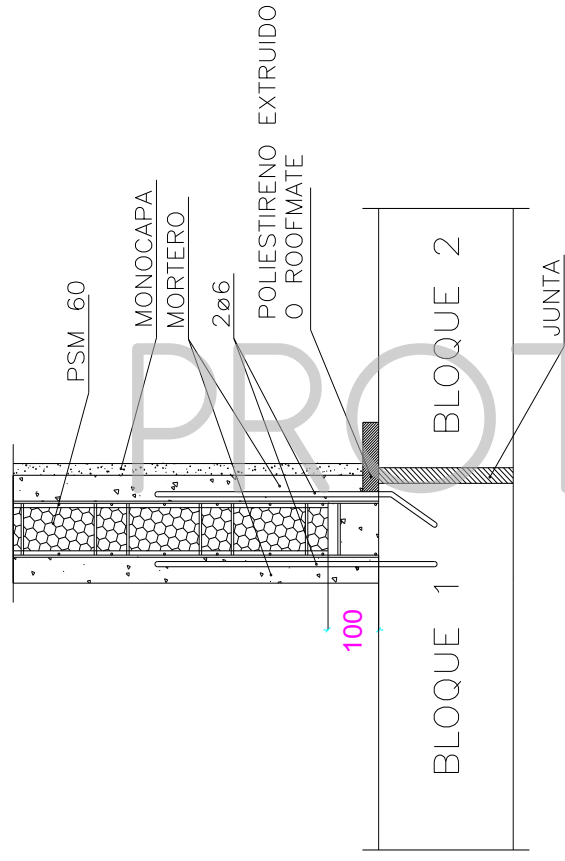
ANCLAJE ENTRE MURO Y CIMENTACIÓN



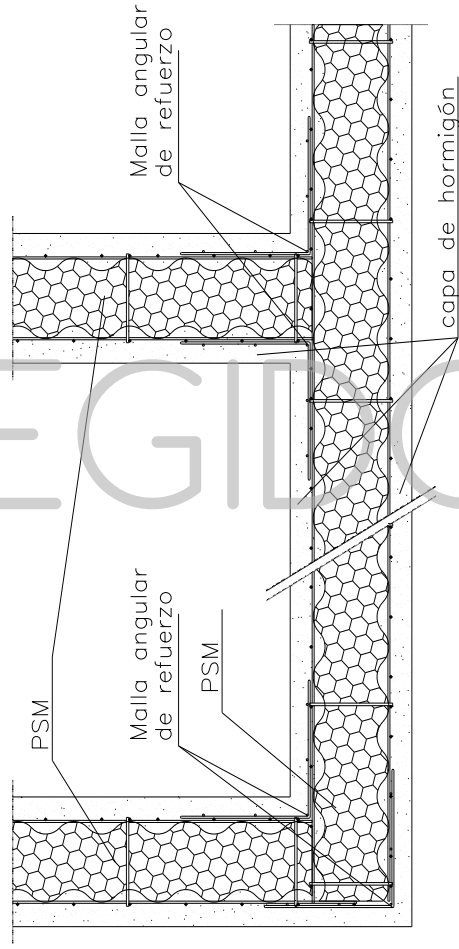
DETALLE CON MURO DE CONTENCIÓN DE HºAº ADOSADO



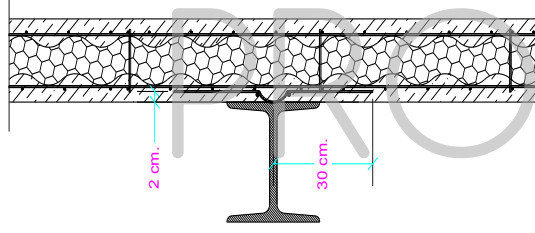
DETALLE DE JUNTA CONSTRUCTIVA



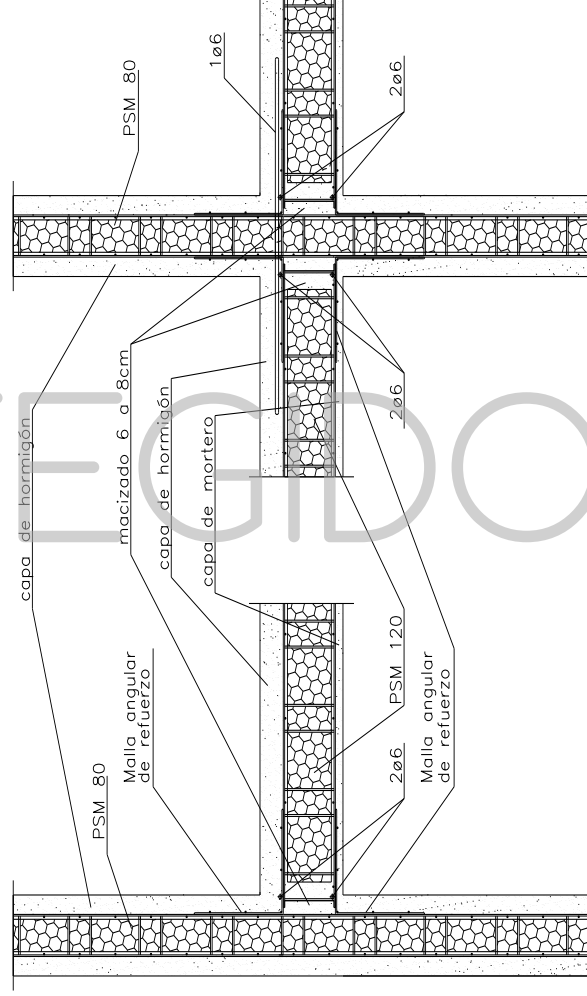
SECCIÓN HORIZONTAL



FIJACIÓN DE PANEL A PILAR METÁLICO

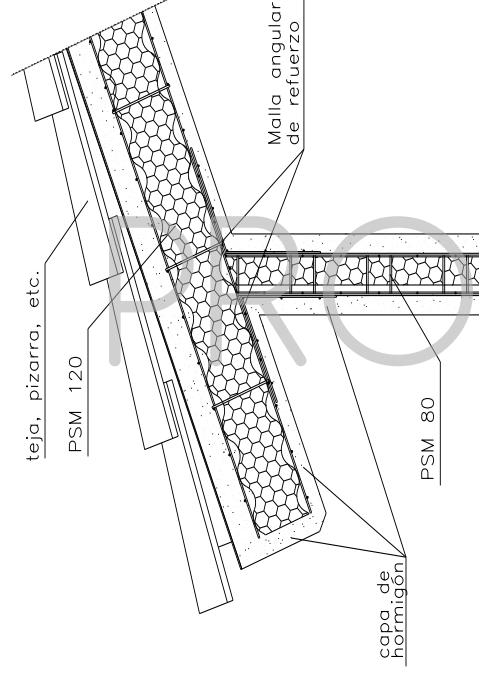


ENCUENTROS ENTRE MURO Y LOSAS

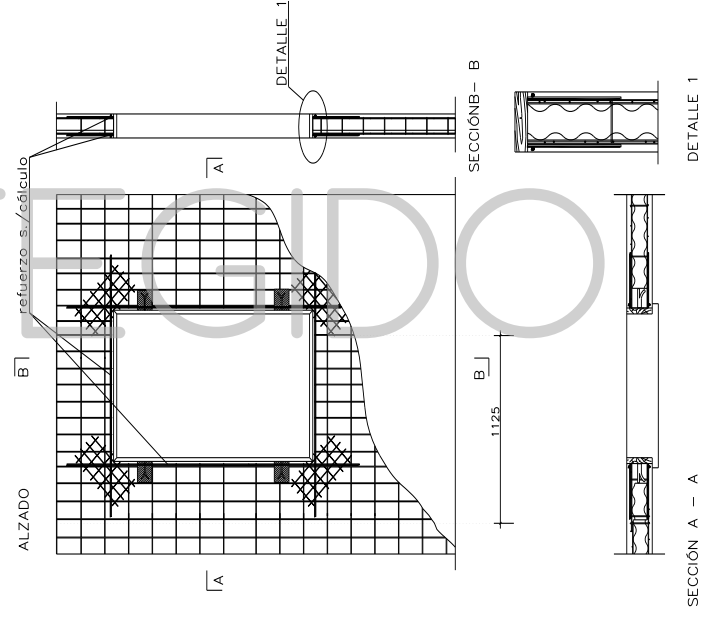


El tipo de panel representado en dibujo en meramente indicativo

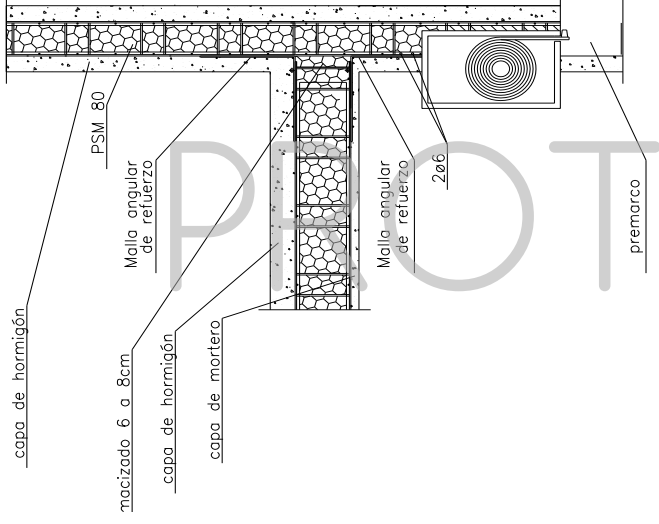
ENCUENTRO ENTRE MURO Y CUBIERTA INCLINADA



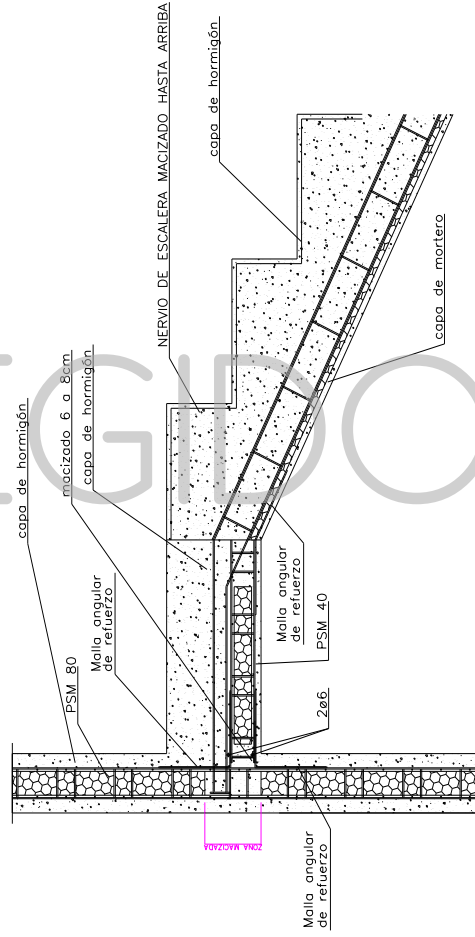
HUECOS DE VENTANAS



PERSIANAS

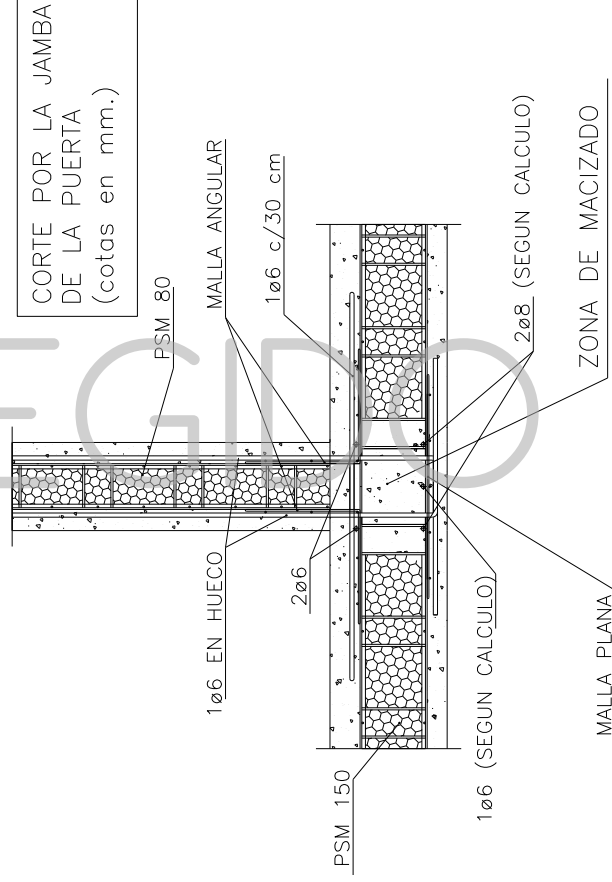
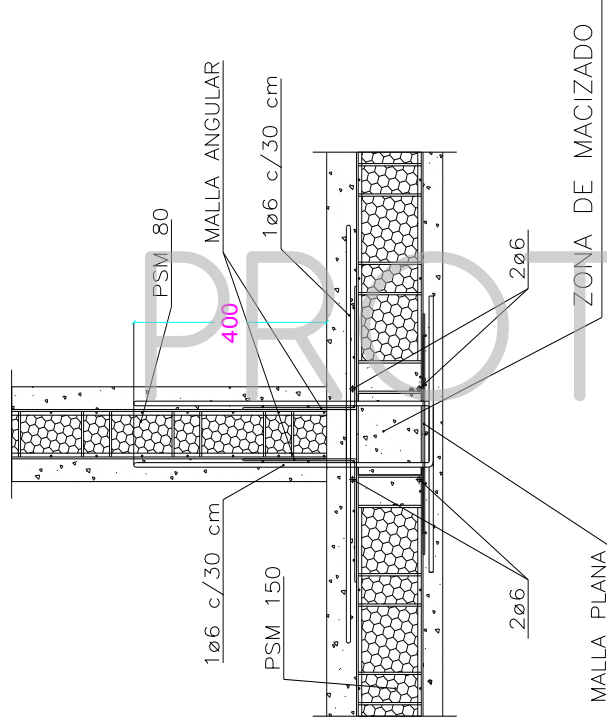


ENCUENTRO TIPO ESCALERA CON MURO

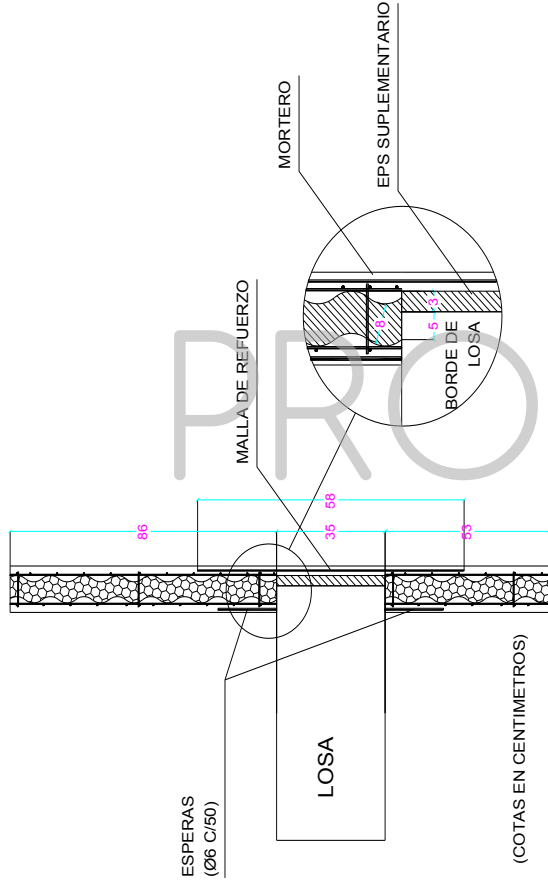


SECCION POR NERVIO DE ESCALERA

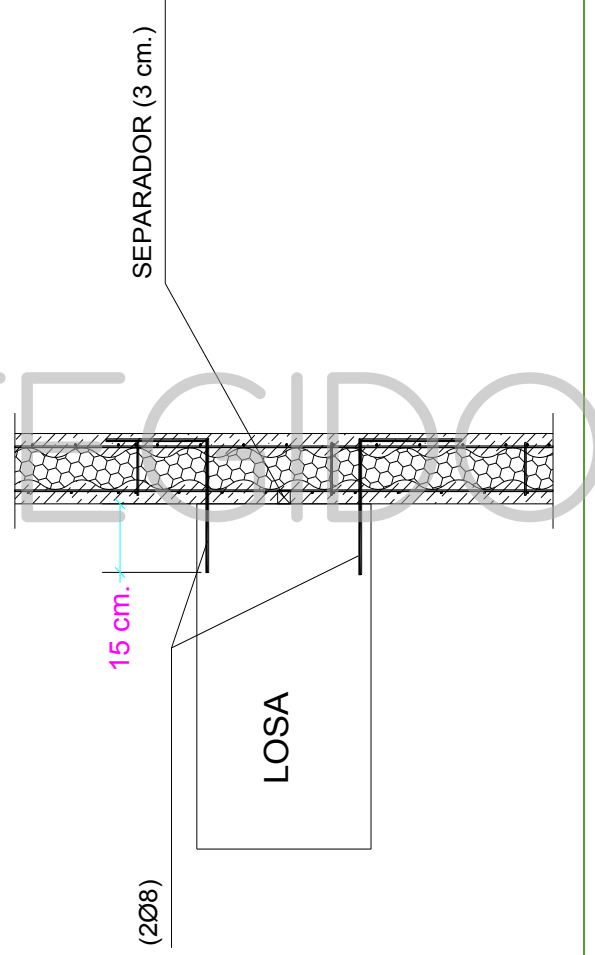
LOSA SUSPENDIDA DE MURO ACTUANDO COMO VIGA



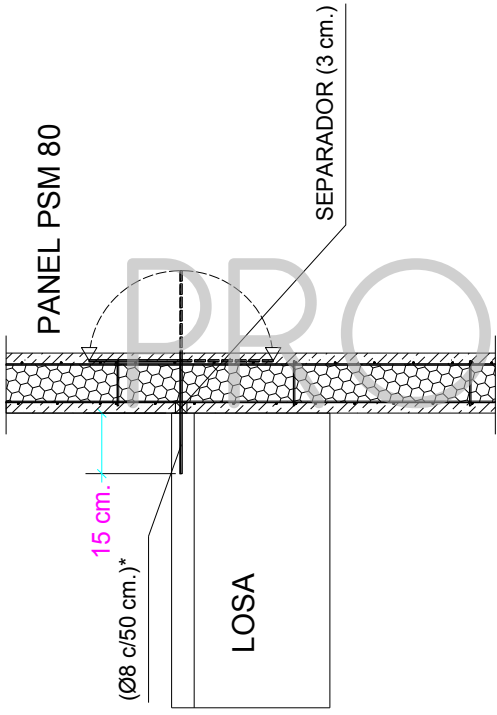
PANEL SUSPENDIDO DE LOSA



PANEL PASANTE POR LOSA 1

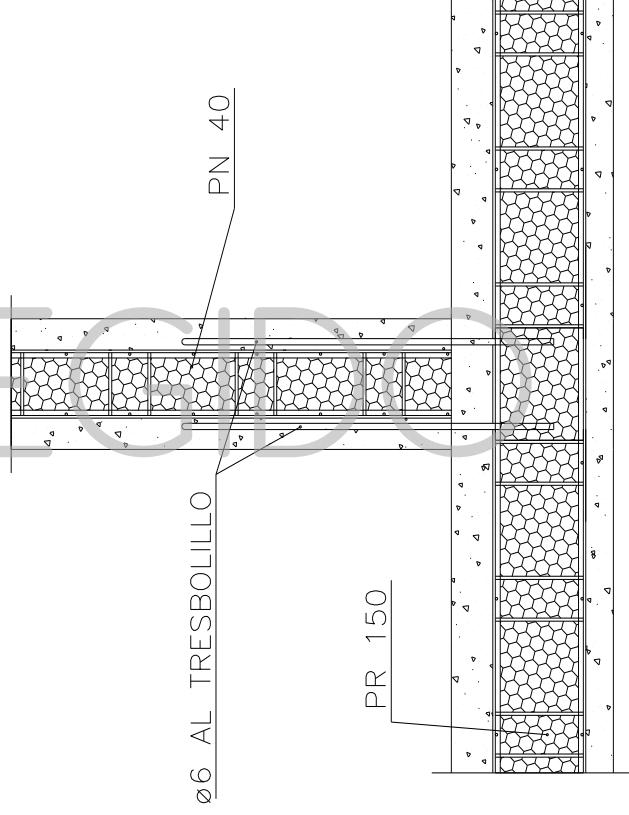


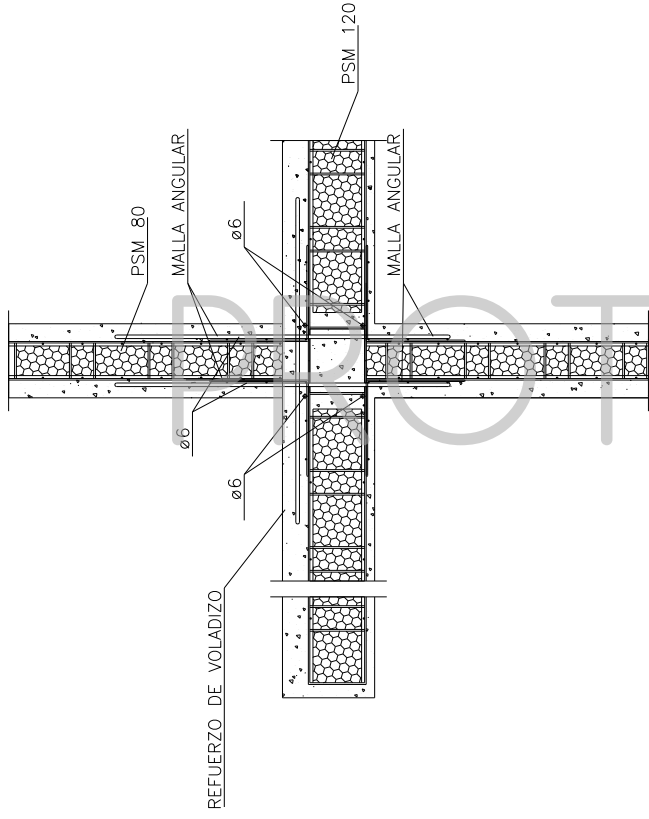
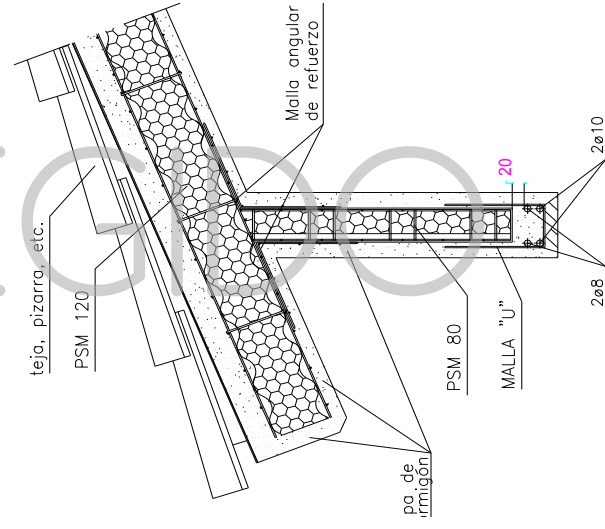
PANEL PASANTE POR LOSA 2



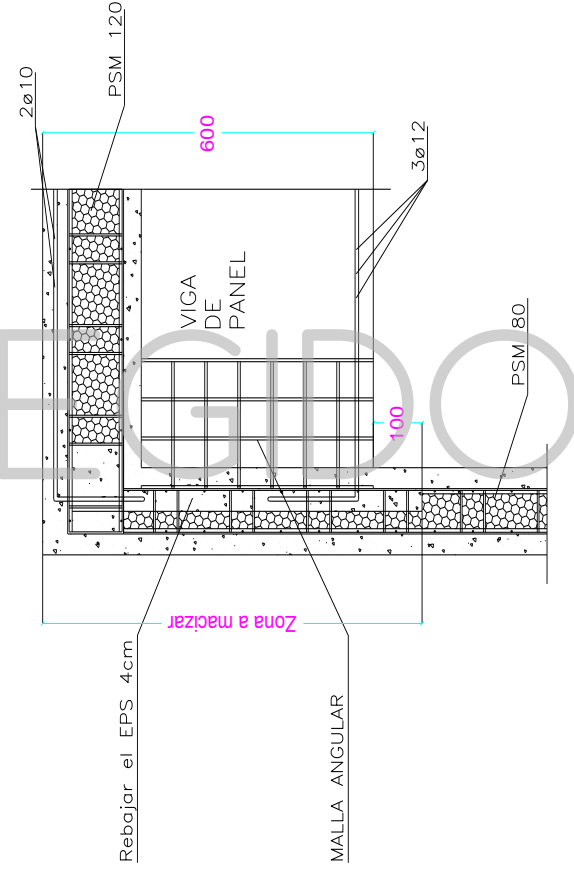
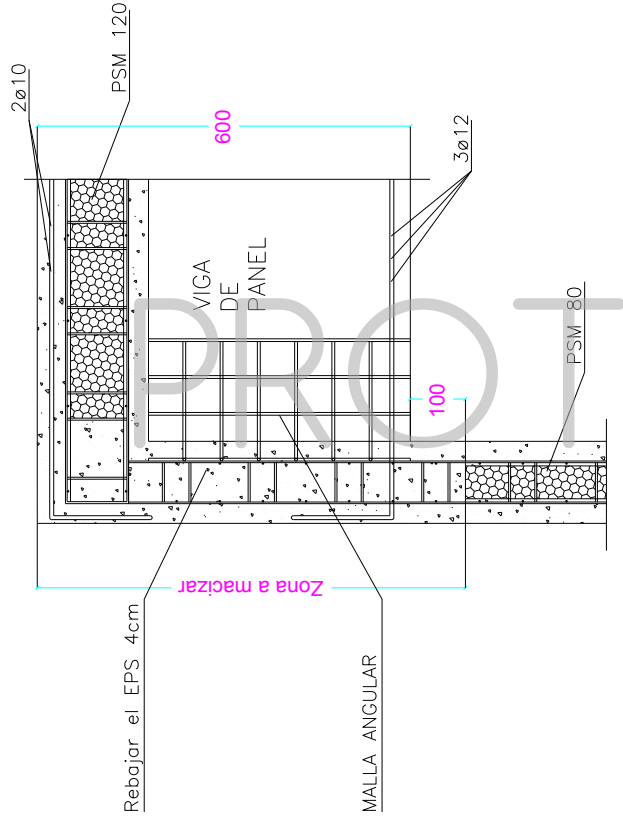
*Se doblarán alternativamente hacia arriba y hacia abajo como se muestra en el detalle.

TABIQUE QUE NACE DE LOSA

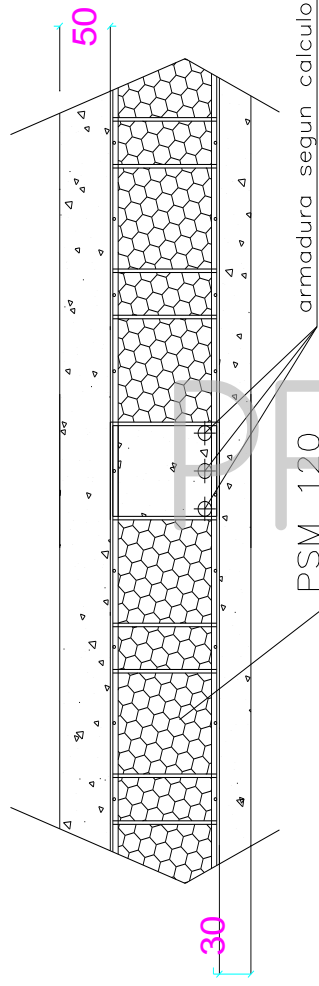


VOLADIZO EN MURO CON CONTINUIDAD**VIGA CARGADERO EN CUBIERTA INCLINADA**

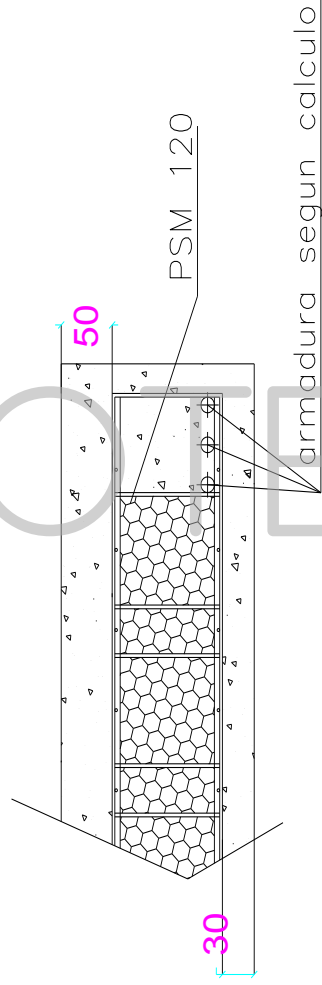
ENCUENTRO VIGA - MURO



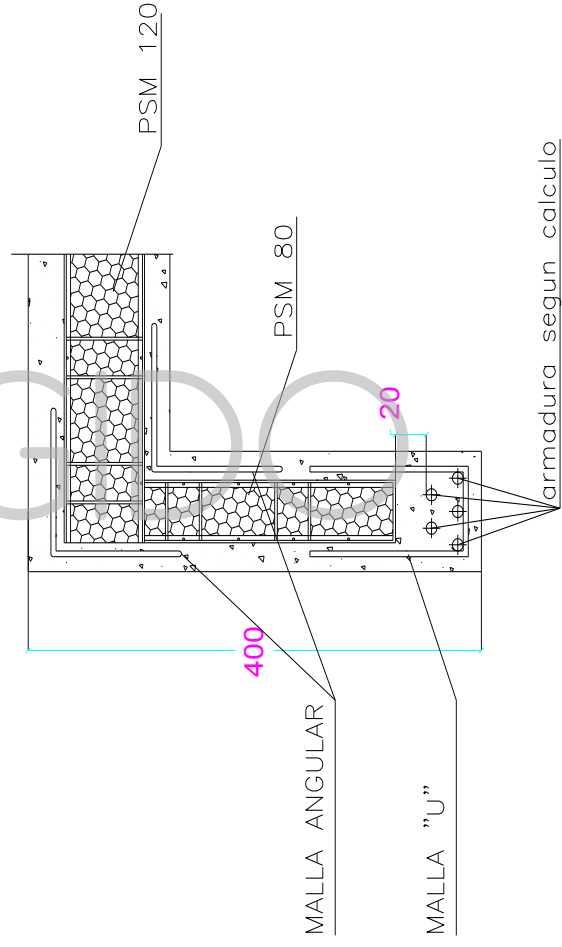
VIGA PLANA ARMADA A POSITIVOS



VIGA DE BORDE PLANA ARMADA A POSITIVOS



VIGA DE BORDE DE CANTO



5. ESTÁNDARES DE RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA

La simplicidad del sistema constructivo M2® permite alcanzar rendimientos óptimos en tiempos relativamente cortos. Las siguientes tablas pueden servir de un parámetro de los estándares de rendimiento que se pueden alcanzar, y que se pueden usar al momento de presupuestar un proyecto, o de planificar su ejecución.

5.1. INSTALACIÓN INTEGRAL

MONTAJE GENERAL:			
Este conjunto de tareas involucra todos los trabajos necesarios previos a la proyección neumática del mortero estructural (HH = Horas-hombre).			
TAREA	MUROS	LOSAS	CUBIERTAS
RENDIMIENTO OPTIMO (HH/m ²)			
Replanteo sobre cimientos	0.011		
Corte previo de paneles	0.120	0.120	0.120
Colocación de andajes	0.023		
Montaje de paneles verticales (muros)	0.457		
Montaje de paneles horizontales (losas o cubiertas)		0.150	0.150
Colocación de refuerzos	0.250	0.150	0.150
SUBTOTAL	0.861	0.420	0.420

PROYECCIÓN DE MORTERO - TERMINACIÓN:			
Comprende la totalidad de las tareas de aplicación del mortero estructural en dos pasadas, y su terminación con frotacho de madera.			
TAREA	MUROS	LOSAS	CUBIERTAS
RENDIMIENTO OPTIMO (HH/m ²)			
Colocación de guías de espesor proyectado	0.100	0.100	0.100
Proyección en muros	0.400		
Apuntalamiento de losas ó cubiertas		0.120	0.120
Proyección 1ra. Capa inferior losa/cubierta		0.400	0.400
Vaciado de capa de compresión		0.140	0.140
Terminación cieloraso		0.533	0.533
SUBTOTAL	0.500	1.293	1.293
TOTAL	1.361	1.713	1.713

5.2 INSTALACION DE PANELES PARA CERRAMIENTO

MONTAJE GENERAL:		
Este conjunto de tareas involucra todos los trabajos necesarios previos a la proyección neumática del mortero (HH = Horas-hombre).		
TAREA	RENDIMIENTO OPTIMO (HH/m ²)	EXTERIOR
Replanteo sobre losas existentes	0.053	0.053
Corte previo de paneles	0.100	0.100
Colocación de anclajes en columnas y losas	0.053	0.053
Montaje de paneles	0.320	0.320
Colocación de refuerzos	0.167	0.167
SUBTOTAL	0.693	0.693

PROYECCIÓN DE MORTERO - TERMINACIÓN:		
Comprende la totalidad de las tareas de aplicación del mortero cementicio en dos pasadas, y su terminación con frotacho de madera.		
TAREA	RENDIMIENTO OPTIMO (HH/m ²)	EXTERIOR
Colocación de guías de espesor proyectado	0.100	0.100
Proyección 1ra capa	0.190	0.190
Proyección 2da capa y frotachado	0.190	0.190
Incidencia andamiaje exterior		0.200
SUBTOTAL	0.480	0.680
TOTAL	1.173	1.373

IMPORTANTE: Casa Pronta S.A. y EMMEDUE se reservan el derecho de modificar cualquier información contenida en este documento sin previo aviso y el uso de la misma es completa responsabilidad del usuario, debiendo verificar las recomendaciones técnicas realizadas para cada proyecto específico.

Bloques Rocafuerte Livianos



Bv-14

Largo : 57 cm
 Altura : 14 cm
 Espesor : 19 cm
 Peso Seco : 11,2 Kg.
 Resistencia MPA : 2
 Requerimiento : 5 u / ml
 Descripción : Bloque de hormigón liviano
 Utilización : En losas con viguetas del sistema Prefa
 Producido en : Planta Guayaquil
 Unid. x paletas 1.22x1.22 : 96



Bv-19

Largo : 57 cm
 Altura : 19 cm
 Espesor : 19 cm
 Peso Seco : 12,2 Kg.
 Resistencia MPA : 2
 Requerimiento : 5 u / ml
 Descripción : Bloque de hormigón liviano
 Utilización : En losas con viguetas del sistema Prefa
 Producido en : Planta Guayaquil
 Unid. x paletas 1.22x1.22 : 72



LL-14

Largo : 39 cm
 Altura : 19 cm
 Espesor : 14 cm
 Peso Seco : 9,1 Kg.
 Resistencia MPA : 2
 Requerimiento : 12,5 / m²
 Descripción : Bloque de hormigón liviano
 Utilización : Cajonetas para losas alivianadas con cinco caras tapadas
 Producido en : Planta Guayaquil
 Unid. x paletas 1.22x1.22 : 120



PROTEGIDO



Bloques Rocafuerte Livianos



LL-19

Largo : 39 cm
Altura : 19 cm
Espesor : 19 cm
Peso Seco : 10,5 Kg.
Resistencia MPa : 2
Requerimiento : 12,5 / m²
Descripción : Bloque de hormigón liviano
Utilización : Cajonetas para losas alivianadas con cinco caras tapadas
Producido en : Planta Guayaquil y Machala
Unid. x paletas 1.22x1.22 : 90



LL-25

Largo : 39 cm
Altura : 19 cm
Espesor : 25 cm
Peso Seco : 12,6 Kg.
Resistencia MPa : 2
Requerimiento : 12,5 u / m²
Descripción : Bloque de hormigón liviano
Utilización : Cajonetas para losas alivianadas con cinco caras tapadas
Producido en : Planta Guayaquil y Quito
Unid. x paletas 1.22x1.22 : 69



PL-1ST-6

Largo : 39 cm
Altura : 19 cm
Espesor : 6,5 cm
Peso Seco : 6 Kg.
Resistencia MPa : 2
Requerimiento : 12,5 / m²
Descripción : Bloque de densidad especial, alivianado
Utilización : Paredes livianas en interiores, divisorias en pisos altos.
Producido en : Planta Guayaquil
Unid. x paletas 1.22x1.22 : 255



Bloques Rocafuerte Livianos



PL-6

Largo : 39 cm
 Altura : 19 cm
 Espesor : 6,5 cm
 Peso Seco : 6 Kg.
 Resistencia MPa : 3
 Requerimiento : 12,5 / m²
 Descripción : Bloque de hormigón liviano
 Utilización : Paredes livianas de 6,5 cm de espesor en interiores, en pisos altos.
 Producido en : Planta Guayaquil y Machala
 Unid. x paletas 1.22x1.22 : 255



TL-6

Largo : 19 cm
 Altura : 19 cm
 Espesor : 6,5 cm
 Peso Seco : 2,95 Kg.
 Resistencia MPa : 3
 Requerimiento : 25 u / m²
 Descripción : Traba de hormigón liviano
 Utilización : Remate de paredes trabadas con bloques PL-6
 Producido en : Planta Guayaquil
 Unid. x paletas 1.22x1.22 : 540



PL-1ST-9

Largo : 39 cm
 Altura : 19 cm
 Espesor : 9 cm
 Peso Seco : 7,2 Kg.
 Resistencia MPa : 2
 Requerimiento : 12,5 / m²
 Descripción : Bloque de densidad especial, alivianado
 Utilización : Paredes livianas en interiores y en pisos altos
 Producido en : Planta Guayaquil
 Unid. x paletas 1.22x1.22 : 180



Bloques Rocafuerte Livianos



PL-9

Largo
Altura
Espesor
Peso Seco
Resistencia MPa
Requerimiento
Descripción
Utilización

: 39 cm
: 19 cm
: 9 cm
: 7 Kg.
: 3
: 12,5 / m²
: Bloque de hormigón liviano.
: Paredes livianas de 9 cm de espesor
en exteriores, interiores y en pisos altos
: Plantas Guayaquil y Machala
Producido en
Unid. x paletas 1.22x1.22 : 180



TL-9

Largo
Altura
Espesor
Peso Seco
Resistencia MPa
Requerimiento
Descripción
Utilización

: 19 cm
: 19 cm
: 9 cm
: 3,6 Kg.
: 3
: 25 u / m²
: Traba de hormigón liviano
: Remate de paredes trabadas
con bloques PL-9
: Planta Guayaquil
Producido en
Unid. x paletas 1.22x1.22 : 360



PL-14

Largo
Altura
Espesor
Peso Seco
Resistencia MPa
Requerimiento
Descripción
Utilización

: 39 cm
: 19 cm
: 14 cm
: 9,2 Kg.
: 4
: 12,5 u / m²
: Bloque de hormigón liviano
: Paredes livianas de 14 cm. de espesor.
Alta resistencia para interiores,
exteriores y en pisos altos
: Planta Guayaquil y Machala
Producido en
Unid. x paletas 1.22x1.22 : 120



Bloques Rocafuerte Livianos



TL-14

Largo
Altura
Espesor
Peso Seco
Resistencia MPa
Requerimiento
Descripción
Utilización

: 19 cm
: 19 cm
: 14 cm
: 4,8 Kg.
: 4
: 25 u / m²
: Traba de hormigón liviano
: Remate de paredes trabadas
: con bloques PL -14
: Planta Guayaquil
Producido en
Unid. x paletas 1.22x1.22 : 240



PL-19

Largo
Altura
Espesor
Peso Seco
Resistencia MPa
Requerimiento
Descripción
Utilización

: 39 cm
: 19 cm
: 19 cm
: 13,2 Kg.
: 4
: 12,5 u / m²
: Bloque de hormigón liviano
: Pared liviana de 19 cm. espesor,
alta resistencia, exteriores, interiores
y muros
: Planta Guayaquil y Machala
Producido en
Unid. x paletas 1.22x1.22 : 90



TL-19

Largo
Altura
Espesor
Peso Seco
Resistencia MPa
Descripción
Utilización

: 19 cm
: 19 cm
: 19 cm
: 7,2 Kg.
: 4
: Traba de hormigón liviano
: Remate de paredes trabadas
: con bloques PL -19
: Planta Guayaquil
Producido en
Unid. x paletas 1.22x1.22 : 180



PROTEGIDO

| 10.7. Ordenanza para sector VIA A LA COSTA

PROTEGIDO

M. I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL
EL M. I. CONCEJO CANTONAL DE GUAYAQUIL

CONSIDERANDO

QUE, con fecha 5 de Agosto del 2000, se publicó por la prensa la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del Cantón Guayaquil, la misma que derogó las normas de edificación vigentes a la fecha, sobre la base de la necesidad de armonizar la normativa de edificación y construcción a la normativa urbanística de la Ordenanza del Plan Regulador de Desarrollo Urbano de Guayaquil, cuerpo legal que prevalece en la materia;

QUE, con fechas 24 de septiembre del 2001, 14 de junio del 2002 y 23 de mayo del 2003, y 6 de marzo del 2005, entraron en vigencia a partir de las referidas fechas de publicación, cuatro Ordenanzas que han reformado parcialmente la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del Cantón Guayaquil publicada el 5 de Agosto del 2000;

QUE, el crecimiento de la ciudad fundamenta revisiones y reformas a la normativa urbanística, lo que se acredita con las precitadas reformas;

QUE, dentro de los fines esenciales del Municipio, en el Art. 12, numeral 3) de la Ley Orgánica de Régimen Municipal, le corresponde el planificar e impulsar el desarrollo físico del cantón, sus áreas urbanas y rurales;

QUE, dentro de las funciones primordiales del Municipio, en el Art. 15, numeral 7) de la Ley Orgánica de Régimen Municipal, al Municipio le corresponde el control de construcciones;

QUE, dentro de los deberes y atribuciones generales del Concejo Municipal, en el Art. 64, numerales, 1) y 3) de la Ley Orgánica de Régimen Municipal, respectivamente, se le faculta ejercer la facultad legislativa cantonal a través de Ordenanzas; dictar acuerdos o resoluciones, de conformidad con sus competencias; determinar las políticas a seguirse y fijar las metas de la Municipalidad; y, dirigir el desarrollo físico del Cantón y la ordenación urbanística, de acuerdo con las previsiones especiales de esta Ley y las generales sobre la materia;

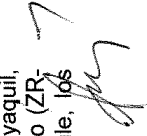
QUE, la revisión de los Planes Reguladores, de los cuales las Ordenanzas son parte integrante, se encuentra prescrita en el Art. 232, numeral 3) de la Ley Orgánica de Régimen Municipal.

EN ejercicio de las atribuciones y facultades que le confiere los artículos 228 de la Constitución Política de la República, en concordancia con lo establecido en los artículos 1 y 64 numeral 14) de la Ley Orgánica de Régimen Municipal.

EXPIDE

La ORDENANZA QUE REFORMA A LA ORDENANZA SUSTITUTIVA DE EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES DEL CANTÓN GUAYAQUIL.

ARTÍCULO 1.- En el documento denominado **Anexo 4 (Cuadros de Normas de Edificación)**, a que hace referencia el **Art. 4. Documentos Complementarios** de la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del Cantón Guayaquil, agréguese dos nuevos cuadros denominados Zona Residencial Dos punto Uno (ZR-2.1) Vía a la Costa y Zona Residencial Dos punto Dos (Z.R.-2.2) Vía a Daule, los mismos que se incorporan como Anexos a la presente Ordenanza.



M. I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

"ORDENANZA QUE REFORMA A LA ORDENANZA SUSTITUTIVA DE EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES DEL CANTÓN GUAYAQUIL"

Estos nuevos cuadros serán aplicables en las subzonas que se describen en el siguiente artículo.

ARTÍCULO 2. En el plano que constituye el denominado Anexo 1: Plano de subzonas de la ciudad de Guayaquil y de sus áreas de expansión, a que hace referencia en el **Art. 4 Documentos Complementarios** de la referida Ordenanza, se reforman únicamente las denominaciones de la subzona ZR-2 para el sector urbano de la vía Guayaquil-Salinas y de la subzona ZR-2 para el sector de la vía Guayaquil-Daule que no se encuentren desarrolladas.

En consecuencia, en el sector urbano de la vía Guayaquil-Salinas las dos nuevas denominaciones de las subzonas serán ZR-2 y ZR-2.1, y en el sector urbano de la vía Guayaquil-Daule, las tres nuevas denominaciones de las subzonas serán ZR-2, ZR-2.1 y ZR-2.2.

Para los desarrollos de urbanizaciones, regirán los cuadros adjuntos a esta Ordenanza.

ARTÍCULO 3.- A fin de mantener la armonía en las dos zonas cuyas normativas se reforman, cuando el desarrollo urbanístico se realice por medio de edificaciones individuales destinadas para viviendas, que conforman un conjunto residencial sujeto al régimen de propiedad horizontal, cada edificación individual se levantará sobre una superficie de terreno no inferior a ciento ochenta metros cuadrados en el sector de la vía Guayaquil-Salinas, y a ciento sesenta metros cuadrados en el sector de la vía Guayaquil-Daule.

Para los casos en que el desarrollo urbanístico se realice a través de bloques o torres destinados a viviendas, integrados por diferentes departamentos sujetos al régimen de propiedad horizontal, se aplicarán los cuadros adjuntos a esta Ordenanza.

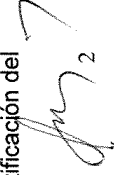
ARTÍCULO 4.- En ningún caso, el área de construcción de cada vivienda unifamiliar, sea esta de una o de dos plantas, podrá ser menor de cien metros cuadrados en el sector de la vía Guayaquil-Salinas, ni menor de setenta y cinco metros cuadrados en la vía Guayaquil-Daule.

Para la determinación de las áreas mínimas de edificación antes mencionadas, se considerará la superficie de construcción comprendida entre la fachada y las paredes laterales y posteriores de la vivienda, excluyendo las obras accesorias, tales como: pérgolas, piscinas, canchas deportivas, estacionamientos abiertos para vehículos, etc.

ARTÍCULO 5.- Añádase un cuarto y un quinto inciso en el Art. 6° de la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del Cantón Guayaquil que digan lo siguiente:

"Los costos de la publicación por la prensa de los reglamentos internos de proyectos de desarrollo urbanístico aprobados por el Concejo Cantonal, serán cubiertos por sus respectivos promotores.

Al efecto, los promotores tendrán el plazo de treinta días improrrogables posteriores a la notificación de la resolución del Concejo Cantonal por la que se aprueba el desarrollo urbanístico, para proceder a la antedicha publicación en uno de los diarios de mayor circulación en la ciudad. De no producirse esta publicación, el Municipio la hará a su costa y procederá a cobrarla por la correspondiente vía coactiva previa notificación del título de crédito correspondiente".





M. I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

"ORDENANZA QUE REFORMA A LA ORDENANZA SUSTITUTIVA DE EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES DEL CANTÓN GUAYAQUIL."

DISPOSICIÓN TRANSITORIA.- Para aquellos desarrollos urbanísticos que hayan obtenido la correspondiente aprobación del M. I. Concejo Cantonal antes de la vigencia de esta Ordenanza y sus reglamentos internos aún no hayan sido publicados por la prensa, deberán acogerse obligatoriamente a lo dispuesto al Art. 5 de esta Ordenanza.

DADO Y FIRMADO EN LA SALA DE SESIONES DEL M. I. CONCEJO CANTONAL DE GUAYAQUIL, A LOS DOS DÍAS DEL MES DE JUNIO DEL AÑO DOS MIL CINCO.


Luis Chiriboga Parra
VICEPRESIDENTE DEL M. I.
CONCEJO CANTONAL


Ab. Henry Cucaión Camacho
SECRETARIO DE LA M. I. MUNICIPALIDAD
DE GUAYAQUIL (E)

CERTIFICO: Que la presente "ORDENANZA QUE REFORMA A LA ORDENANZA SUSTITUTIVA DE EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES DEL CANTÓN GUAYAQUIL", fue discutida y aprobada por el M. I. Concejo Cantonal de Guayaquil, en Sesiones Ordinarias de fechas diecinueve de mayo y dos de junio del año dos mil cinco, en primero y segundo debate, respectivamente.

Guayaquil, 02 de junio del 2005


Ab. Henry Cucaión Camacho
SECRETARIO DE LA M. I. MUNICIPALIDAD
DE GUAYAQUIL (E)

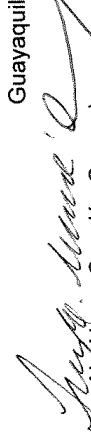
De conformidad con lo prescrito en los artículos 126, 127, 128, 129 y 133 de la Ley Orgánica de Régimen Municipal vigente, **SANCIONO** la "ORDENANZA QUE REFORMA A LA ORDENANZA SUSTITUTIVA DE EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES DEL CANTÓN GUAYAQUIL", y ordeno su PROMULGACIÓN a través de su publicación por uno de los diarios de mayor circulación en el Cantón.

Guayaquil, 02 de junio del 2005


Jaime Nebot Saadi
ALCALDE DE GUAYAQUIL

Sancionó y ordenó la promulgación a través de su publicación en los diarios de mayor circulación en el Cantón, la "ORDENANZA QUE REFORMA A LA ORDENANZA SUSTITUTIVA DE EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES DEL CANTÓN GUAYAQUIL", el señor abogado Jaime Nebot Saadi, Alcalde de Guayaquil, a los dos días del mes de junio del año dos mil cinco.- **LO CERTIFICO.-**

Guayaquil, 02 de junio del 2005


Ab. Henry Cucaión Camacho
SECRETARIO DE LA M. I. MUNICIPALIDAD
DE GUAYAQUIL (E)

ANEXO "B" DE LA ORDENANZA QUE REFORMA A LA ORDENANZA SUSTITUTIVA DE EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES
 ZONA RESIDENCIAL DOS PUNTO UNO (ZR-2.2) VÍA A DAULE

SUB ZONA	CONDICIONES DE ORDENAMIENTO				CONDICIONES DE EDIFICACION							ESTACIONAMIENTO O # DE PLAZAS				
	EN LINEA DE LINDERO		CON RETIROS		CARACTERÍSTICA DE EDIFICACION		CARACTERÍSTICAS DEL LOTE		DENSIDAD NETA		INTENSIDAD DE LA EDIFICACION			RETIROS		
	Con Soportal	Sin Soportal	Alisada	Adosada	Continua	Area (m ²)	Fronte (m)	Hab / Ha	COS	CUS	Frontal		Lateral	Posterior		
ZR-2.2	---	---	---	SI	---	UNIFAMILIAR	MINIMO 180	MINIMO 8	280	0.6	1.40	V.	1.0 ml	2.00 ML	1 por cada vivienda estacionamiento	
Comercio/ Servicio	---	---	SI	---	---	MULTIF	MINIMO 600	MINIMO 20	600	0.6	2.50	V.	1.5 ML	3.00 ML		

Ver Compatibilidad de Uso Anexo No. 3
 V = RETIROS FRONTALES EN VÍAS MAYORES A 30.00 MTS = 5.00 MTS LINEALES
 RETIROS FRONTALES ENTRE 01 A 30.00 MTS = 3.00 MTS LINEALES
 RETIROS FRONTALES EN VÍAS DE HASTA 6.00 MTS = 2.00 MTS LINEALES

[Handwritten signature]



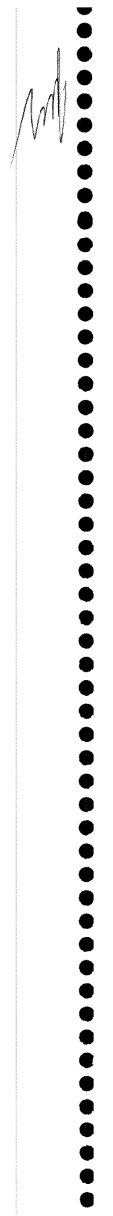
ANEXO "A" DE LA ORDENANZA QUE REFORMA A LA ORDENANZA SUSTITUTIVA DE EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES
 ZONA RESIDENCIAL DOS PUNTO UNO (ZR-2.1) VÍA A LA COSTA

SUB ZONA	CONDICIONES DE ORDENAMIENTO				CONDICIONES DE EDIFICACION							ESTACIONAMIENTO # DE PLAZAS MINIMO				
	EN LINEA DE LINDERO		CON RETIROS		CARACTERÍSTICA DE EDIFICACION		CARACTERÍSTICAS DEL LOTE		DENSIDAD NETA		INTENSIDAD DE LA EDIFICACION			RETIROS MINIMOS		
	Con Soportal	Sin Soportal	Alisada	Adosada	Continua	Area (m ²)	Fronte (m)	Hab / Ha	COS	CUS	Frontal		Lateral	Posterior		
ZR-2.1	---	---	SI	---	---	UNIFAMILIAR	MINIMO 180	MINIMO 9	280	0.6	1.40	V	1.0 ml	2.00 ml	1 por cada vivienda urbana	
Comercio/ Servicio	---	---	SI	---	---	MULTIF	MINIMO 600	MINIMO 25 ml	600	0.6	2.50	V	1.5 ml	3.00 ml	Habitación 2 dormitorios para uso por departamento parqueo por departamento	

Ver Compatibilidad de Uso Anexo No. 3

V = RETIROS FRONTALES EN VÍAS MAYORES A 30.00 MTS = 5.00 MTS LINEALES
 RETIROS FRONTALES ENTRE 01 A 30.00 MTS = 3.00 MTS LINEALES
 RETIROS FRONTALES EN VÍAS DE HASTA 6.00 MTS = 2.00 MTS LINEALES

[Handwritten signature]



ORDENANZA QUE REFORMA A LA ORDENANZA SUSTITUTIVA DE EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES DEL CANTÓN GUAYAQUIL

EL M. I. CONCEJO CANTONAL DE GUAYAQUIL

CONSIDERANDO

QUE con fecha 14 de agosto del 2000, el Concejo Cantonal de Guayaquil, en sesión pública, aprobó la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del Cantón Guayaquil, la cual fue promulgada y publicada en el Boletín Municipal el 14 de agosto del 2000, y en consecuencia, se ha venido aplicando en el territorio cantonal.

QUE el crecimiento de la ciudad Guayaquil, requiere y exige a la normatividad, actualizada, lo que hace necesario que se promueva la actualización de la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del Cantón Guayaquil, en consecuencia, se ha venido aplicando en el territorio cantonal.

QUE el crecimiento de la ciudad Guayaquil, requiere y exige a la normatividad, actualizada, lo que hace necesario que se promueva la actualización de la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del Cantón Guayaquil, en consecuencia, se ha venido aplicando en el territorio cantonal.

QUE el crecimiento de la ciudad Guayaquil, requiere y exige a la normatividad, actualizada, lo que hace necesario que se promueva la actualización de la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del Cantón Guayaquil, en consecuencia, se ha venido aplicando en el territorio cantonal.

Esta ordenanza deberá ser aprobada en el término que se estipula en el siguiente artículo.

ARTÍCULO 1. La presente ordenanza sustituye a la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del Cantón Guayaquil, la cual fue promulgada y publicada en el Boletín Municipal el 14 de agosto del 2000, y en consecuencia, se ha venido aplicando en el territorio cantonal.

El contenido de la presente ordenanza, en el sector urbano de la ciudad Guayaquil, se aplicará a las edificaciones y construcciones que se realicen en el territorio cantonal, en consecuencia, se ha venido aplicando en el territorio cantonal.

ARTÍCULO 2. A la presente ordenanza se le dará vigencia a partir del día 14 de agosto del 2000, en consecuencia, se ha venido aplicando en el territorio cantonal.

Para las disposiciones de esta ordenanza, regirán los cuadros adjuntos a este documento.

ARTÍCULO 3. A la presente ordenanza se le dará vigencia a partir del día 14 de agosto del 2000, en consecuencia, se ha venido aplicando en el territorio cantonal.

Para las disposiciones de esta ordenanza, regirán los cuadros adjuntos a este documento.

ARTÍCULO 4. En el documento denominado "ANEXO A" (Cuadro de Normas de Edificaciones y Construcciones del Cantón Guayaquil), se detallan las disposiciones de esta ordenanza, en consecuencia, se ha venido aplicando en el territorio cantonal.

Para las disposiciones de esta ordenanza, regirán los cuadros adjuntos a este documento.

ARTÍCULO 5. Al presente ordenanza se le dará vigencia a partir del día 14 de agosto del 2000, en consecuencia, se ha venido aplicando en el territorio cantonal.

Para las disposiciones de esta ordenanza, regirán los cuadros adjuntos a este documento.

ANEXO "A"

DE LA ORDENANZA QUE REFORMA A LA ORDENANZA SUSTITUTIVA DE EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES DEL CANTÓN GUAYAQUIL

LÍNEAS DE LINDERO		CON RETIROS		CARACTERÍSTICAS DEL LOTE		CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN		RETIROS MINIMOS									
Carretera	Con Especial	Con Adosada	Con Adosada	Área (m ²)	Perímetro (m)	Minimo (m)	Maximo (m)	COB	CDS	COB	COB	COB	COB	COB	COB	COB	COB
---	SI	---	---	MINIMO 9	MAXIMO 9	200	1.40	V	1.0 m	2.00 m	1.0 m	2.00 m	1.0 m	2.00 m	1.0 m	2.00 m	1.0 m
---	SI	---	---	MINIMO 20	MAXIMO 20	800	6.6	6.96	V	1.5 m	1.5 m	1.5 m	1.5 m	1.5 m	1.5 m	1.5 m	1.5 m
---	---	---	---	MULTIF	MULTIF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Ver Complemento de Uso Anexo No. 3

ANEXO "B"

DE LA ORDENANZA QUE REFORMA A LA ORDENANZA SUSTITUTIVA DE EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES DEL CANTÓN GUAYAQUIL

EN LÍNEA DE LINDERO		CON RETIROS		CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN		RETIROS	
Con Especial	Con Adosada	Con Adosada	Con Adosada	Área (m ²)	Perímetro (m)	Minimo (m)	Maximo (m)
---	---	---	---	MINIMO 9	MAXIMO 9	200	1.40
---	---	---	---	MINIMO 20	MAXIMO 20	800	6.6
---	---	---	---	MULTIF	MULTIF	---	---

Ver Complemento de Uso Anexo No. 3

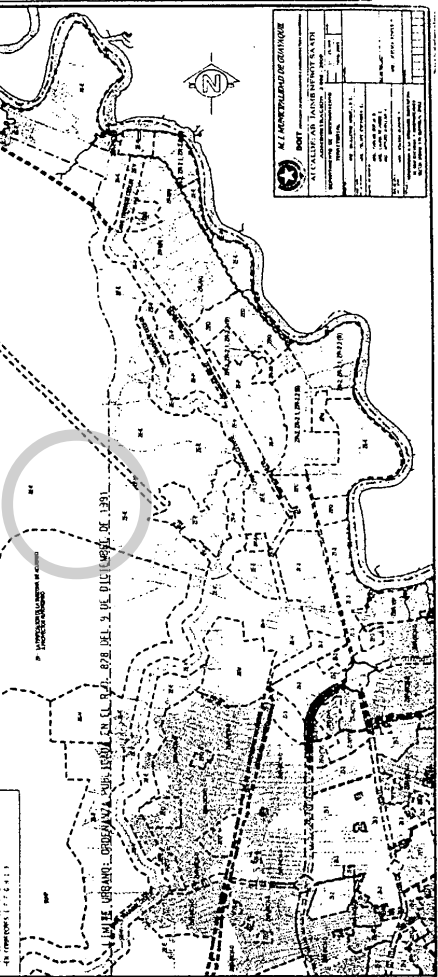
ZONA RESIDENCIAL DOS PUNTO UNO (ZP-21) VÍA LA DAULE

RETROS FRONTALES EN VAS DE HASTA 6.00 MTS - 2.00 MTS LINEALES

RETROS FRONTALES EN VAS DE HASTA 6.00 MTS - 2.00 MTS LINEALES

RETROS FRONTALES EN VAS DE HASTA 6.00 MTS - 2.00 MTS LINEALES

RETROS FRONTALES EN VAS DE HASTA 6.00 MTS - 2.00 MTS LINEALES



| 10.8. Normas INEN

PROTEGIDO



CDU: 721.013

CO 01.05-403

<p>Norma Técnica Ecuatoriana</p>	<p>COORDINACION MODULAR DE LA CONSTRUCCION PANELES VERTICALES SERIE DE DIMENSIONES</p>	<p>INEN 318 1978-01</p>
<p>1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer la serie de dimensiones de los paneles modulares verticales, de acuerdo a su ubicación en edificios que se proyecten y construyan aplicando el sistema de coordinación modular de la construcción.</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplicará a los proyectos y a la construcción de paneles prefabricados u otros que se empleen en la construcción de obras de arquitectura de carácter repetitivo.</p> <p>3. TERMINOLOGIA</p> <p>3.1 <i>Panel modular vertical.</i> Es el panel cuyas dimensiones han sido diseñadas para ocupar un espacio modular y que se utiliza para construir divisiones verticales en el exterior o interior de los edificios.</p> <p>3.2 <i>Panel modular vertical estructural.</i> Panel soportante que cumple una función estructural y que también puede ser de cerramiento o de separación.</p> <p>3.3 <i>Panel modular vertical de cerramiento o de separación.</i> Panel autosoportante que cumple solamente una función de cerramiento o de separación.</p> <p>4. DIMENSIONES</p> <p>4.1 Dimensión vertical</p> <p>4.1.1 La dimensión vertical de los paneles modulares verticales estructurales será igual a la altura modular estructural y se elegirá de la serie generada por la combinación de los módulos 2 M y 3 M, según la fórmula $(p \times 2M) + (q \times 3M)$; siendo p y q dos números enteros positivos o nulos.</p> <p>4.1.2 La dimensión vertical de los paneles modulares, que se proyecten ubicar dentro del perímetro de la estructura, será igual a la altura modular vertical libre interior.</p> <p>4.1.3 La dimensión vertical de los paneles modulares exteriores, que se proyecten ubicar fuera del perímetro de la estructura, será igual a la altura modular de piso a piso y se elegirá de acuerdo a 4.1.1.</p> <p>4.1.4 <i>Pieza de ajuste.</i> Cuando los paneles modulares verticales requieran una pieza de ajuste, la dimensión vertical de ésta será modular. En este caso la dimensión vertical total será igual a la dimensión modular vertical del panel más la pieza de ajuste.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

4.2 Dimensión horizontal.

4.2.1 La dimensión horizontal de los paneles modulares verticales se elegirá de la serie generada por la combinación de los módulos 2M y 3M, según la fórmula $(p \times 2M) + (q \times 3M)$; siendo p y q dos números enteros positivos o nulos.

4.2.2 La dimensión horizontal total, constituida por paneles modulares verticales, será modular y estará formada por la suma de las dimensiones modulares horizontales de los distintos paneles que la conformen más sus piezas de ajuste.

4.2.3 *Pieza de ajuste.* Cuando los paneles modulares verticales requieren de una pieza de ajuste, la dimensión horizontal de ésta será modular.

4.3 Espesor.

4.3.1 El espesor de los paneles modulares verticales menores que el módulo normal M se elegirá de la serie sub-modular 0,1M; 0,2M; 0,3M; 0,4M; 0,5M; 0,6M; 0,8M; 0,9M.

4.3.2 Los espesores de los paneles modulares verticales mayores que el módulo normal M tendrán un incremento sobre la dimensión modular igual a 0,1 M.

4.3.3 El espesor de la pieza de ajuste será modular.

4.3.4 La suma de los espesores de los paneles modulares verticales, considerados en una misma dirección de una planta, será modular.

4.4 Tolerancias

4.4.1 En los paneles modulares verticales se aceptarán las siguientes tolerancias sobre las dimensiones nominales:

dimensión vertical:	— 0,4 %
dimensión horizontal:	— 0,4 %
espesor:	± 1 mm.

4.4.2 La dimensión nominal vertical u horizontal, para cada panel modular vertical, será igual a una dimensión modular.

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

- INEN 308. *Coordinación modular de la construcción. Bases, terminología, simbología y condiciones generales.*
- INEN 310. *Coordinación modular de la construcción. Serie modular normal de medidas.*
- INEN 313. *Coordinación modular de la construcción. Alturas modulares de pisos y locales.*
- INEN 322. *Coordinación modular de la construcción. Vanos y cerramientos modulares.*

Z.2 NORMAS PUBLICADAS SOBRE EL TEMA

- INEN 309. *Coordinación modular de la construcción. Definiciones de componentes de edificios.*
- INEN 311. *Coordinación modular de la construcción. Posición de los componentes de la construcción con relación a la cuadrícula modular de referencia.*
- INEN 312. *Coordinación modular de la construcción. Módulos de proyectos.*
- INEN 314. *Coordinación modular de la construcción. Entrepisos de viviendas.*
- INEN 316. *Coordinación modular de la construcción. Dimensiones modulares de bloques huecos de hormigón.*
- INEN 317. *Coordinación modular de la construcción. Dimensiones modulares de ladrillos cerámicos.*
- INEN 319. *Coordinación modular de la construcción. Elementos para entrepisos. Dimensiones modulares*
- INEN 320. *Coordinación modular de la construcción. Ventanas y puertas. Dimensiones modulares.*
- INEN 321. *Coordinación modular de la construcción. Albañilería modular.*
- INEN 323. *Coordinación modular de la construcción. Instalaciones y locales sanitarios modulares.*
- INEN 324. *Coordinación modular de la construcción. Espacios modulares para escaleras.*
- INEN 325. *Coordinación modular de la construcción. Componentes para forjados modulares.*
- INEN 326. *Coordinación modular de la construcción. Juntas de componentes modulares.*

Z.3 BASES DE ESTUDIO

- Norma chilena Nch 806, E. Of. 71. *Arquitectura y construcción. Paneles prefabricados. Clasificación y requisitos.* INDITECNOR. Santiago, 1970.
- Norma chilena Nch 685 Of. 70. *Arquitectura y construcción. Coordinación modular. Serie normal de dimensiones.* INDITECNOR. Santiago, 1970.
- Norma Chilena Nch 710 Of. 10. *Arquitectura y construcción. Coordinación modular. Alturas libres interiores de entrepisos de viviendas.* INDITECNOR. Santiago, 1970.



CDU: 721.013

CO 01.05-411

Norma Técnica Ecuatoriana	COORDINACIÓN MODULAR DE LA CONSTRUCCION JUNTAS PARA COMPONENTES MODULARES	INEN 326 1978-02
<p data-bbox="443 743 472 858">1. OBJ ETO</p> <p data-bbox="495 300 555 1321">1.1 Esta norma tiene por objeto establecer las definiciones y características de las juntas para componentes modulares.</p> <p data-bbox="584 715 613 887">2. DEFINICIONES</p> <p data-bbox="636 300 696 1326">2.1 Junta. Es el espacio en el que dos o más componentes o conjuntos funcionales se reúnen, fijan y sujetan entre sí, con o sin elementos de unión.</p> <p data-bbox="741 363 770 1326">2.2 Espesor de junta. Es la distancia entre las caras coordinantes de componentes adyacentes (Fig. 1).</p> <p data-bbox="815 300 875 1326">2.3 Perfil de junta. Esta parte de la cara coordinante del componente modular, destinada a relacionarse con la otra cara coordinante (Fig. 1).</p> <p data-bbox="920 300 981 1326">2.4 Desviaciones inducidas. Son las variaciones dimensionales de los componentes, producidas durante el proceso de su fabricación, replanteo y erección, y susceptibles de control estadístico.</p> <p data-bbox="1025 300 1086 1326">2.5 Desviaciones inherentes. Son las variaciones dimensionales propias del uso de los componentes o de los materiales con los cuales están fabricados. Pueden ser reversibles o irreversibles.</p> <p data-bbox="1131 655 1160 959">3. CONDICIONES GENERALES</p> <p data-bbox="1167 284 1227 1326">3.1 Generalidades. Las Juntas absorberán las desviaciones inducidas de los componentes modulares en todos los casos.</p> <p data-bbox="1272 284 1377 1326">3.2 Ajuste modular. Cuando las juntas coincidan con el ajuste modular, absorberán las desviaciones inherentes, reversibles e irreversibles, comportándose, en este caso, como juntas de dilatación, que permitan resolver los siguientes aspectos:</p> <p data-bbox="1400 919 1429 1326">3.2.1 Cambios de temperatura (reversibles).</p> <p data-bbox="1458 683 1487 1326">3.2.2 Cambios de contenido de humedad (reversibles o irreversibles).</p> <p data-bbox="1516 815 1545 1326">3.2.3 Deformaciones elásticas bajo carga (reversibles).</p> <p data-bbox="1574 807 1603 1326">3.2.4 Deformaciones plásticas bajo carga (irreversibles).</p> <p data-bbox="1632 284 1693 1326">3.3 Medidas. Las medidas de las juntas deben establecerse de acuerdo a su función, teniendo en cuenta la mayor variedad de utilización de los componentes modulares para unir y la forma de unión.</p> <p data-bbox="1722 284 1783 1326">3.4 Juntas conformadas. Cuando la junta es conformada, puede haber más de una medida para su espesor, dependiendo ésta de las características de la unión.</p>		

NTE INEN 326

1978-02

3.5 Límites mínimos y máximos. Los límites mínimos y máximos de la medida de espesor de junta deben estar en relación con los materiales y técnicas de construcción utilizados en la junta, y con los límites de variabilidad de las desviaciones inherentes e inducidas de los componentes a unir (ver Figs. 2a, b, c y d).

3.6 Piezas especiales. Las desviaciones pueden resolverse empleando piezas especiales y concentrando el ajuste modular en un determinado punto mediante una junta especial (Fig. 3a y b). Para esto, debe considerarse en qué partes de la construcción son más críticas y establecerse prioridades de ajuste (ver Fig. 4).

NTE INEN 326

1978-02

ANEXO A

A.1 Cuando sea necesario cerrar vanos, cuya distancia entre apoyos presente desviaciones mayores que las del elemento de cerramiento, se recomienda utilizar un número adecuado de componentes, a fin de que las desviaciones puedan ser absorbidas por varias juntas (Fig. 5).

A.2 Serie de componentes livianos yuxtapuestos Cuando los cierres de vanos se resuelvan con una serie continua de componentes livianos yuxtapuestos y sea necesario absorber desviaciones, puede proveerse, para tal objeto, de un componente especial al final de la serie (Fig. 6).

A.3 Juntas para componentes mayores. Cuando por motivos de diseño no pueda realizarse lo establecido en A.1 y en A.2 y se requieran uno o más componentes mayores, se recomienda fijar juntas especiales para permitir variaciones adecuadas de ajuste modular (Figs. 7 a y 7 b).

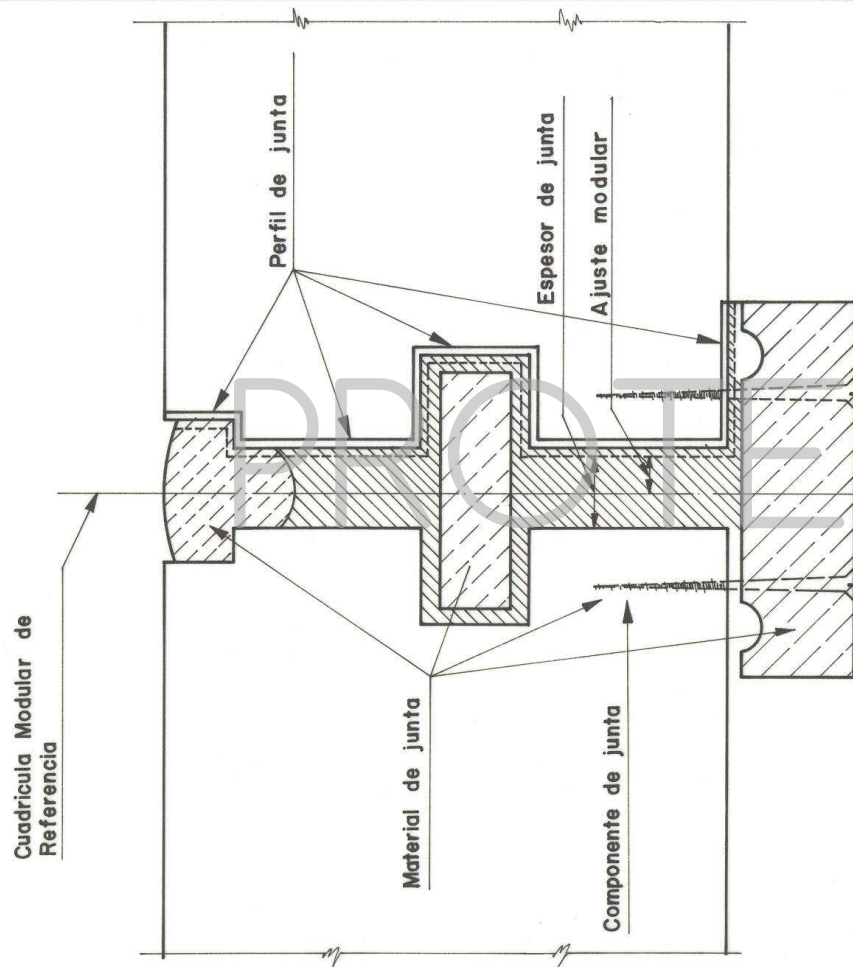


Figura 1



Fig. 2a: límite mínimo

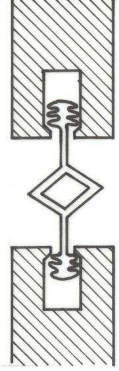


Fig. 2b: límite máximo



Fig. 2c



Fig. 2d

Variaciones en el espesor de junta debido a procesos de construcción y fabricación.

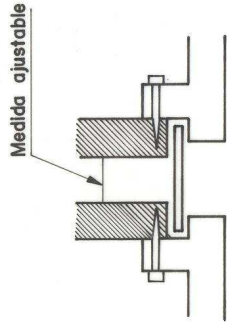


Fig. 3a

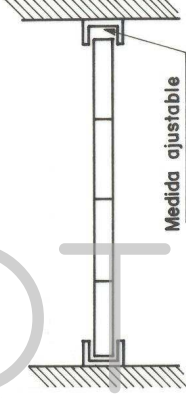


Fig. 3b

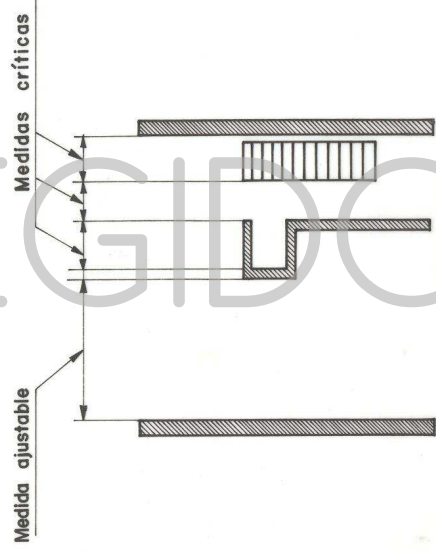


Fig. 7a

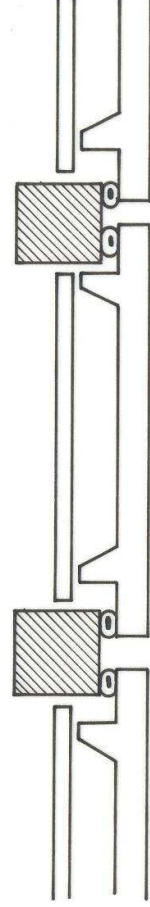


Fig. 7b

APÉNDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

- INEN 308 *Coordinación modular de la construcción. Bases, terminología, simbología y condiciones generales.*
- INEN 310 *Coordinación modular de la construcción. Serie modular norma/ de medidas.*
- INEN 311 *Coordinación modular de la construcción. Posición de los componentes de la construcción con relación a la cuadrícula modular de referencia.*

Z.2 NORMAS PUBLICADAS SOBRE EL TEMA

- INEN 309 *Coordinación modular de la construcción. Definiciones de componentes de edificios.*
- INEN 312 *Coordinación modular de la construcción. Módulos de proyectos.*
- INEN 313 *Coordinación modular de la construcción. Alturas modulares de pisos y locales.*
- INEN 314 *Coordinación modular de la construcción. Entrepisos de viviendas.*
- INEN 315 *Coordinación modular de la construcción. Método de cálculo de los espesores de junta y de las medidas nominales y tolerancias para componentes modulares.*
- INEN 316 *Coordinación modular de la construcción. Dimensiones modulares de bloques huecos de hormigón.*
- INEN 317 *Coordinación modular de la construcción. Dimensiones modulares de ladrillos cerámicos.*
- INEN 318 *Coordinación modular de la construcción. Paneles verticales. Serie de dimensiones.*
- INEN 319 *Coordinación modular de la construcción. Dimensiones modulares de elementos para entrepisos.*
- INEN 320 *Coordinación modular de la construcción. Dimensiones modulares de ventanas y puertas.*
- INEN 321 *Coordinación modular de la construcción. Albañilería modular.*
- INEN 322 *Coordinación modular de la construcción. Vanos y cerramientos modulares.*
- INEN 323 *Coordinación modular de la construcción. Instalaciones y locales sanitarios modulares.*
- INEN 324 *Coordinación modular de la construcción. Espacios modulares para escaleras.*
- INEN 325 *Coordinación modular de la construcción. Componentes para forjados modulares.*

Z.3 BASES DE ESTUDIO

- Esquema 1o. de Norma Panamericana COPANT 3:11-014. *Coordinación modular de la construcción. Juntas para componentes modulares.* Comisión Panamericana de Normas Técnicas. Buenos Aires, 1974.



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA **NTE INEN 872:2011**
Primera Edición

ÁRIDOS PARA HORMIGÓN. REQUISITOS.

Primera Edición

STANDARD SPECIFICATION FOR CONCRETE AGGREGATES

First Edition

DESCRIPTORES: Materiales de construcción y edificación, materiales y productos minerales y cerámico, árido, requisitos.
CO:02.03-401
CDU: 691.322
CIIU: 2901
ICS: 91.100.15



<p>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</p>	<p>ÁRIDOS PARA HORMIGÓN. REQUISITOS.</p>	<p>NTE INEN 872:2011 Primera revisión 2011-09</p>
<p>1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos de granulometría y calidad para los áridos, fino y grueso, para utilizarlos en el hormigón (exceptuando los áridos de baja y de alta densidad), (ver nota 1).</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>2.1 Los áridos referidos en esta norma pueden ser gravas, piedras naturales, así como otros materiales obtenidos por trituración.</p> <p>3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones de la NTE INEN 694 y además las siguientes:</p> <p>3.1.1 <i>Solidez.</i> Característica cualitativa respecto al desempeño de un árido a la acción del intemperismo.</p> <p>3.1.2 <i>Intemperismo.</i> Acción del medio que actúa sobre el árido tales como: congelamiento y descongelamiento, secado y humedecimiento, calentamiento y enfriamiento y/o posibles combinaciones. Para la aplicación de los requisitos mencionados en la tabla 3 de esta norma, se refiere exclusivamente a la acción de congelamiento y descongelamiento.</p> <p>4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 Esta norma la pueden utilizar: los contratistas, los proveedores de hormigón o quienes compran áridos, como parte del documento de compra que describe el material a ser suministrado (ver nota 2).</p> <p>4.2 Esta norma se la puede utilizar también en especificaciones de proyecto, para definir la calidad del árido, su tamaño máximo nominal y otros requisitos específicos de granulometría. Los responsables de seleccionar la dosificación de mezclas de hormigón tienen la responsabilidad de determinar la dosificación de los áridos fino y grueso y la adición de tamaños combinados de áridos, si se requiere o se aprueba.</p> <p>4.3 El texto de esta norma hace referencia a notas en pie de página, las cuales proveen material explicativo. Estas notas, exceptuando aquellas ubicadas en tablas y figuras, no deben ser consideradas como requisitos de esta norma.</p> <p><small>NOTA 1. Para áridos de baja densidad, ver las normas ASTM C 330, ASTM C 331 y ASTM C 332; para áridos de alta densidad ver la norma ASTM C 637 y la norma de nomenclatura descriptiva ASTM C 638.</small></p> <p><small>NOTA 2. Esta norma se considera adecuada para garantizar materiales satisfactorios para la mayoría de los hormigones. Esta norma puede ser más o menos exigente para ciertas regiones o trabajos. Por ejemplo, donde es importante la estética, se pueden considerar límites más restrictivos respecto a las impurezas que mancharían la superficie del hormigón. Quien prepara las especificaciones debe comprobar que los áridos requeridos están o pueden estar disponibles en el área de la obra, respecto a la granulometría, propiedades físicas o químicas o a una combinación de ellas.</small></p>		
<p>DESCRIPTORES: Materiales de construcción y edificación, materiales y productos minerales y cerámico, árido, requisitos.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p>		

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos para el árido fino

5.1.1 Características generales. El árido fino consiste de arena natural, arena elaborada o una combinación de ellas.

5.1.2 Gradación

5.1.2.1 Análisis granulométrico. El árido fino, excepto por lo establecido en los numerales 5.1.2.2 y 5.1.2.3, debe ser graduado dentro de los siguientes límites (ver nota 3 y nota 4):

Tamiz (NTE INEN 154)	Porcentaje que pasa
9,5 mm	100
4,75 mm	95 a 100
2,36 mm	80 a 100
1,18 mm	50 a 85
600 µm	25 a 60
300 µm	5 a 30
150 µm	0 a 10

5.1.2.2 El árido fino no debe tener más de 45% pasante en cualquier tamiz y retenido en el siguiente consecutivo de aquellos indicados en el numeral 5.1.2.1 y su módulo de finura no debe ser menor que 2,3 ni mayor que 3,1.

5.1.2.3 El árido fino que no cumple estos requisitos de gradación puede ser aceptado siempre que el proveedor pueda demostrar al comprador o a quien prepara las especificaciones que el hormigón de la clase especificada, elaborado con el árido fino en consideración, tiene sus propiedades relevantes al menos iguales a las del hormigón elaborado con los mismos ingredientes. El árido fino de referencia debe ser seleccionado de una fuente que tenga un registro de desempeño aceptable en construcciones de hormigón similares (ver nota 5).

5.1.2.4 Para cargamentos continuos de árido fino desde una fuente dada, el módulo de finura no debe variar en más de 0,20 respecto al módulo de finura de base. El módulo de finura de base debe ser el valor típico de la fuente. El comprador o quien prepara las especificaciones tiene la autoridad para aprobar un cambio en el módulo de finura de base (ver nota 6).

5.1.3 Sustancias perjudiciales: La cantidad de sustancias perjudiciales en el árido fino no debe exceder los límites especificados en la tabla 1.

NOTA 3. Los hormigones en los que la gradación del árido fino, tiene porcentajes que pasan el tamiz de 300 µm y el de 150 µm cercanos a los mínimos especificados, a veces tienen dificultades con la trabajabilidad, bombeo o presentan exudación excesiva. La adición de aire incorporado, cemento adicional o de un aditivo mineral aprobado que suministre los finos deficientes, son métodos utilizados para mitigar estas dificultades.

NOTA 4. Debe considerarse que el árido fino que cumple con los requisitos de granulometría de una especificación preparada por otra organización, que sea de uso general en el área, tiene un registro de servicio satisfactorio con respecto a aquellas propiedades del hormigón afectadas por la granulometría.

NOTA 5. Las propiedades relevantes son aquellas propiedades del hormigón que son importantes para la aplicación particular que esté siendo considerada. El documento STP 169D "Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete Making Materials", ASTM, 2006, proporciona información sobre las propiedades importantes del hormigón.

NOTA 6. El módulo de finura de base debe ser determinado a partir de ensayos previos, si no existen ensayos previos, a partir del promedio de los valores de módulo de finura de las diez primeras muestras en la orden (o todas las muestras precedentes si son menos de diez). La dosificación de una mezcla de hormigón puede depender del módulo de finura de base del árido fino que será utilizado. Por lo tanto, cuando se considere que el módulo de finura de base es significativamente diferente del valor utilizado en la mezcla de hormigón, puede ser necesario realizar un ajuste adecuado en la mezcla.

(Continúa)

TABLA 1. Límites para las sustancias perjudiciales en el árido fino para hormigón

Detalle	Porcentaje de la muestra total, en masa. Máximo
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	3,0
Material más fino que 75 µm: Hormigón sujeto a abrasión Todos los demás hormigones	3,0 ^A 5,0 ^A
Carbón y lignito: Donde es importante la apariencia superficial del hormigón Todos los demás hormigones	0,5 1,0
^A En el caso de arena fabricada, si el material más fino que 75 µm consiste en polvo de trituración, esencialmente libre de arcilla o esquistos, se permite incrementar estos límites a 5% y 7%, respectivamente.	

5.1.3.1 Impurezas orgánicas: El árido fino debe estar libre de cantidades perjudiciales de impurezas orgánicas. Los áridos sujetos al ensayo de impurezas orgánicas y que producen un color más oscuro que el normalizado deben ser rechazados, excepto en los casos siguientes:

- Se permite el uso de un árido fino que no cumple en el ensayo, siempre que la decoloración se deba principalmente a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas discretas similares.
- Se permite el uso de un árido fino que no cumple en el ensayo de impurezas orgánicas, siempre que, cuando se realice el ensayo para determinar el efecto de impurezas orgánicas en la resistencia del mortero, la resistencia relativa a 7 días, calculada de acuerdo con la NTE INEN 866, no sea menor de 95%.

5.1.3.2 El árido fino para ser utilizado en hormigón que está sujeto a humedecimiento, exposición prolongada a la humedad atmosférica o contacto con terreno húmedo, no debe contener ningún material que sea perjudicialmente reactivo con los álcalis del cemento en una cantidad suficiente que cause expansión excesiva al mortero o al hormigón. Se permite el uso de árido fino que contenga tales materiales perjudiciales, cuando se lo utilice con un cemento que contenga menos del 0,60% de álcalis calculados como equivalente de óxido de sodio ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658\text{K}_2\text{O}$) o con la incorporación de un material que haya demostrado evitar la expansión nociva debida a la reacción álcali-árido. (Ver Apéndice Y).

5.1.4 Solidez

5.1.4.1 Excepto lo señalado en los numerales 5.1.4.2 y 5.1.4.3, el árido fino sujeto a cinco ciclos en el ensayo de solidez debe tener un promedio ponderado de pérdida no mayor del 10% cuando se utiliza sulfato de sodio o del 15% cuando se utiliza sulfato de magnesio.

5.1.4.2 Un árido fino que no cumple con el requisito indicado en el numeral 5.1.4.1 se puede considerar que califica con los requisitos de solidez, siempre que el proveedor demuestre que un hormigón con propiedades comparables, elaborado con árido similar de la misma fuente, ha tenido un servicio satisfactorio al ser expuesto a un intemperismo similar al que se encontrará.

5.1.4.3 El árido fino que no tiene un registro de servicio demostrable y no cumple con el requisito del numeral 5.1.4.1, puede calificarse con los requisitos de solidez, siempre que el proveedor demuestre que se obtienen resultados satisfactorios en el hormigón sujeto a ensayos de congelamiento y descongelamiento, (ver la norma ASTM C 666).

5.2 Requisitos para el árido grueso

5.2.1 Características generales. El árido grueso debe consistir en grava, grava triturada, piedra triturada, escoria de altos hornos enfriada al aire u hormigón de cemento hidráulico triturado (ver nota 7), o una combinación de estos, conforme con los requisitos de esta norma.

NOTA 7. A pesar que el hormigón de cemento hidráulico triturado ha sido utilizado como árido con resultados satisfactorios, su utilización puede requerir algunas precauciones adicionales. Se puede incrementar la demanda del agua de mezcla debido a la aspereza del árido. El hormigón parcialmente deteriorado utilizado como árido, puede reducir la resistencia al congelamiento y descongelamiento, afectar las propiedades de los vacíos de aire o degradarse durante la manipulación, mezclado o colocación. El hormigón triturado puede tener componentes que sean susceptibles a la reactividad álcali-árido o al ataque de sulfatos en el nuevo hormigón o puede incorporar sulfatos, cloruros o material orgánico a la estructura de poros del nuevo hormigón.

(Continúa)

5.2.2 Gradación. El árido grueso debe cumplir con los requisitos para el número de tamaño especificado, indicados en la tabla 2 (ver nota 8). Se puede aceptar la utilización de áridos que no cumplan estrictamente con los requisitos de gradación siempre que el árido propuesto haya sido evaluado con pruebas previas de desempeño que demuestren que se obtienen resultados satisfactorios y que además se cuente con la aprobación expresa del especialista en hormigones y del responsable de la obra.

5.2.3 Sustancias perjudiciales

5.2.3.1 Se deben aplicar los límites especificados en la tabla 3 para la clase de árido grueso designada en la especificación o en la orden de compra (ver notas 9 y 10), excepto por las disposiciones señaladas en el numeral 5.2.3.3. Si no se especifica la clase, se deben aplicar los requisitos para Clase 3S, 3M o 1N para las condiciones de intemperismo severo, moderado o nulo, respectivamente (ver tabla 3).

5.2.3.2 El árido grueso para ser utilizado en hormigón que va a estar sujeto a humedecimiento, exposición prolongada a la humedad atmosférica o contacto con terreno húmedo no debe contener ningún material que sea perjudicialmente reactivo con los álcalis del cemento en una cantidad suficiente que cause expansión excesiva al mortero o al hormigón. Se permite el uso de árido grueso que contenga tales materiales perjudiciales cuando se lo utilice con un cemento que contenga menos del 0,60% de álcalis calculados como equivalente de óxido de sodio ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658\text{K}_2\text{O}$) o con la incorporación de un material que haya demostrado evitar la expansión nociva debida a la reacción álcali-árido. (Ver Apéndice Y).

5.2.3.3 El árido grueso que tiene resultados de ensayos que exceden los límites especificados en la tabla 3, puede calificar con los requisitos de esta sección siempre que el proveedor demuestre que el hormigón elaborado con árido similar de la misma fuente, ha tenido un servicio satisfactorio al ser expuesto a un intemperismo similar al que se encontrará; o en ausencia de un registro de servicio demostrable, siempre que el árido produzca un hormigón con propiedades satisfactorias relevantes (ver nota 5).

NOTA 8. Los rangos indicados en la tabla 2 son por necesidad muy amplios, para adecuarse a las condiciones de todo el país. Para el control de calidad de una operación específica, un productor debe desarrollar una granulometría promedio para la fuente y las instalaciones de producción particulares y debe controlar las granulometrías en la producción con tolerancias razonables respecto a este promedio. Cuando se utilizan los números de tamaño 357 ó 467, el árido debe ser suministrado al menos en dos tamaños diferentes.

NOTA 9. Quien prepara las especificaciones del árido debe designar la clase de árido grueso que se va a utilizar en el trabajo, basado en la severidad del intemperismo, abrasión y otros factores de exposición (ver tabla 3). Se espera que los límites para árido grueso correspondientes a cada designación de clase, aseguren el desempeño satisfactorio en el hormigón para el tipo respectivo y la ubicación de la construcción. Seleccionar una clase con límites excesivamente restrictivos puede ocasionar un costo innecesario si los materiales que cumplen esos requisitos no están disponibles localmente. Seleccionar una clase con límites poco severos puede ocasionar un desempeño insatisfactorio y un deterioro prematuro del hormigón. Mientras el hormigón, en diferentes partes de una misma estructura, puede ser elaborado adecuadamente con diferentes clases de árido grueso, quien prepara las especificaciones puede exigir que el árido grueso para todo el hormigón cumpla con la misma clase más restrictiva, para reducir la posibilidad de proveer hormigón con la clase equivocada de árido, especialmente en los proyectos pequeños.

NOTA 10. Si hay duda en la elección entre dos condiciones, seleccionar la condición de intemperismo más severa.

(Continúa)

TABLA 2. Requisitos de gradación para áridos gruesos

Número de tamaño	Tamaño nominal (Tamices con aberturas cuadradas) (mm)	Porcentaje acumulado en masa que debe pasar cada tamiz de laboratorio (aberturas cuadradas)													
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm	2,36 mm	1,18 mm	300 μm
1	de 90 a 37,5	100	90 a 100	---	25 a 60	---	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	---
2	de 63 a 37,5	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	---
3	de 50 a 25,0	---	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---
357	de 50 a 4,75	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	---	0 a 5	---	---	---
4	de 37,5 a 19,0	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---
467	de 37,5 a 4,75	---	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---	---	---
5	de 25,0 a 12,5	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---	---	---
56	de 25,0 a 9,5	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 5	---	---	---	---
57	de 25,0 a 4,75	---	---	---	---	---	100	95 a 100	---	25 a 60	---	0 a 10	0 a 5	---	---
6	de 19,0 a 9,5	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---	---	---
67	de 19,0 a 4,75	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	---	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---
7	de 12,5 a 4,75	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	---	---
8	de 9,5 a 2,36	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	---
89	de 9,5 a 1,18	---	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9 ^A	de 4,75 a 1,18	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

^A Al árido con número de tamaño 9, se lo define en la NTE INEN 694 como árido fino. Se lo incluye como árido grueso cuando está combinado con un material con número de tamaño 8 para crear el número de tamaño 89, que es árido grueso según se define en la NTE INEN 694.

TABLA 3. Límites para sustancias perjudiciales y requerimientos de propiedades físicas para el árido grueso del hormigón

Las condiciones de intemperismo son definidas de la siguiente manera (ver numeral 3):

(S) Condición de intemperismo severo. Un clima frío donde el hormigón está expuesto a productos químicos descongelantes u otros agentes agresivos, donde el hormigón puede saturarse por contacto continuo con humedad o agua libre antes de cada ciclo de congelamiento y descongelamiento.

(M) Condición de intemperismo moderado. Un clima donde se espera congelamiento ocasional, pero donde el hormigón en servicio a la intemperie no esté continuamente expuesto a congelamiento y descongelamiento en presencia de humedad o de productos químicos descongelantes.

(N) Condición de intemperismo nulo. Un clima donde el hormigón está raramente expuesto al congelamiento en presencia de humedad.

Designación de clase	Tipo o ubicación de la construcción de hormigón	Máximo permisible, %						
		Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	Chert ^D (gr. esp. SSS menor de 2,40)	Total de terrones de arcilla, partículas desmenuzables y chert (gr. esp. SSS menor de 2,40)	Material más fino que 75 µm	Carbón y lignito	Valor de la degradación (%) ^A	Solidez de los áridos mediante el sulfato de magnesio (5 ciclos) ^B
Condición de intemperismo severo								
1S	Zapatas, fundaciones, columnas y vigas no expuestas a la intemperie, losas de pisos interiores que van a ser revestidas	10,0	---	---	1,0 ^C	1,0	50	---
2S	Pisos interiores sin revestimiento	5,0	---	---	1,0 ^C	0,5	50	---
3S	Muros de fundación sobre el nivel del terreno, muros de retención, estribos, pilares, vigas principales y vigas expuestas a la intemperie	5,0	5,0	7,0	1,0 ^C	0,5	50	18
4S	Pavimentos, tableros de puentes, caminos y bordillos, senderos, patios, pisos de garaje, pisos expuestos y terrazas o estructuras frente al agua, sujetas a humedecimiento continuo.	3,0	5,0	5,0	1,0 ^C	0,5	50	18
5S	Hormigón arquitectónico expuesto	2,0	3,0	3,0	1,0 ^C	0,5	50	18
Condición de intemperismo moderado								
1M	Zapatas, fundaciones, columnas, y vigas no expuestas a la intemperie, losas de pisos interiores que van a ser revestidas	10,0	---	---	1,0 ^C	1,0	50	---
2M	Pisos interiores sin revestimiento	5,0	---	---	1,0 ^C	0,5	50	---
3M	Muros de fundación sobre el nivel del terreno, muros de retención, estribos, pilares, vigas principales y vigas expuestas a la intemperie	5,0	8,0	10,0	1,0 ^C	0,5	50	18
4M	Pavimentos, tableros de puentes, caminos y bordillos, senderos, patios, pisos de garaje, pisos expuestos y terrazas o estructuras frente al agua, sujetas a humedecimiento continuo	5,0	5,0	7,0	1,0 ^C	0,5	50	18
5M	Hormigón arquitectónico expuesto	3,0	3,0	5,0	1,0 ^C	0,5	50	18
Condición de intemperismo nulo								
1N	Losas sujetas a la abrasión del tráfico, tableros de puentes, pisos, senderos, pavimentos	5,0	---	---	1,0 ^C	0,5	50	---
2N	Todas las demás clases de hormigón	10,0	---	---	1,0 ^C	1,0	50	---

^A Se excluyen de los requisitos del valor de la degradación de la escoria de altos hornos enfriada al aire y triturada. La masa unitaria de escoria de altos hornos enfriada al aire y triturada, obtenida mediante el procedimiento por varillado o mediante el procedimiento por sacudidas, no debe ser menor que 1 120 kg/m³. La granulometría de la escoria utilizada en el ensayo de masa unitaria debe ajustarse a la granulometría que se utilizará en el hormigón. Se debe determinar el valor de la degradación de la grava, grava triturada o piedra triturada en el tamaño o tamaños de ensayo más aproximados con la granulometría o granulometrías que se utilizarán en el hormigón. Cuando se vaya a utilizar más de una granulometría, se debe aplicar el límite del valor de la degradación a cada una.

^B El límite admisible para la solidez, cuando se utiliza sulfato de sodio, debe ser de 12%.

^C Este porcentaje bajo cualquiera de las siguientes condiciones: (1) puede ser aumentado en 1,5 si el material está esencialmente libre de arcilla o lutita o (2) si se conoce que la fuente del árido fino que va a ser utilizado en el hormigón contiene menos que la cantidad máxima especificada que pasa el tamiz de 75 µm (ver tabla 1). Se puede aumentar el límite del porcentaje (L) de la cantidad en el árido grueso a $L = 1 + [(P)/(100 - P)] (T - A)$, donde P = porcentaje de arena en el hormigón como un porcentaje del árido total, T = límite indicado en la tabla 1 para la cantidad permitida en el árido fino y A = cantidad real en el árido fino. (Esto proporciona un cálculo ponderado diseñado para limitar la cantidad máxima de material que pasa el tamiz de 75 µm en el hormigón, a aquel que se obtendría si los áridos, fino y grueso, fueran suministrados con el porcentaje máximo tabulado para cada uno de estos ingredientes).

^D También conocido como Horsteno.

φ

2011-287

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 872	TÍTULO: ÁRIDOS PARA HORMIGÓN. REQUISITOS	Código: CO 02.03-401
Primera revisión		
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo 1982-12-09 Oficialización con el Carácter de OPCIONAL por Acuerdo Ministerial No. 100 del 1983-03-30 publicado en el Registro Oficial No. 469 de 1983-04-12	
	Fecha de iniciación del estudio: 2010-11-08	

Fechas de consulta pública: de _____ a _____

Subcomité Técnico: HORMIGONES, ÁRIDOS Y MORTEROS
 Fecha de iniciación: 2010-11-22
 Fecha de aprobación: 2011-04-28
 Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

Ing. Guillermo Realpe (Presidente)

Ing. José Arce (Vicepresidente)
 Ing. Jaime Salvador

Ing. Raúl Ávila

Ing. Hugo Egúez
 Sr. Carlos Aulestia
 Ing. Luis Quinteros
 Ing. Víctor Luzuriaga
 Ing. Marlon Valarezo

Ing. Carlos González
 Ing. Verónica Miranda

Ing. Xavier Herrera
 Dr. Juan José Recalde
 Ing. Mireya Martínez
 Ing. Patricio Torres
 Ing. Luis Balarezo
 Químico Mauricio Canchighña

Ing. Carlos Castillo (Prosecretario Técnico)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
 PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL
 ECUADOR
 HORMIGONES HÉRCULES S. A.
 INSTITUTO ECUATORIANO DEL CEMENTO Y
 DEL HORMIGÓN. INECYC.
 ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE
 HORMIGÓN PREMEZCLADO DEL ECUADOR.
 APRHOPEC.

HOLCIM ECUADOR S. A. (AGREGADOS)
 LAFARGE CEMENTOS S. A.
 CEMENTO CHIMBORAZO C. A.
 INDUSTRIAS GUAPÁN S. A.
 UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE
 LOJA

INTACO ECUADOR S. A.
 CONCRETOS V. M. / COLEGIO DE
 INGENIEROS CIVILES DE PICHINCHA
 HORMIGONERA QUITO
 CAMINOSCA S. A.
 CAMINOSCA S. A.
 DICOPLAN CIA. LTDA.
 CUERPO DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO
 ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
 ECUATORIANO. OAE
 INSTITUTO ECUATORIANO DEL CEMENTO Y
 DEL HORMIGÓN. INECYC.

Otros trámites: Esta NTE INEN 872:2011 (Primera Revisión), reemplaza a la NTE INEN 872:1983

La Subsecretaría de Industrias, Productividad e Innovación Tecnológica del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma
 Oficializada como: Voluntaria
 Registro Oficial No. 530 de 2011-09-08
 Por Resolución No. 11 232 de 2011-08-04



ANEJO 16°

Recomendaciones para la utilización de hormigón ligero

1 Introducción

Las prescripciones y requisitos incluidos en el articulado de esta Instrucción se refieren al empleo de áridos de peso normal, por lo que es necesario establecer recomendaciones diferentes o complementarias cuando se emplean áridos ligeros para producir hormigones estructurales.

Se puede obtener una amplia gama de densidades y propiedades mecánicas teniendo en cuenta que la sustitución de árido de peso normal por árido ligero puede hacerse en forma parcial, reemplazando solamente la fracción gruesa del árido, o total, reemplazando también la arena por árido fino ligero.

Para distinguir el hormigón ligero del convencional, a los parámetros tenso-deformacionales del hormigón se les añade un subíndice "l".

2 Alcance

Se define, a los efectos de este Anejo, como hormigón ligero estructural (HLE) aquel hormigón de estructura cerrada, cuya densidad aparente, medida en condición de seco hasta peso constante, es inferior a 2000 kg/m^3 , pero superior a 1200 kg/m^3 y que contiene una cierta proporción de árido ligero, tanto natural como artificial. Se excluye a los hormigones celulares, tanto de curado estándar como curados en autoclave.

Es importante resaltar que la densidad aparente (o peso unitario) en el estado fresco es superior al del hormigón de árido normal y depende del grado de saturación del árido ligero y del contenido de agua de amasado.

Para el caso de hormigones ligeros estructurales, la resistencia mínima se establece en $15 \text{ ó } 20 \text{ N/mm}^2$ en tanto que la resistencia máxima depende del tipo de árido ligero que se trate y del diseño particular de la mezcla. Si bien existen aplicaciones de hormigones ligeros de alta resistencia, la resistencia máxima del hormigón ligero estructural considerado en este Anejo se limita a 50 N/mm^2 .

3 Complementos al texto de esta Instrucción

Seguidamente se indican, por referencia a los Títulos, Capítulos, Artículos y Apartados de esta Instrucción las recomendaciones para el empleo de hormigones ligeros estructurales elaborados con áridos ligeros.

TÍTULO 1.º BASES DE PROYECTO

Son aplicables las bases establecidas en el articulado de la Instrucción.



TÍTULO 2.º ANÁLISIS ESTRUCTURAL

CAPÍTULO V. Análisis estructural

Son aplicables los principios y métodos de cálculo establecidos en el articulado. Para el análisis no lineal de estructuras de hormigón ligero, se adaptará un diagrama tensión – deformación basado en la experimentación. No obstante, a falta de datos experimentales podrá adoptarse el diagrama del Artículo 21º.

En tal caso, el valor de la deformación correspondiente a la tensión máxima que viene definida en las tablas A.16.1 y A.16.2 se deberá multiplicar por el siguiente coeficiente:

$$\eta_E = \left(\frac{\rho}{2200} \right)^2$$

donde ρ es la densidad seca aparente del hormigón.

La deformación máxima del hormigón, que se obtiene de la expresión definida en el Artículo 21º, se deberá multiplicar por el factor K que depende del tipo de árido del hormigón y vale:

- 1,1 para hormigones con áridos ligeros y árido fino normal.
- 1,0 para hormigones solamente elaborados con áridos ligeros.

En el caso de un hormigón con árido fino ligero y densidad de 1.800 kg/m³, la deformación correspondiente a la tensión máxima, ε_{cfr} , viene definida en la Tabla A.16.1.

TABLA A.16.1

f_{ctk} [N/mm ²]	25	30	35	40	45	50
ε_{cl1}	1,5	1,65	1,8	1,95	2,05	2,2

Para un hormigón ligero con árido fino normal y densidad 2.000 kg/m³, ε_{cfr} a tabla A.16.2

TABLA A.16.2

f_{ctk} [N/mm ²]	25	30	35	40	45	50
ε_{cl1}	1,35	1,45	1,6	1,75	1,85	2

El coeficiente de dilatación térmica del hormigón con árido ligero depende de las características del árido empleado en su fabricación, con un amplio rango que varía entre 4·10⁻⁶ y 14·10⁻⁶ °C⁻¹. En caso de ausencia de datos y para el análisis estructural se podrá tomar un valor promedio de 8·10⁻⁶ °C⁻¹. A este respecto no es necesario tener en cuenta la diferencias existentes entre el acero de la armadura y el hormigón con árido ligero.



TÍTULO 3.º PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE LOS MATERIALES

CAPÍTULO VI. MATERIALES

Artículo 28.º Áridos

28.1 Generalidades

Hay muchos tipos diferentes de áridos ligeros, tanto naturales como artificiales, aptos para producir hormigones ligeros estructurales. Para determinar aquellos tipos de agregado ligero útiles para elaborar hormigones estructurales, lo más razonable es establecer una vinculación con los rangos de densidad establecidos en el punto 1 de este Anejo.

Peso de 1 m³ y clasificación por destino de H. Ligeros

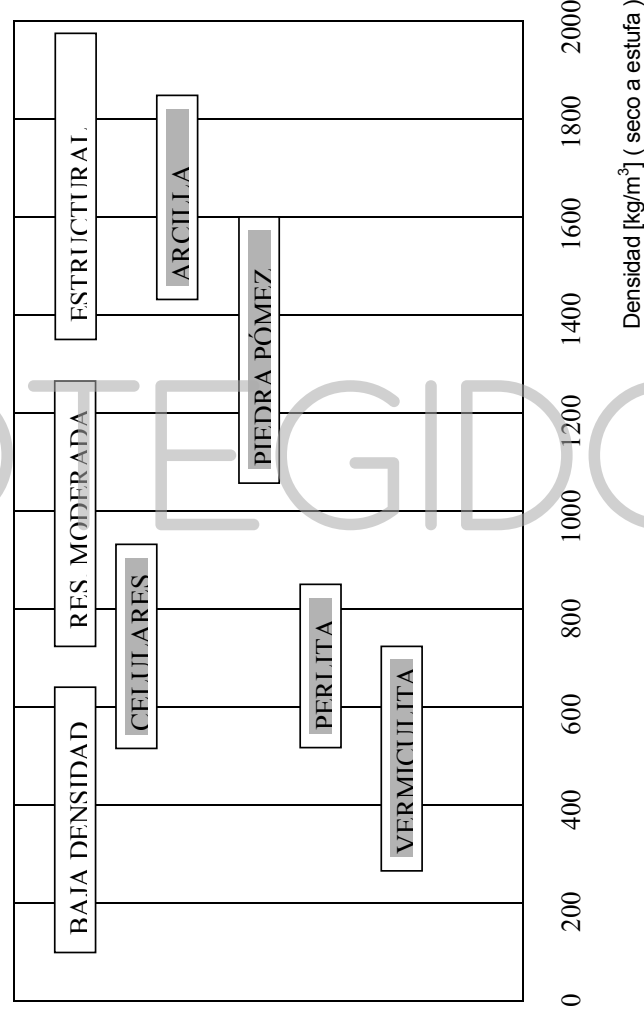


Figura A.16.1 Rangos de densidad y clasificación de hormigones ligeros.

Los hormigones ligeros estructurales contienen áridos ligeros que se sitúan en la zona alta de la escala, y están constituidos por arcillas, pizarras o esquistos expandidos, piedra pómez o puede tratarse también de áridos sintéticos, a partir de materias primas como las cenizas volantes.

28.2. Designación de los áridos

En la designación de áridos por tamaño, se tendrá en cuenta que no se deben



realizar gráficos granulométricos en peso para áridos ligeros. Por ese motivo, es necesario un cambio en la denominación del tamaño máximo D de un árido, pasando de definir un peso a hacerlo en volumen.

28.3. Tamaños máximo y mínimo de un árido

A efectos de la presente Instrucción se denomina tamaño máximo D de un árido ligero a la mínima abertura de tamiz UNE EN 933-2 por el que pase más del 90% en volumen (% desclasificados superiores a D que el 10 %), cuando además pase el total por el tamiz de apertura doble (% desclasificados superiores a 2D igual al 0 %). Se denomina tamaño mínimo d de un árido, la máxima abertura de tamiz UNE EN 933-2 por el que pase menos del 10 % en volumen (% desclasificados inferiores a d menos que el 10 %). En la tabla 28.2 debe sustituirse “ % retenido en peso ” por “ % retenido en volumen ” y análogamente, % que pasa en peso” debe sustituirse por “% que pasa en volumen”

28.3.2. Prescripciones y ensayos (este apartado no se corresponde con ninguno del articulado)

La densidad relativa del árido ligero estructural es esencialmente inferior a 2, por lo que el requisito referido a la limitación de partículas que flotan en un líquido de peso específico 2 no debe aplicarse.

Los áridos ligeros no presentan antecedentes de reacción álcali-árido, por lo que no será necesario proceder a su evaluación con respecto a este tipo de ataque.

28.4. Granulometría de los áridos

En lo que respecta al análisis granulométrico, el procedimiento usual de tamizado y determinación del peso de la fracción retenida no es suficiente, porque las distintas fracciones de tamaño tienen distinta densidad. Si se trabaja con árido de peso normal y cuya densidad no depende de su tamaño, es posible hacer conversiones de peso a volumen en forma directa.

El mismo procedimiento, aplicado a áridos ligeros, aporta información errónea, justamente porque las distintas fracciones o tamaños poseen diferente densidad. Esto puede tenerse en cuenta si se determina la densidad de cada fracción y se calcula el correspondiente volumen. Hecha esta salvedad, es posible considerar los mismos límites granulométricos establecidos para áridos finos de peso normal.

28.5. Forma del árido grueso

Dado que en hormigones ligeros estructurales se emplean áridos artificiales o sintéticos que presentan formas que se aproximan a una esfera o elipsoide, se debe reducir la importancia de los límites impuestos al coeficiente de forma y/o índice de lajas



28.6 Requisitos físico-mecánicos

Los áridos ligeros son menos resistentes que los áridos de peso normal, tanto a la compresión como frente a efectos de desgaste por abrasión y machaqueo. Ante esta situación, no se debe evaluar la resistencia al desgaste del árido grueso ligero por el método de Los Ángeles, según UNE-EN 1097-2, así como tampoco la limitación a la friabilidad del árido fino ligero, evaluada según el ensayo micro-Deval indicado en UNE 83115 EX

La capacidad de absorción de los áridos ligeros es normalmente alta, ya que su menor peso se logra a partir de una estructura porosa. No debe aplicarse pues la limitación a los valores de absorción de agua aún cuando idealmente se elaboran de modo de presentar una superficie lo más cerrada posible, sobre todo si expresa la absorción en % con respecto al peso del árido, ya que son menos densos.

Dado que se prevé naturalmente una elevada absorción, para evitar que este fenómeno altere sensiblemente las propiedades del hormigón fresco (pérdidas de asentamiento, por ejemplo) deben adoptarse distintos métodos o tratamientos previos del árido durante el proceso de elaboración del hormigón.

En lo que respecta a la resistencia de los hormigones ligeros estructurales frente a la helada, la presencia de aire incorporado en el hormigón contribuye a reducir el deterioro, en forma semejante a lo que ocurre para hormigones de peso normal. En grado de saturación del hormigón (y del árido) es un factor determinante, así como el nivel adecuado de resistencia. La evaluación de la aptitud del árido frente a ciclos de tratamiento con soluciones de sulfato de magnesio, según el método de UNE EN 1367-2 no puede aplicarse, ya que la baja resistencia intrínseca del árido ligero y su elevada absorción indican una probabilidad remota de cumplimiento. En general, se debe evaluar la aptitud del hormigón frente a ciclos de hielo y deshielo. Una elevada resistencia, la inclusión de aire incorporado y un bajo grado de saturación del árido (y del hormigón) contribuyen a mejorar significativamente el comportamiento.

Artículo 31.º Hormigones

31.1 Composición

En los hormigones ligeros estructurales, la influencia de la utilización de árido ligero, las proporciones de mezcla, el grado de saturación previa del árido ligero e incluso el tipo y variedad de árido ligero tienen influencia directa sobre las propiedades de hormigón ligero estructural, tanto en estado fresco como en estado endurecido. Por este motivo, la composición del hormigón y el procedimiento de pre-acondicionamiento del árido ligero deberán estudiarse previamente, sin excepción, a los efectos de asegurarse de que es capaz de proporcionar hormigones cuyas características mecánicas, reológicas y de durabilidad satisfagan las exigencias del proyecto.

31.4. Valor mínimo de la resistencia

La resistencia de proyecto f_{ck} (véase 39.7) no será inferior a 15 N/mm² en hormigón en masa, ni a 25 N/mm² en hormigones armados o pretensados.



31.5 Docilidad del hormigón

Los conceptos establecidos en el apartado 31.5 de esta Instrucción pueden aplicarse sin necesidad de alteraciones. Sin embargo, las características propias del método de ensayo UNE-EN 12350-2 hacen que el asentamiento infravalore la aptitud del hormigón ligero para ser compactado.

El asentamiento en el tronco de cono se debe a la deformación del hormigón bajo su propio peso. La densidad del hormigón ligero es inferior a la del hormigón convencional, razón por la cual ofrece mayor docilidad para asentamientos equivalentes.

Por este mismo motivo, no se considera prudente superar el límite superior para la consistencia fluida, aun con el empleo de aditivos superfluidificantes.

TÍTULO 4º DURABILIDAD

CAPÍTULO VII DURABILIDAD

Artículo 37.º Durabilidad del hormigón y de las armaduras

37.2.3. Prescripciones respecto a la calidad del hormigón

Para niveles equivalentes de resistencia, los hormigones ligeros estructurales poseen una matriz de mortero usualmente más resistente que la correspondiente a un hormigón de peso normal. Por ello, es suficiente indicar que la durabilidad se asegura con el cumplimiento de clases resistentes, según se *indica en tabla 37.3.2.b*. Obviamente, los requisitos relativos al contenido mínimo de cemento y máximo relación agua/cemento también deben cumplirse.

37.2.4 Recubrimientos

Los recubrimientos mínimos para el hormigón ligero estructural deben ser 5 mm superiores a lo que indica el *punto 37.2.4*

37.3. Durabilidad del hormigón

Los hormigones ligeros estructurales elaborados con árido ligero no presentan en general un buen comportamiento frente a la erosión, dado que el árido ligero es usualmente blando. Con excepción de esta situación, su comportamiento es similar al de los hormigones convencionales de peso normal.

37.3.1 Requisitos de dosificación y comportamiento del hormigón

Para conseguir una durabilidad adecuada del hormigón, se deben cumplir los requisitos siguientes:

- a) Requisitos generales



- Mínimo contenido de cemento, según 37.3.2. (ver tabla 37.3.2.a)
- Clase resistente según tabla 37.3.2.b

La determinación precisa de la relación agua/cemento no es directa, dado que los áridos ligeros se presaturan parcialmente de agua y son capaces de absorción adicional. Por este motivo, se sustituye la limitación a la relación agua/cemento por la clase resistente.

b) Requisitos adicionales

No es prudente exponer hormigones ligeros estructurales al desgaste por abrasión en forma permanente. Ante una acción eventual y mientras las partículas de árido ligero estén cubiertas por una capa de mortero, los hormigones ligeros son capaces de soportar erosión.

37.3.2. Limitaciones a los contenidos de agua y cemento

En función de las clases de exposición a las que vaya a estar sometido el hormigón, definidas de acuerdo con 8.2.2 y 8.2.3, se deberán cumplir las especificaciones recogidas en la tabla 37.3.2.b relativas a la clase resistente.

37.3.7. Resistencia del hormigón frente a la erosión

No se recomienda el empleo de hormigones ligeros estructurales, elaborados con árido ligero para clase de exposición E. Esto no inhabilita a los hormigones ligeros estructurales para soportar erosión eventual, pero el mecanismo de desgaste no está controlado por la resistencia del árido, como es el caso del hormigón de peso normal.

TÍTULO 5.º CÁLCULO

CAPÍTULO VIII. Datos de los materiales para el proyecto

Artículo 39.º Características del hormigón

39.1 Definiciones

Las características mecánicas del hormigón con árido ligero (deformación última, módulo de deformación longitudinal, resistencia a tracción), para una misma resistencia a compresión dependen en gran medida de la densidad de éste, siendo mayores conforme aumenta la densidad en seco del hormigón ligero.

39.2 Tipificación de los hormigones

En cuanto a la resistencia característica indicada se empleará la misma serie que para hormigón convencional con la resistencia especificada en N/mm²:

HLE – 25, HLE – 30, HLE – 35, HLE – 40, HLE – 45 y HLE – 50



$$V_{u2} = [0,35f_{ctd} + 0,15\alpha_1\sigma'_{cd}] b_0 d$$

donde $\eta_1 = 0,40 + 0,60 \frac{\rho}{2200}$

44.2.3.2.2. Piezas con armadura de cortante

La contribución del hormigón a la resistencia a esfuerzo cortante se obtendrá como:

$$V_{ct} = \left[\frac{0,15}{\gamma_c} \eta_1 \xi (100 \rho_t f_{ctv})^{1/3} + 0,15\alpha_1 \sigma'_{cd} \right] \beta b_0 d$$

con un valor mínimo de:

$$V_{ct} = [0,35f_{ctd} + 0,15\alpha_1\sigma'_{cd}] b_0 d$$

donde $\eta_1 = 0,40 + 0,60 \frac{\rho}{2200}$

Artículo 45º Estados límite de agotamiento por torsión en elementos lineales

45.2.2.1. Obtención de T_{ur}

El esfuerzo torsor de agotamiento por compresión oblicua del alma se obtendrá del articulado, reduciéndose por el factor ν .

$$\nu = 0,50\eta_1 \left(1 - \frac{f_{lek}}{250} \right)$$

Artículo 46º Estado Límite de Agotamiento frente a punzonamiento

46.3 Losas sin armadura de punzonamiento

La tensión máxima resistente en el perímetro crítico, se obtendrá como:

$$\tau_{rd} = \frac{0,18}{\gamma_c} \eta_1 \xi (100 \rho_t f_{ctv})^{1/3} + 0,1 \cdot \sigma'_{cd}$$

con un valor mínimo de:



$$\tau_{rd} = 0,40 f_{ctd} + 0,1 \cdot \sigma'_{cd}$$

TITULO 6.º EJECUCION

Artículo 69.º Procesos de elaboración, armado y montaje de las armaduras

69.3 Criterios generales para los procesos de ferralla

69.3.4.Doblado

Al objeto de evitar compresiones excesivas y hendimientos del HLE en la zona de curvatura de las barras, el doblado de las mismas para la formación de ganchos y patillas en U, se realizará con mandriles de diámetro no inferior a los indicados en la Tabla 69.3.4 multiplicados por [1,5]

El resto del contenido de este apartado es aplicable al HLE

69.4 Armado de la ferralla

69.4.1. Distancia entre barras de armaduras pasivas

69.4.1.1 Barras aisladas

El diámetro máximo de barra a emplear con HAL será $\phi = 32$ mm.
El resto del contenido de este punto es aplicable al HAL

69.4.1.2. Grupos de barras

En HAL los grupos de barras estarán constituidos, como máximo, por dos barras.

69.5 Criterios específicos para el anclaje y empalme de las armaduras

69.5.1 Anclaje de las armaduras pasivas

La longitud básica de anclaje de las barras corrugadas en HLE es la indicada en el texto multiplicada por el factor $[1/\eta_1]$,

siendo
$$\eta_1 = 0,40 + 0,60 \frac{\rho}{2200}$$

y donde ρ es el valor de la densidad seca del HAL ≤ 2000 (kg/m³)



39.3 Diagrama tensión – deformación de cálculo del hormigón

Para estos hormigones se recomienda la utilización de los diagramas parábola – rectángulo ó rectangular que se recogen a continuación, los cuales tienen en cuenta la disminución progresiva de la deformación de rotura cuando disminuye la densidad en seco del hormigón ligero:

a) Diagrama parábola – rectángulo:

Se puede utilizar el mismo diagrama del articulado variando la deformación última según:

$$\varepsilon_{cu} = 0,0035 \cdot \eta_1$$

$$\text{donde: } \eta_1 = 0,40 + 0,60 \frac{\rho}{2200}$$

b) Diagrama rectangular:

Es aplicable el diagrama rectangular del articulado, con tensión constante $\sigma_c = \eta(x)/f_{cd}$ y altura del bloque comprimido $y = \lambda(x) \cdot h$, variando la deformación última como expresa la ecuación anterior y donde el factor λ para la obtención de $\lambda(x)$ viene definido por la ecuación:

$$\lambda = 0,936 \cdot \eta_1 - 0,737$$

donde:

$$\eta_1 = 0,40 + 0,60 \frac{\rho}{2200}$$

39.6 Módulo de deformación longitudinal del hormigón

El módulo de deformación longitudinal tangente de un hormigón con árido fino ligero y densidad de 1.800 kg/m³ viene dado por la Tabla A.16.1.

TABLA A.16.1

f_{ctk} [N/mm ²]	25	30	35	40	45	50
E_{cu} [kN/mm ²]	22,1	23	23,9	24,7	25,4	26,1

En el caso de un hormigón ligero con árido fino normal y densidad 2.000 kg/m³ los valores del módulo de deformación longitudinal tangente se recogen en la tabla A.16.2.

TABLA A.16.2

f_{ctk} [N/mm ²]	25	30	35	40	45	50
E_{cu} [kN/mm ²]	27,2	28,4	29,5	30,5	31,4	32,3



CAPÍTULO IX. Capacidad resistente de bielas, tirantes y nudos

Artículo 40º Capacidad resistente de bielas, tirantes y nudos

40.3.4 Bielas de hormigón confinado

En el caso de no disponer de más datos, la resistencia característica y el alargamiento último de las bielas de hormigón confinado puede obtenerse mediante:

$$f_{ctk,c} = f_{ctk} (1,0 + k\alpha\omega_w)$$

donde:

$K = 0,66$ para hormigón ligero con arena.

$K = 0,60$ para hormigón ligero con árido fino ligero.

CAPÍTULO X. Cálculos relativos a los estados límite últimos

Artículo 42º Estados límite de agotamiento frente a solicitaciones normales

42.1.3 Dominios de deformación

Deberá tenerse en cuenta, en la definición de los dominios de deformación, la reducción de la deformación última en el hormigón en flexión, de acuerdo con lo establecido en este anejo.

Artículo 44º Estados límite de agotamiento frente a cortante

44.2.3.1 Obtención de V_{ur}

El esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua del alma se obtendrá del articulado, reduciéndose por el factor v .

$$v = 0,50\eta_1 \left(1 - \frac{f_{ctk}}{250} \right)$$

42.2.3.2. Obtención de V_{u2}

42.2.3.2.1. Piezas sin armadura de cortante

El esfuerzo cortante por tracción en el alma se obtendrá como:

$$V_{u2} = \left[\frac{0,18}{\gamma_c} \eta_{1,5} (100\rho_l f_{ctk})^{1/3} + 0,15\alpha_l \sigma'_{cd} \right] b_0 d$$

con un valor mínimo de:



Artículo 71.º Elaboración y puesta en obra del hormigón

71.3 Fabricación del hormigón

71.3.2. Dosificación de materiales componentes

En el caso de HLE la realización de ensayos previos, con objeto de comprobar que el HLE satisface las condiciones que se le exigen, es el modo establecido para aceptar la dosificación prevista y sancionar el procedimiento de ejecución del hormigón.

La gran cantidad de absorción de agua, que, generalmente, presentan los áridos ligeros en estado seco hace difícil determinar la relación “agua/cemento” real que corresponde a la dosificación prevista. Si el estado de aquellos es saturado, lo que no se consigue de modo inmediato, puede ocasionarse, desde la corteza accesible a los fenómenos de capilaridad, un proceso de transferencia de agua a la pasta del hormigón que también altera la relación “agua/cemento” prevista. En el primer caso disminuirá la trabajabilidad del HLE y en el segundo su resistencia.

La complejidad del problema da lugar a diversos procedimientos para ejecutar el hormigón que escapan a una regulación única. Por otra parte el correcto resultado de la dosificación prevista es muy sensible a pequeños ajustes del procedimiento de ejecución. Por tanto se establecen los ensayos previos como método de validación de la dosificación y del procedimiento de ejecución, como proceso único e indivisible.

El resto del contenido de este artículo es aplicable al HLE.

71.3.2.3 Áridos

En la ejecución de HLE la dosificación de los áridos puede realizarse en peso, en volumen, o de modo mixto de modo que el árido ligero se dosifica en volumen y el resto en peso.

El resto del contenido de este artículo es aplicable al HLE.

71.3.3 Amasado del hormigón

Para el amasado del HLE se utilizará, en general, más tiempo que para el Hormigón convencional. Este incremento del tiempo de amasado se destinará a la humectación de los áridos, antes de añadir el cemento, y a homogeneizar la masa después de añadir el aditivo, posteriormente a la adición del agua total de amasado. Estos tiempos están destinados a evitar que la rápida absorción de agua y de aditivo por parte del árido ligero reste trabajabilidad a la masa de hormigón y eficacia a la acción del propio aditivo.

La baja densidad del árido ligero puede ocasionar, al inicio del amasado y en función del grado de saturación de agua que presente al entrar en la amasadora, la flotación del mismo, lo que puede llegar a determinar el aprovechamiento eficaz de la amasadora.

El resto del contenido de este artículo es aplicable al HLE.



71.4 Transporte y suministro del hormigón

71.4.1 Transporte del hormigón

Si se realiza el transporte de HLE por tubería (Bombeo) se debe considerar la influencia de la presión de bombeo en el incremento de absorción de agua por parte de los áridos ligeros, así como del decremento correspondiente cuando aquella cesa. En el primer caso se producirá una pérdida de trabajabilidad y en el segundo un exceso en la relación agua/cemento. En el primer supuesto se dificultará la puesta en obra y, fundamentalmente, la propia operación de bombeo y, en el segundo, se producirá una pérdida de resistencia en el hormigón afectado, así como una pérdida de compacidad en su estructura interna. En consecuencia, deber preverse estas alteraciones en la dosificación.

Los correspondientes ensayos previos del HLE, después de bombeado, constituyen el procedimiento de validación del mismo.

El transporte en camión hormigonera permite, mediante un amasado previo al vertido, corregir la tendencia a la disminución de la docilidad que se produce, en todos los casos, durante el mismo, así como la tendencia a la segregación del árido ligero durante el transporte de los hormigones de mayor docilidad.

El resto del contenido de este artículo es aplicable al HLE.

71.5 Puesta en obra del hormigón

71.5.2 Compactación del hormigón

La compactación del HLE exige mayor energía de vibración que la demandada por un hormigón normal. En consecuencia, la compactación se realizará reduciendo la separación entre las posiciones consecutivas de los vibradores al 70% de la utilizada para un hormigón estructural normal.

La tendencia a la flotación del árido ligero crece con vibraciones excesivas. El acabado superficial de la cara por la que se coloca el hormigón debe realizarse mediante un utillaje adecuado para presionar el árido ligero e introducirlo en la masa, de modo que quede recubierto por la lechada.

| 10.9. Referencias para presupuesto
de proyecto de edificio de viviendas

PROTEGIDO

PLANCHAS

Planchas Gruesas

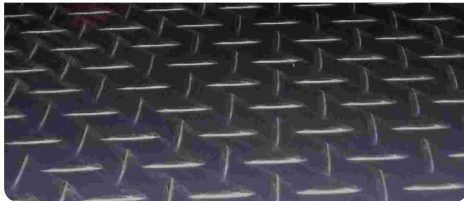
Especificaciones Generales	
Espesores: 6.00 a 100.00 mm.	Anchos: 2000 y 2440 mm.
Largos: 3.0 - 6.0 - 9.0 y 12.0 mts.	Calidades: A36 - A515 - A572.



Espesor mm.	Peso Teórico kg/m ²
6,00	48,00
8,00	64,00
10,00	80,00
12,00	96,00
14,00	112,00
16,00	128,00
18,00	144,00
20,00	160,00
22,00	176,00
25,00	200,00
32,00	256,00
38,00	304,00
50,00	400,00
65,00	520,00
75,00	600,00
100,00	800,00

Planchas Diamantadas

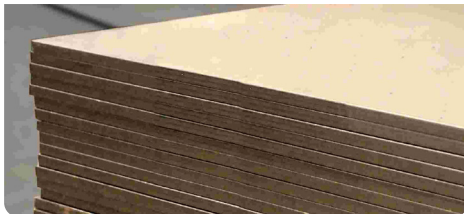
Especificaciones Generales	
Espesores: 2.50 a 6.00 mm.	Ancho: 1000 mm.
Largos: 3.0 y 6.0 mts.	Calidad: A786.
Largos especiales a pedido.	



Espesor mm.	Peso Teórico kg/m ²
2,50	21,25
3,00	25,50
4,00	34,00
5,00	42,50
6,00	51,00

Planchas Antiabrasivas

Especificaciones Generales	
Espesores: 8.00 a 50.00 mm.	Ancho: 2000 mm.
Largos: 3.0 - 6.0 - 9.0 y 12.0 mts.	Calidades: 360 HB Y 500 HB.



Espesor mm.	Peso Teórico kg/m ²
8,00	64,00
10,00	80,00
12,00	96,00
20,00	160,00
25,00	200,00
30,00	240,00
38,00	304,00
50,00	400,00

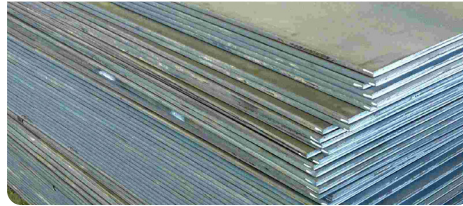
Todas las especificaciones señaladas están sujetas a confirmación por parte de Cintac Centroacero. Consulte por otros espesores.

PLANCHAS

Laminados en caliente

Especificaciones Generales	
Espesores: 2.00 a 12.00 mm.	Anchos: 1000 y 1500 mm.
Largos: 2.0 - 2.5 - 3.0 y 6.0 mts.	Calidades: A42-27ES-A36
Largos especiales a pedido.	

Formato entrega: A granel y bultos de 2000 Kg. Aprox.



Espesor mm.	Peso Teórico kg/m ²
2,00	16,00
2,50	20,00
3,00	24,00
4,00	32,00
5,00	40,00
6,00	48,00
8,00	64,00
10,00	80,00
12,00	96,00

Laminados en frío

Especificaciones Generales	
Espesores: 0.40 a 1.9 mm.	Anchos: 1000 y 1200 mm.
Largos: 2.0 - 2.5 y 3.0 mts.	Calidad: SAE 1008.
Largos especiales a pedido.	

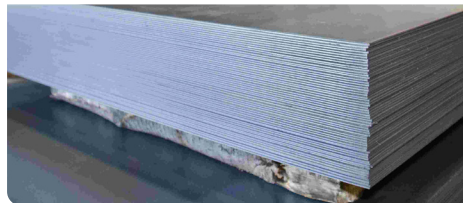
Formato entrega: A granel y bultos de 2000 Kg. Aprox.



Espesor mm.	Peso Teórico kg/m ²
0,40	3,20
0,50	4,00
0,60	4,80
0,70	5,60
0,80	6,40
0,90	7,20
1,00	8,00
1,20	9,60
1,40	11,20
1,50	12,00
1,90	15,20

Laminados en caliente decapados

Especificaciones Generales	
Espesores: 2.00 a 5.00 mm.	Ancho: 1000 mm.
Largos: 3.0 mts.	Calidad: SAE 1010
Largos especiales a pedido.	



Espesor mm.	Peso Teórico kg/m ²
2,00	16,00
2,50	20,00
3,00	24,00
4,00	32,00
5,00	40,00

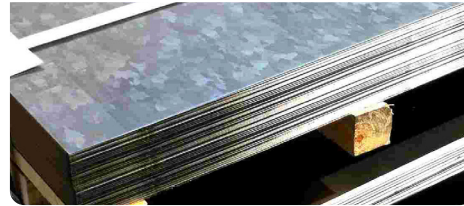
Todas las especificaciones señaladas están sujetas a confirmación por parte de Cintac Centroacero. Consulte por otros espesores.

PLANCHAS

Planchas galvanizadas

Especificaciones Generales	
Espesores: 0.35 a 2.5 mm.	Anchos: 1000 y 1220 mm.
Largos: 2.0 - 2.5 y 3.0 mts.	Calidad: A653 LFQ G60.
Largos especiales a pedido.	

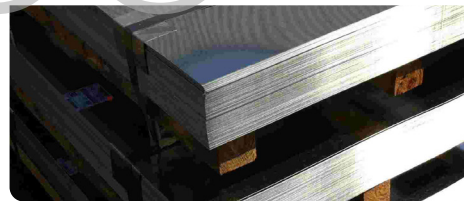
Formato entrega: A granel y bultos de 2000 Kg. Aprox.



Espesor mm.	Peso Teórico kg/m ²
0,35	2,68
0,40	3,07
0,50	3,79
0,60	4,59
0,80	6,19
1,00	7,73
1,20	9,33
1,50	11,59
1,90	14,88
2,50	19,58

Planchas Zinc Aluminio

Especificaciones Generales	
Espesores: 0.35 a 0.80 mm.	Ancho: 1000 mm.
Largos: 2.0 - 2.5 y 3.0 mts.	Calidad: ASTM AZ50
Largos especiales a pedido.	



Espesor mm.	Peso Teórico kg/m ²
0,35	2,56
0,40	2,95
0,50	3,72
0,60	4,50
0,80	6,05

Todas las especificaciones señaladas están sujetas a confirmación por parte de Cintac Centroacero. Consulte por otros espesores.



IPN

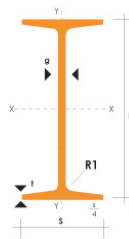
PERFILES LAMINADOS IPN

Especificaciones Generales

- Calidad: ASTM A36
- Otras calidades: Previa Consulta
- Largo normal: 6.00m y 12.00m
- Otros largos: Previa Consulta
- Acabado: Natural
- Otro acabado: Previa Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES				SECCION PESOS				PROPIEDADES			
	h mm	s mm	g mm	t mm	R mm	R1 mm	cm ²	Kg/m	Ix cm ⁴	Iy cm ⁴	Wx cm ³	Wy cm ³
IPN 80	80	42	3.90	5.90	30.90	2.30	7.58	5.95	77	6.29	19.50	3.00
IPN 100	100	50	4.50	6.80	4.50	2.70	10.89	8.32	171	12.20	34.20	4.88
IPN 120	120	58	5.10	7.70	5.10	3.10	14.20	11.20	328	21.50	54.70	7.41
IPN 140	140	66	5.70	8.60	5.70	3.40	18.30	14.40	573	35.20	81.90	10.70
IPN 160	160	74	6.30	9.50	6.30	3.80	22.80	17.90	935	54.70	117.00	14.80
IPN 180	180	82	6.90	10.40	6.90	4.10	27.90	21.90	1450	81.30	161.00	19.80
IPN 200	200	90	7.50	11.30	7.50	4.50	33.50	26.30	2140	117.00	214.00	26.00
IPN 220	220	98	8.10	12.20	8.10	4.90	39.60	31.10	3060	162.00	278.00	33.10
IPN 240	240	106	8.70	13.10	8.70	5.20	46.10	36.20	4250	221.00	354.00	41.70
IPN 260	260	113	9.40	14.10	9.40	5.60	53.40	41.90	5740	288.00	442.00	51.00
IPN 300	300	125	10.80	16.20	10.80	6.50	69.10	54.20	9800	451.00	653.00	72.20
IPN 340	340	137	12.20	18.30	12.20	7.30	86.80	68.10	15700	647.00	923.00	98.40
IPN 360	360	143	13.00	19.50	13.00	7.80	97.10	76.20	19610	818.00	1090.00	114.00
IPN 400	400	155	14.40	21.60	14.40	8.60	118.00	92.60	29210	1160.00	1460.00	149.00
IPN 450	450	170	16.20	24.30	16.20	9.70	147.00	115.00	45850	1730.00	2040.00	203.00
IPN 500	500	185	18.00	27.00	18.00	10.80	180.00	141.00	68740	2480.00	2750.00	268.00
IPN 550	550	200	19.00	30.00	19.00	11.90	213.00	167.00	99180	3490.00	3610.00	349.00



12

www.dipacmanta.com

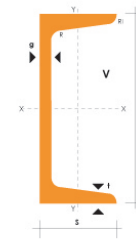
PERFILES LAMINADOS UPN

Especificaciones Generales

- Calidad: ASTM A36
- Otras calidades: Previa Consulta
- Largo normal: 6.00m y 12.00m
- Otros largos: Previa Consulta
- Acabado: Natural
- Otro acabado: Previa Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES						SECCION	PESOS kg/m	TIPOS			
	h mm	s mm	g mm	t mm	R mm	R1 mm			cm ²	Ix cm ⁴	Iy cm ⁴	Wx cm ³
UPN 50	50	38	5.00	7.00	7.00	3.50	7.12	5.50	26.40	9.12	10.60	3.75
UPN 65	65	42	5.50	7.50	7.50	4.00	9.03	7.00	37.00	14.10	17.70	5.07
UPN 80	80	45	6.00	8.00	8.00	4.00	1.10	8.64	106.00	19.40	26.50	6.36
UPN 100	100	50	6.00	8.50	8.50	4.50	13.50	10.60	206.00	29.30	41.20	8.49
UPN 120	120	55	7.00	9.00	9.00	4.50	17.00	13.40	364.00	43.20	60.70	11.10
UPN 140	140	60	7.00	10.00	10.00	5.00	20.40	16.00	605.00	62.70	86.40	14.80
UPN 160	160	65	7.50	10.50	10.50	5.50	24.00	18.80	905.00	85.30	116.00	18.30
UPN 180	180	70	8.00	11.00	11.00	5.50	28.00	22.00	1350.00	114.00	150.00	22.40
UPN 200	200	75	8.50	11.50	11.50	6.00	32.20	25.30	1910.00	148.00	191.00	27.00
UPN 220	220	80	9.00	12.50	12.50	6.50	37.40	29.40	2690.00	197.00	245.00	33.60
UPN 240	240	85	9.50	13.00	13.00	6.50	42.30	33.20	3600.00	248.00	300.00	39.60
UPN 260	260	90	10.00	14.00	14.00	7.00	48.30	37.90	4820.00	317.00	371.00	47.70
UPN 300	300	100	10.00	16.00	16.00	8.00	58.80	46.20	8030.00	495.00	535.00	67.80



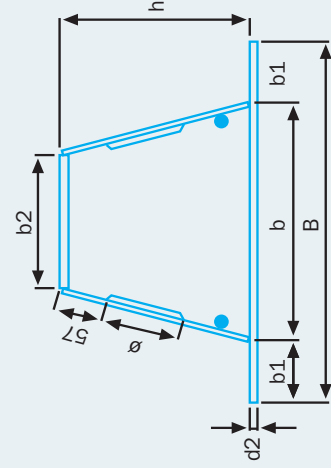
13

www.dipacmanta.com

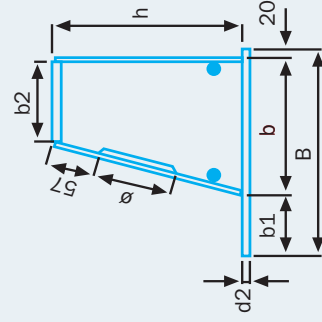
● Dimensiones de les DELTABEAM

Deltabeam tipus	b	b1*	b2	d2	h	∅	BIGUES CENTRALS		BIGUES LATERALS	
							b	b1	b	b1
D20-200	200	97,5	100		200	80				
D20-300	300	97,5	180		200	80				
D20-400	400	130	278		200	80				
D26-300	300	97,5	148		265	80				
D26-400	400	130	245		265	80				
D32-300	300	97,5	110		320	80				
D32-400	400	130	210	5-25	320	80				
D37-400	400	130	180		370	150				
D37-500	500	130	278		370	150				
D40-400	400	130	180		400	150				
D40-500	500	130	278		400	150				
D50-500	500	130	230		500	150				
D50-600	600	130	330		500	150				
DR20-b	Definida per el client		100		200	80				
DR26-b	Definida per el client		100		265	150				
DR32-b	Definida per el client		130	5-25	320	150				
DR37-b	Definida per el client		130		370	150				
DR40-b	Definida per el client		130		400	150				
DR50-b	Definida per el client		130		500	150				

CENTRAL



LATERAL



* Mida estàndard, si no la defineix el client (mínim 20 mm).

PROTEGIDO