



**Facultad de Ingeniería
Escuela de Construcción Civil**

**Análisis Comparativo del Acondicionamiento
Térmico Entre Distintos Programas de Construcción
de Viviendas Sociales en la Región de Valparaíso.**

**Por:
Nicolás Avalos Orellana**

**Tesis para optar al Grado de Licenciado en Ciencias de la
Construcción y Título de Ingeniero Constructor.**

Prof. Guía: Claudio Carrasco Aldunate.

Abril, 2015.

*Detrás del miedo, orgullo y egocentricidad
se encuentra el amanecer la libertad,
sin olvidar además,
que todos los días encontrarás
un nuevo y distinto amanecer.*

Índice

Resumen.....	7
CAPITULO I: Antecedentes Generales	8
1.1 Introducción.....	9
1.2 Objetivos de la Investigación.....	10
1.2.1 Objetivos Generales.....	10
1.2.2 Objetivos Específicos	10
1.3 Alcances y Limitaciones.....	11
1.4 Metodología de trabajo.....	12
1.5 Justificación del estudio.....	13
1.6 Aporte de la Investigación	13
CAPITULO II: Consideraciones Generales	14
2.....	15
2.1 La Vivienda Social.....	15
2.2 La Vivienda Social en Chile.....	16
2.3 Confort Térmico de una Vivienda.....	17
2.4 Eficiencia Energética.....	19
2.5 Ventajas del ahorro energético.....	19
2.6 Sustentabilidad.....	20
2.7 Transferencias de Calor.....	20
2.7.1 Conducción.....	21
2.7.2 Convección.....	21
2.7.3 Radiación.....	21
2.8 Aislación Térmica.....	21
2.9 La Simulación Energética.....	21
2.10 Simuladores Energéticos y sus variables.....	22
2.10.1 Programa LIDER.....	23
2.10.2 Programa ECOTECT.....	24
2.10.3 Programa Archisun.....	26
2.11 Simulador Energético Certificación del Comportamiento Energético de Edificaciones (CCTE).....	28
2.12 Área y Coeficiente de Transferencia de Calor por Elemento Constructivo.....	30
2.12.1 Envoltente de una Vivienda.....	30
2.13 Transmitancia Térmica (U).....	31
2.13.1 Techumbre, muros y pisos ventilados:	31
2.13.2 Vanos.....	32
2.13.3 Piso en contacto con el terreno.....	33
2.14 Concepto de Consumo Energético de una Vivienda (C).....	33
2.15 Calificación Energética.....	34
2.15.1 La calificación de Arquitectura.....	35
2.15.2 La calificación de Arquitectura+Equipos+Tipo de energía.....	36
Capitulo III: Desarrollo de la Investigación.....	37
3.....	38
3.1 Etapas del Estudio.....	38
3.1.1 Recopilación de antecedentes de viviendas sociales en altura.....	38

3.1.2	Determinación de los Conjuntos a Estudiar.	39
3.1.3	Investigación de la materialidad de la envolvente.	40
3.1.4	Calculo del consumo energético.	56
3.1.5	Determinación de la eficiencia energética de las viviendas.	58
Capítulo IV: Presentación y Análisis de Resultados.		60
4.1	Resultados Consumo Energético de las Viviendas.	61
4.1.1	Edificios Acero República Popular China.	61
4.1.2	Edificio Prefabricad KPD.	66
4.1.3	Población Meseta del Gallo.	67
4.1.4	Meseta del Gallo II.	71
4.1.5	Resumen de los Resultados.	74
b)	Gráfico de la demanda energética de cada vivienda perteneciente al último piso. .	74
4.2	Determinación de la eficiencia energética de las viviendas con respecto al consumo requerido para un adecuado acondicionamiento térmico.	76
4.2.1	Edificios Acero República Popular China.	76
4.2.2	Edificio Prefabricad KPD.	81
4.2.4	Población Meseta del Gallo.	82
4.2.5	Población Meseta del Gallo II.	87
4.3	Determinación y Análisis del comportamiento de cada tipología.	90
Capítulo V: Conclusiones.		96
5.1	Conclusiones Específicas.	97
5.2	Conclusiones Generales.	98
5.3	Futuras Investigaciones.	100
Bibliografía.		101
Anexos.		103
6.1	Apéndice A de la Norma NCh 853 (INN 2007)	104
6.2	Apéndice B Listado Oficial de Soluciones Constructivas del MINVU (Base de Datos Programa CCTE).	110

Índice de Ilustraciones

Ilustración 2.1 Gráfico Confort Térmico.	186
Ilustración 2.2 Los Círculos de Bundland: Lo Sustentable.....	208
Ilustración 2.3 Tipos de transferencias de calor en una vivienda.	208
Ilustración 2.4 Maqueta Virtual Programa LIDER.....	231
Ilustración 2.5 Representación de los volúmenes en Ecotect.	23
Ilustración 2.6 Pantalla de selección climática Archisun.....	24
Ilustración 2.7 Zonas Climáticas V Región, Chile.	286
Ilustración 2.8 Etiqueta Calificación Energética.....	32
Ilustración 2.9 Clasificación Etiqueta Eficiencia Energética.....	353
Ilustración 3.1 Localización de los Conjuntos.....	37
Ilustración 3.2 Edificio República Popular China.....	38
Ilustración 3.3 Plantas edificio República Popular China	39
Ilustración 3.4 Elevación Frontal R. China.	40
Ilustración 3.5 Elevación Lateral Rep. China.	40
Ilustración 3.6 Elevación Posterior Rep. China.	41
Ilustración 3.7 Edificios Prefabricados KPD.....	42
Ilustración 3.8 Planta Edificios prefabricados KPD.	43
Ilustración 3.9 Elevación Frontal KPD.....	44
Ilustración 3.10 Elevación Posterior KPD.....	45
Ilustración 3.11 Edificio Población Meseta del Gallo.....	46
Ilustración 3.12 Planta edificio Meseta del Gallo.	47
Ilustración 3.13 Corte Edificio Meseta del Gallo.	48
Ilustración 3.14 Elevación Edificio Meseta del Gallo.	48
Ilustración 3.15 Edificio Meseta del Gallo II.	49
Ilustración 3.16 Planta Edificio Meseta del Gallo II.	50
Ilustración 3.17 Elevación Frontal Meseta del Gallo II.	50
Ilustración 3.18 Elevación Lateral Edificio Meseta del Gallo II.	51
Ilustración 3.19 Elevación Posterior Edificio Meseta del Gallo II.	52
Ilustración 3.20 Corte Interior Meseta del Gallo II.	53
Ilustración 3.21 Información Climática y descripción del proyecto.....	54
Ilustración 3.22 Materiales del Proyecto.....	54
Ilustración 3.23 Ejemplo de cerramiento construido no perteneciente al listado oficial.....	55
Ilustración 3.24 Construcción 3D de la Simulación.	55
Ilustración 3.25 Resultado del cálculo de consumo.....	56
Ilustración 3.26 Escala y Etiqueta de Calificación Energética.....	57
Ilustración 3.27 Escala de Calificación Energética en Base a la OGUC.....	57
Ilustración 4.1 Orientaciones Viviendas Tipo CAP.....	59
Ilustración 4.2 Construcción 3D Vivienda República Popular China.....	60
Ilustración 4.3 Transmitancia Térmica composición muro.....	64
Ilustración 4.4 Resultados del Incumplimiento a la Reglamentación Térmica.....	64
Ilustración 4.5 Orientación Departamentos Meseta del Gallo.....	65
Ilustración 4.6 Construcción 3D Departamentos Meseta del Gallo.....	65
Ilustración 4.7 Orientación Departamentos Meseta del Gallo II.....	66

Ilustración 4.8 Construcción 3D Departamentos Meseta del Gallo II.....	66
Ilustración 4.9 Calificación Departamentos KPD.....	79

Índice de Tablas

Tabla 2.1 Clasificación de zonas V Región.....	28
Tabla 2.2 Valores Máximos para la Transmitancia Térmica.	29
Tabla 2.3 <i>U vidrio</i> En función del ancho del espaciador.	30
Tabla 2.4 U marco no macizo.....	31
Tabla 2.5 Escala de calificación energética de arquitectura.	33
Tabla 3.1 Conjuntos Habitacionales.	37
Tabla 4.1 Clasificación de Viviendas según variables.	88
Tabla 4.2 Valores Máximos para la transmitancia en estudio.....	89
Tabla 4.3 Superficies Vidriadas y Volumen de viviendas.....	98

Resumen.

En Chile el tema de la vivienda social ha sido muy utilizado , a lo largo del tiempo, por la opinión pública y política mostrando a menudo en medios de comunicación la entrega de un gran número de viviendas a personas que por sus condiciones sociales generalmente son de una gran ayuda en su lucha por el anhelado escape a deficientes condiciones de vida como lo son generalmente en campamentos el hacinamiento, escasa urbanización y áreas de recreación, pésimas condiciones de habitabilidad (térmicas, acústicas) y en su gran mayoría falta de servicios básicos fundamentales para vivir, tales como la electricidad y agua potable.

Con el pasar del tiempo nos podemos dar cuenta del gran esfuerzo por tratar de terminar con el déficit habitacional de nuestro país, esfuerzo que se ve reflejado mayormente en suplir el déficit cuantitativo, con el objetivo de que dentro de las estadísticas se muestre una justificada gestión respecto a las instituciones de servicio público y un justificado direccionamiento de los recursos públicos por parte del Estado, dejando de lado el aspecto cualitativo de las viviendas, como los son las consideraciones de habitabilidad y la vida útil de las obras, (Bravo, L 2008).

Si bien es un gran avance el que cada vez más personas tengan un hogar donde poder desarrollar sus vidas, no podemos dejar de lado las condiciones de habitabilidad a las cuales se verán enfrentado los futuros moradores y por ningún motivo podemos dejar pasar por alto las malas condiciones de habitabilidad que muestran algunos conjuntos de viviendas sociales entregados por el Estado, ya que además de que los recursos fiscales estén siendo mal invertidos, la gente que busca salir de su situación de vulnerabilidad se está llevando una gran desilusión.

Es por esto que se plantea realizar un estudio comparativo enfocado a uno de los problemas de habitabilidad existente dentro de las viviendas sociales, como lo es el confort y la eficiencia con la que se comportan térmicamente, verificando en las edificaciones si la reglamentación térmica que se está impulsando actualmente es suficiente para mitigar el problema, tanto en conjuntos habitacionales construidos antes y después de la puesta en marcha de dicha reglamentación (2007).

La investigación se realizará en base a lo expresado en las normas chilenas, ley general de urbanismo y construcción y la modificación del Artículo 4.1.10 de la OGUC.

CAPITULO I: Antecedentes Generales

1.1 Introducción.

Chile es un país con vasta experiencia en lo que a políticas habitacionales respecta comparándolo con otros países de la región, teniendo en cuenta que los primeros programas enfocados a la vivienda social nacieron en 1906, comenzando desde la creación del Consejo de Habitaciones Obreras, hasta las instituciones existentes en nuestros tiempos, como lo son el MINVU (Ministerio de Vivienda y Urbanismo), el cual se encarga de brindar una mayor calidad de vida a las personas a través de la vivienda y así mismo supervigilar las políticas nacionales de vivienda y de desarrollo urbano, siendo materializado a lo largo del país por los SERVIU (Servicio de Vivienda y Urbanización), quien se encarga de licitar, contratar y supervisar los proyectos y la ejecución de los conjuntos de viviendas sociales(MINVU,1998).

A pesar de esto en nuestro país aún existen déficit muy grandes en este tipo de viviendas al intentar mitigar dicha falencia mayoritariamente en su aspecto cuantitativo, dejando de lado características cualitativas, las cuales son fundamentales en la habitabilidad de quienes las utilizarán para desarrollar sus vidas. Con respecto a esto Martínez (2002), nos dice que es concebido que la producción de la vivienda de interés social es un caso más de producción de la vivienda en general, teniendo ella la pretensión de solucionar, o a lo menos paliar, el déficit de vivienda en el país en cuestión, déficit que afecta, casi exclusivamente a los sectores de menores recursos económicos de la población lo que involucra, en la mayoría de los casos, un déficit social y cultural muy grande.

Por otra parte Bravo (2008), denuncia que por varios años la evaluación de la vivienda en su aspecto físico, estuvo centrado particularmente en su "Resistencia y Estabilidad" permaneciendo en la penumbra otros aspectos en cuanto a las demás exigencias físicas y psicofisiológicas de la habitabilidad tales como la "humedad", "aislación térmica" y aislación acústica". Al dejar de lado estos aspectos, el confort de la vivienda disminuye y a su vez disminuye también la calidad de esta.

Este déficit de calidad en la vivienda se traduce directamente en la disminución de la calidad de vida de las personas que las habitan.

Actualmente en Chile se está dando mucho énfasis a la eficiencia térmica de las viviendas en general, algo muy considerable ya que con esto se avanza a una mejora en la calidad del confort de la vivienda y a su vez se acerca un poco más a una construcción sustentable con la disminución en el consumo energético, el cual tiene múltiples beneficios tales como el ahorro de energías no renovables y la disminución de gastos en calefacción por parte de las familias, entre otros.

Respecto a esto el MINVU ha incorporado en los últimos años dos modificaciones a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, determinando exigencias para los complejos de techumbre en una primera etapa, para luego continuar con los muros, pisos ventilados y superficie máxima para ventanas, según se señala en el Artículo N° 4.1.10 de dicho reglamento y también contemplando a futuro una tercera etapa consistente en la certificación energitérmica sobre el comportamiento global, cuya definición se encuentra en proceso por parte del ministerio de vivienda y urbanismo.

Es por esto que en la presente investigación se investiga el comportamiento térmico de viviendas sociales, en distintos periodos de tiempo, entregadas por el Estado en la región de Valparaíso, analizando el cumplimiento de estas viviendas con respecto a estas nuevas políticas de acondicionamiento térmico implementadas por el MINVU.

1.2 Objetivos de la Investigación.

1.2.1 Objetivos Generales

Determinar el comportamiento térmico, en base al consumo energético, de viviendas sociales en altura construidas en distintos periodos, en la región de Valparaíso.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el consumo energético necesario para un confort térmico en viviendas sociales construidas antes y después a la actual reglamentación térmica (2007).
- Comparar estos consumos a través de la clasificación de los resultados en base a la calificación energética de viviendas propuesta por el ministerio de vivienda y urbanismo.
- Definir las tipologías que presentan mejor desempeño energético.

1.3 Alcances y Limitaciones.

- La presente investigación se realizará en la comuna de Viña del Mar, sector Miraflores alto.
- Se investigarán viviendas en altura licitadas, construidas o entregadas por el Estado chileno como soluciones habitacionales de bajo costo.
- El estudio estará enfocado al análisis del consumo energético necesario para alcanzar un confort térmico de las distintas viviendas sociales construidas con anterioridad o posterioridad a la modificación del Artículo 4.1.10 de la OGUC del 2007.
- Para el cálculo del consumo se utilizará el Software de simulación térmica dinámica proporcionada por el MINVU, llamado CCTE_CL.

1.4 Metodología de trabajo.

La investigación propuesta será realizada en tres etapas:

Etapa exploratoria:

- Planteamiento del problema
- Adecuada revisión bibliográfica.
- Comprensión de las actuales normativas nacionales e internacionales respecto del comportamiento térmico.
- Problemática del estudio: Objetivos generales y específicos, alcances y limitaciones.

Etapa de formulación:

- Análisis del programa experimental: Inspección visual en terreno y cálculo del consumo energético para un adecuado confort térmico.

Etapa de desarrollo:

- Análisis de los resultados obtenidos
- Comparación de resultados: Comparación cálculos teóricos y comparación con la actual reglamentación térmica.

1.5 Justificación del estudio

A fines de septiembre (2012) el Gobierno dio a conocer el déficit habitacional actualizado en base a las cifras de la CASEN 2011. Éste creció un 17,8%, pasando de 420.587 a 495.304 entre el 2009 y 2011 y aumentando en 74.717 las viviendas requeridas. (Centro de investigación Libertad y Desarrollo 2012).

Uno de los principales problemas sobre el tema es el déficit cualitativo y el poco mantenimiento de las viviendas sociales entregadas por el gobierno. Durante muchos años se promovió la construcción de extensos y densos conjuntos de vivienda social, que contemplaban entre 30 y 40 m² por cada unidad, contando en buena parte de los casos con muy bajos estándares de construcción. Asimismo, la configuración espacial de los conjuntos genera espacios residuales y lugares con muy poco control, lo que ha transformado estos espacios en lugares abandonados. (*Programa de Condominios Sociales* (s.f.). Recuperado el 25 de Marzo de 2014, de http://www.minvu.cl/opensite_20070308155730.aspx.)

Por otra parte, en los últimos años, se ha puesto mucho énfasis en el cuidado del medio ambiente en el cual la industria de la construcción se está orientando sistemáticamente a avanzar a una construcción sustentable. Ejemplo de ello se tiene en desarrollo el Programa de Certificación de Edificio sustentable (CES) que surgen como una respuesta del sector al desafío del desarrollo sustentable y el cambio climático. En la práctica, un “edificio sustentable” es aquel que logra altos niveles de calidad ambiental interior, con un uso eficiente de recursos y baja generación de residuos y emisiones.

Tomando en cuenta lo anteriormente mencionado, asoma una problemática en particular, como es unir estos dos aspectos como los son el déficit en el confort de la vivienda social y la eficiencia energética de estas.

Con respecto a esto Bravo (2008), hace la siguiente pregunta en su libro “Una Calidad Esquiva” ¿Por qué estudiar la calidad en la vivienda social?, a lo que el mismo autor responde:

- Por vocación profesional, como intento de crear gratos y buenos espacios en donde la familia pueda desarrollarse con salud y bienestar.

En conclusión cuando hablamos de calidad, estamos hablando del “Conjunto de condiciones que contribuyen a hacer agradable y valiosa la vida (calidad de vida), esto quiere decir que al mejorar la calidad de las viviendas, la calidad de vida de las familias habitantes de ellas mejoraran sustancialmente.

1.6 Aporte de la Investigación

Con esta investigación se busca establecer la situación actual de viviendas sociales en altura con respecto a su acondicionamiento térmico, para así entregar soluciones a las familias habitantes cuando las malas condiciones térmicas lo ameriten y además aportar a los nuevos programas de eficiencia energitérmica con datos in situ de los conjuntos, lo que se verá traducido en una construcción más amigable a sus moradores y al medio ambiente.

CAPITULO II: Consideraciones Generales

2.1 La Vivienda Social

En la actualidad se tiene el concepto de vivienda social como viviendas que se sacan al mercado a un precio mucho menor del mismo y al que pueden acceder determinados colectivos de personas con un determinado nivel de renta. (Bravo, L. 2008), definición bastante vaga si solo se está considerando los aspectos económicos entre la definición en sí de vivienda social y el conjunto de personas a las cuales están destinadas.

El MINVU define a la vivienda social como bien inmueble construido con características que permita a una familia, constitutiva de hogar, residir en condiciones de seguridad, salubridad y privacidad. Esta definición deja de lado aspectos de confort como lo es la aislación térmica y su eficiencia.

Según Sepúlveda (1986) la vivienda es un “derecho” fundamental reconocido universalmente desde hace más de un cuarto de siglo. Ella es un lugar permanente y seguro que merece toda persona, donde pueda recogerse junto a su familia, recuperarse física y emocionalmente del trabajo diario y salir cotidianamente rehabilitado para ganarse el sostén de los suyos y de sí mismo. Es un refugio familiar donde se obtiene comprensión, energía, aliento, optimismo para vivir y entregarse positivamente a la sociedad a que se pertenece.

Claramente dentro de nuestra sociedad vemos distintas interpretaciones del concepto de vivienda social, sobre todo por los intereses que se crean al dejar en manos del mercado las soluciones de estos problemas, y más aún, la escasa conciencia que se debiese incentivar en los sectores productores pertenecientes a este círculo, ya sean desde los gobiernos de turno, casas de estudios quienes forman a los profesionales del área, los mismos profesionales quienes prácticamente se enfocan en dar solución a los problemas del mercado inmobiliario.

2.2 La Vivienda Social en Chile.

La vivienda social en Chile comienza por la necesidad de entregar un hogar a la clase trabajadora, que por motivos de la industrialización en las grandes ciudades, emigra una gran cantidad de personas desde el sector rural a las grandes urbes en búsqueda de mejores condiciones de trabajo. La primera iniciativa data de fines del siglo XIX por parte del sector privado en la ciudad de Valparaíso con la creación de la Población Obrera la Unión, ubicada en el cerro Cordillera, fundada en beneficio de la Unión Social de Orden y Trabajo por Juana Ross de Edwards el 9 de Enero de 1898.

Sin embargo esta iniciativa no surge por parte del Estado, ya que recién en 1906 se comienza a abordar el tema habitacional para los trabajadores con la creación del Consejo de Habitaciones Obreras, institución dedicada a la construcción directa de viviendas para posteriormente arrendarla a los trabajadores, además de higienizar viviendas existentes y también normalizarlas.

Esta iniciativa llega hasta el año 1925 donde si bien hubo beneficiados por parte de esta política, fue totalmente insuficiente pero marca el inicio de un problema que se busca solucionar hasta el día de hoy. (Castillo et al. 2007)

En el mismo año 1925 se produce la creación de la Ley 308, que deja atrás a un período de aciertos y vacilaciones marcado por iniciativas de corte higiénico; en términos de viviendas construidas tuvo un aporte restringido, pero marcó el inicio de una dinámica de realizaciones por parte del Estado que influirían en el conjunto de la política social que comenzaba a gestarse en esos años. (Arellano, 1985).

En el año 1936 se crea la Caja de Habitación Popular, que sería hasta 1952 el ente encargado de desarrollar los programas relativos a la vivienda social. En este periodo la Caja de Habitación Popular estuvo presente en la construcción de 43.410 viviendas. (Hidalgo, R. 1999).

Posteriormente en la década de 1950 se materializa la creación de la Corporación de Vivienda (CORVI), su génesis está vinculada a la reforma de la administración pública que se produce en Chile hacia ese periodo, época en la cual por primera vez se habla de *Planes de Vivienda*. La CORVI es concebida como una especie de organismo motor del Plan de Vivienda, el cual a su vez debía ser formulado por el Ministerio de Obras Públicas, según lo estipulado en la nueva orgánica del Estado Chileno implantada en los años '50. De acuerdo a lo señalado en el decreto de creación de dicha agencia gubernamental, la CORVI estaría encargada de la ejecución, la urbanización, la reconstrucción, la remodelación y la reconstrucción de barrios y sectores comprendidos en Plan de Vivienda y en los Planes Reguladores elaborados por el Ministerio de Obras Públicas; además sería de su responsabilidad el estudio y fomento de la construcción de viviendas económicas. (Godoy, G. 1972).

La década de los '60 en Chile, estuvo marcada en materia habitacional por un hecho que también tendría consecuencias hasta el día de hoy. Se trata de la promulgación del Decreto con Fuerza de Ley N°2 (D.F.L. 2), el cual establece el Programa Nacional de Vivienda que comienza a incentivar el ahorro previo de las postulantes a viviendas sociales antes de acceder a ellas, instaurándose así también lo que se llamó el Sistema Nacional de Ahorro y Préstamo para la vivienda (Bravo, L. 1959).

Las soluciones impulsadas van en este periodo desde la autoayuda hasta la vivienda terminada llave en mano. Hacia este período también se comienzan a propiciar en aquellas unidades de autogestión la caseta sanitaria, la cual corresponde a una unidad constructiva que consta de baño o lavabo, cocina y un recinto para lavadero o fregadero, a partir del cual los beneficiarios deben construir o adosar sus viviendas para consolidarla definitivamente; dicha alternativa en la actualidad sirve de base a la mayoría de los programas de vivienda progresiva (PVP). (Hidalgo, R. 1997). Desde el punto de vista operativo de la acción del Estado cabe destacar la creación del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, que tendría como misión fundamental la formación de toda la política habitacional, el control y orientación de la actividad privada, la distribución de recursos para la construcción de viviendas, la planificación del desarrollo urbano y la atención de obras de equipamiento comunitario, pavimentación e instalaciones sanitaria. (Godoy, G. 1972).

El período 1970-1973, se caracterizó por planes anuales, que fueron los motores de la política social de aquella época, y que tuvieron como principio básico la concepción de que la vivienda es un bien al cual tienen derecho todos los habitantes y su reparto no se puede regir por reglas económicas, sino por necesidad y condiciones sociales. (Palma, E. et al 1979).

En el año 1973 se autoproclama el gobierno militar y la vivienda se concibe ahora como un derecho, que se adquiere con el esfuerzo y el ahorro; la familia y el Estado comparten responsabilidad para producir este bien. El Fisco, se reserva para sí las funciones de normar, planificar y controlar el proceso habitacional, pudiendo también subsidiar en forma directa a los grupos de más bajos ingresos. Se decide fomentar y apoyar la creación de un mercado abierto de viviendas, siendo responsabilidad del sector privado la producción de las mismas (López, L. 1974).

En la actualidad se sigue implementando esta base en las políticas de vivienda social, agregando reformas significativas, como son el tomar en consideración los aspectos de habitabilidad de las viviendas, un ejemplo de ello es el proyecto en marcha de Mejoramiento de habitabilidad del conjunto habitacional Sol de Granadilla ubicado en Miraflores alto, el cual genera una mejora en las condiciones de las viviendas teniendo en cuenta la poca mantención de las edificaciones, además de subsidios para el mejoramiento térmico de las envolventes, todo esto mirando a un futuro plan de eficiencia energética en el país.

2.3 Confort Térmico de una Vivienda.

Si hablamos de confort térmico hacemos referencia a las condiciones cuando las personas no experimentan sensación de calor ni de frío; es decir, cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimientos del aire son favorables a la actividad que desarrollan. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), (2007).

Las condiciones de comodidad o confort térmico dependen de las variables del medio ambiente, como la temperatura, humedad, velocidad del aire y radiación incidente.

El confort térmico, manifestado en un estado en que las personas se sienten cómodas en el ambiente que están habitando, está comprendida en el rango de los 17°C a los 24°C, que, complementado con la temperatura del cuerpo humano correspondiente a 37°C, genera una satisfacción y un equilibrio con la temperatura que lo envuelve (Rodríguez 2010). Sumado a lo anterior, la situación de confort dependerá también del tipo de vestimenta y de la actividad que están realizando las personas.

Por otro lado Givoni (1998) nos habla que para una actividad dada y suponiendo que las personas se encuentran vestidas de manera razonable para las condiciones existentes, el confort térmico puede ser logrado al encontrarse al interior de una “Zona de Confort”. Esta “Zona de Confort” se encuentra definida por la temperatura en ° C y la cantidad de humedad absoluta, es decir, la cantidad de gramos de agua por cada kilogramo de aire seco, además de considerar una velocidad del aire de 0,2 m/s, esto con respecto a la ventilación y renovación de aire que exista.

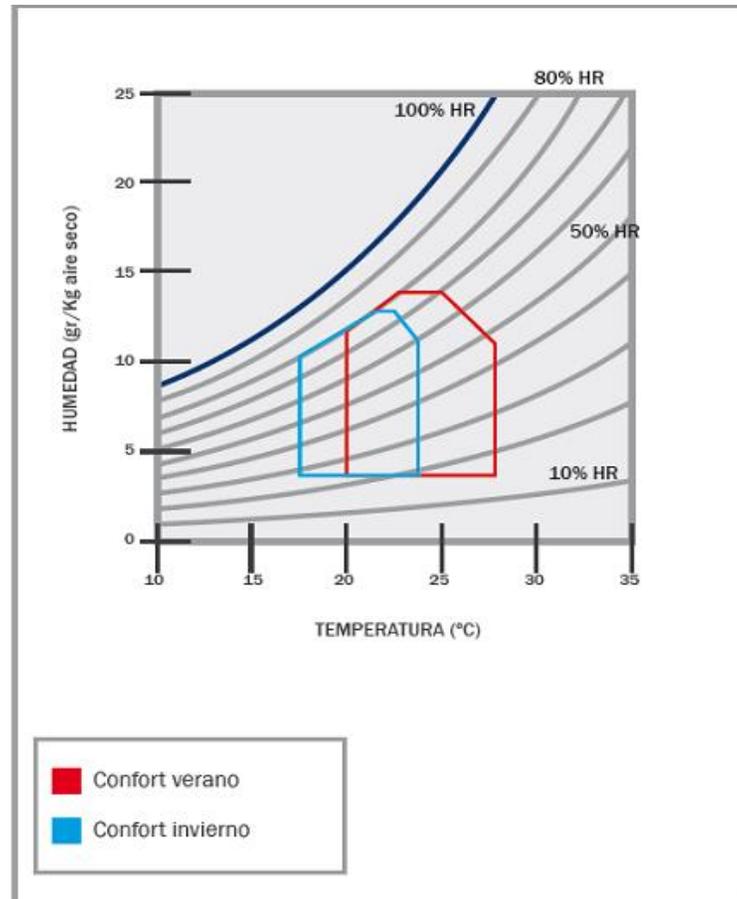


Ilustración 2.1 Gráfico Confort Térmico.

Fuente: Reacondicionamiento Térmico de viviendas en uso. Centro de Desarrollo Tecnológico 2007.

Dentro de este contexto el acondicionamiento térmico de una vivienda es una de las bases para realizar una edificación sostenible, tanto en obra nueva como en rehabilitación; es la forma de diseñar o solucionar constructivamente para impedir que la energía en el interior del hogar para climatizarlo (bien sea calefacción o refrigeración), se escape a través de la envolvente. Es la forma de crear confort térmico en el interior haciendo que el edificio ahorre energía. Con el aislamiento térmico evitamos también patologías que pueden ser peligrosas para la salud, como las condensaciones superficiales que pueden provocar moho y la aparición de microorganismos, pudiendo generar enfermedades para sus habitantes.

2.4 Eficiencia Energética.

Con el planteamiento de las problemáticas ambientales, consecuencia directa del agotamiento de los recursos y, en tiempos más recientes, de la emergencia debida al fenómeno conocido como calentamiento global, empezaron a desarrollarse estrategias de actuación para limitar la demanda energética de todos los sectores de la actividad humana. Al mismo tiempo, creció notablemente la investigación de nuevas formas de energías, renovables y limpias. (Palme, M. 2010)

La eficiencia energética es la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con mucha menos energía, con la misma o mayor calidad de vida, con menos contaminación, a un precio inferior al actual, alargando la vida de los recursos y con menos conflicto en su obtención. (Aedenat et al. 1998)

Esta definición es absolutamente aplicable al ámbito de la eficiencia térmica y nos damos cuenta de lo importante que es implementar una política habitacional con respecto a este tema, ya que se traduce en menores costos de producción de energía (por ende menor costo a los usuarios en calefacción o refrigeración), menor producción de energías y a su vez menor combustión de energías no renovables, lo que se traduce en un uso más sostenible de las energías producidas.

2.5 Ventajas del ahorro energético.

Las ventajas del ahorro energético pueden verse reflejadas en múltiples aspectos, en el bien estar en la salud de sus habitantes, así como también económicamente disminuyendo gastos de energía, los cuales pueden ser completamente prevenibles a la hora de diseñar una vivienda, o en su defecto realizando las modificaciones necesarias a través de soluciones constructivas cada vez más al alcance de la industria.

Una vivienda bien aislada ahorra entre un 20% y un 30% en gasto de calefacción y entre un 25% y un 50% en caso de ser vivienda unifamiliar. (Cano Muñoz, s.f).

Con esto podemos lograr que una vivienda pueda disminuir sus consumos de energías no renovables, haciéndola más sostenibles en el tiempo, además de las ventajas económicas que significan para una familia de bajos recursos este tipo de ahorro, junto con uno de los aspectos fundamentales, los cuales tienen que ver respecto a la salud de sus habitantes, reduciendo el uso de combustibles dentro del hogar y sus efectos sobre el medio ambiente.

2.6 Sustentabilidad.

El término “sustentabilidad” sufrió diferentes transformaciones a lo largo del tiempo hasta llegar al concepto moderno basado en el desarrollo de los sistemas socio ecológicos para lograr una nueva configuración en las tres dimensiones centrales del desarrollo sustentable: la económica, la social y la ambiental. (Bravo, L. 2008).

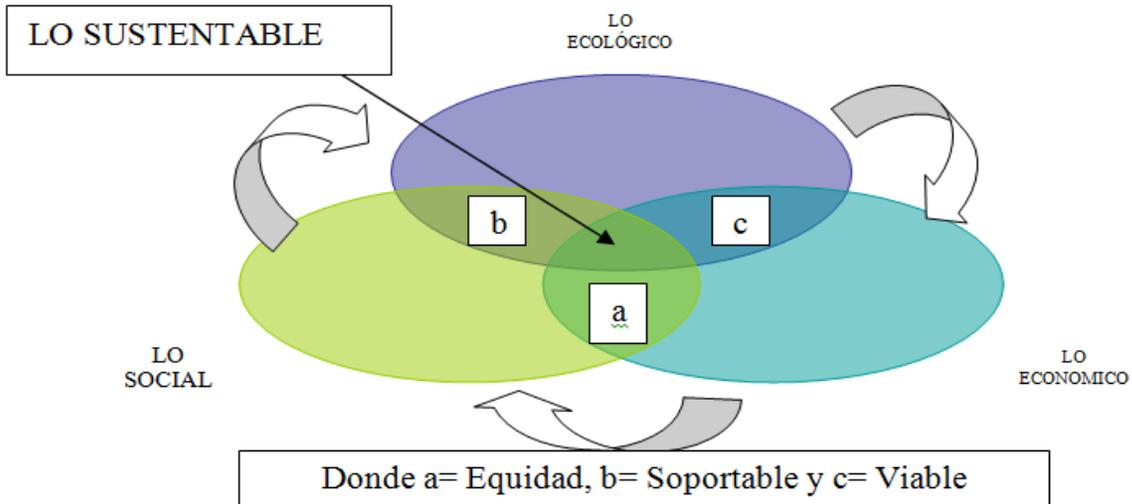


Ilustración 2.1 Los Círculos de Bundland: Lo Sustentable.

Fuente: Una Calidad Esquiva, **Bravo, L.** (2008).

2.7 Transferencias de Calor.

Si suponemos una situación típica en períodos fríos del año, el ambiente interior se encuentra más caliente que el exterior. La transferencia de calor puede ocurrir a través de los siguientes fenómenos:

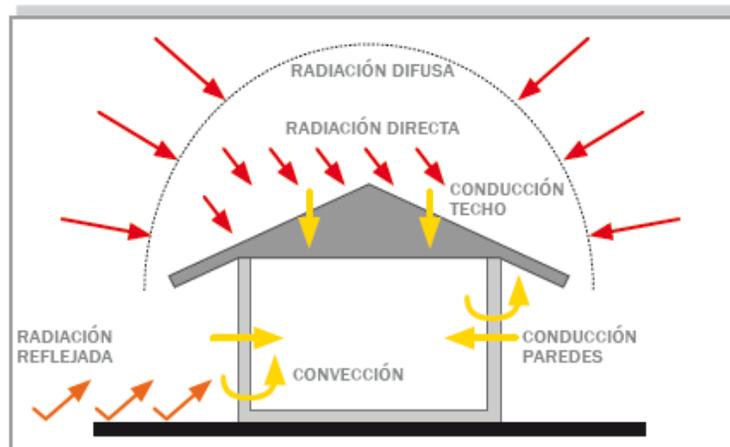


Ilustración 2.2 Tipos de transferencias de calor en una vivienda.

2.7.1 Conducción.

El calor es transferido entre dos sistemas a través del contacto directo de sus partículas, tendiendo a igualar la temperatura entre los diferentes cuerpos que se encuentren en contacto.

2.7.2 Convección.

La transferencia de calor se produce por intermedio de un fluido (aire o agua) capaz de transportar el calor entre zonas con diferentes temperaturas. Esto ocurre ya que, los fluidos al calentarse, aumentan de volumen y en consecuencia disminuyen su densidad, y de esta forma ascienden desplazando al fluido que se encuentra en la parte superior a menor temperatura.

2.7.3 Radiación.

El intercambio de calor ocurre en forma de ondas electromagnéticas o partículas subatómicas a través de un material o incluso en ausencia del mismo.

Por lo tanto, si se logra disminuir la transferencia de calor se podrá hacer uso de la energía de manera más eficiente, ya que para mantener calefaccionado o refrigerado un recinto se necesitará de una menor cantidad de energía.

2.8 Aislación Térmica.

Según el MINVU, en el Manual de Aplicación de la Reglamentación Térmica (2007) es la capacidad de oposición al paso de calor de un material o conjunto de materiales, y que en construcción se refiere esencialmente al intercambio de energía calórica entre el ambiente interior y el exterior.

Para la determinación del estado, en cuanto a la aislación térmica de las viviendas, es necesario el cálculo del consumo energético necesario para mantener un adecuado acondicionamiento térmico de los recintos. Para esto existen software informáticos, los cuales toman en consideración distintas variables que inciden directamente con las ganancias o pérdidas de calor por elementos constructivos a través de una simulación energética, la cual arroja cálculos aproximados de lo que la vivienda necesitará en términos de energía primaria para satisfacer un adecuada sensación térmica.

2.9 La Simulación Energética.

Como bien se mencionaba anteriormente, la necesidad de tratar de llevar un control de la energía utilizada en la cotidianeidad es una preocupación al darnos cuenta de que mucha de esta energía no se está utilizando de manera eficiente. Es por esto que se está poniendo especial atención en el desarrollo de herramientas computacionales diseñadas para tener una estimación y un pronóstico a futuro de lo que un edificio va a consumir con determinadas características, tanto sea como en la forma de estos y los materiales que lo conformarán.

Cabe señalar que, hoy en Chile dentro del sector inmobiliario no es todavía de obligatoriedad la verificación de estos consumos para viviendas construidas con anterioridad al año 2007, pero en Europa ya es un tema muy estudiado, la mayoría de los países de la Unión Europea están apostando a la reducción de emisiones de CO₂. Es por esto último anteriormente mencionado que en nuestro país no hay muchos estudios de los diferentes tipos de programas

para el cálculo de la simulación energética requerida en términos de acondicionamiento térmico, es más, inclusive la herramienta desarrollada especialmente para la verificación del cumplimiento de la reglamentación térmica en Chile ha sido poco explorada, lo cual conlleva a la revisión de estudios europeos referente a las cualidades de los programas más utilizados en aquel continente, tal y como lo hace Massimo Palme en el año 2007, en la Habita Conference desarrollada en México, alertándonos de que los distintos programas pueden presentar variaciones significativas en los resultados y donde clasifica a los programas más usados en 3 grandes grupos:

- 1.** Los que verifican el cumplimiento de normativas los cuales entregan los resultados de consumos energéticos necesarios en un edificio o vivienda, tales como el software LIDER utilizado en España. Aquí también es donde clasifica el CCTE utilizado en Chile ya que sus características son muy similares.
- 2.** Los que permiten una evaluación general de los edificios, donde además de la obtención de la proyección en la demanda de energía da también importancia a otros aspectos energéticos tales como los sistemas lumínicos, aislaciones acústicas, tales como ECOTECT que son más completos en aspectos energéticos.
- 3.** Los que están hechos a medida del usuario y de sus necesidades. Desarrollados en muchas empresas y universidades, son normalmente muy poco generales, pero resuelven bien problemas específicos entre los que se encuentra el Archisun

2.10 Simuladores Energéticos y sus variables.

Dentro del mercado internacional existen variadas opciones de software que generan una simulación energética de las edificaciones y, de acuerdo a lo señalado en el punto anterior, dentro de los 3 grupos de programas se mencionan el LIDER, ECOTECT y Archisun, los cuales se describen y analizan a continuación, para así entender un poco mejor el simulador utilizado en este estudio.

2.10.1 Programa LIDER.

Se trata de la herramienta informática desarrollada por AICIA - Grupo de Termotecnia E.S de Ingenieros Industriales de Sevilla, para la Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda del Ministerio de la Vivienda y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, asociada a la implementación del Código Técnico de la Edificación. Este programa realiza una simulación de la demanda energética en base horaria, en régimen transitorio de transferencia de calor, considerando todas las zonas que tiene el edificio (análisis multi-zona) (López, F. 2006).

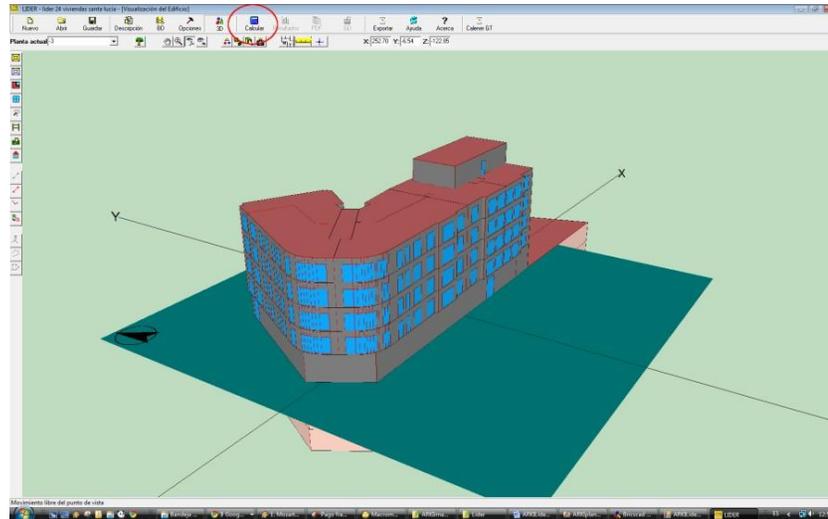


Ilustración 2.3 Maqueta Virtual Programa LIDER.

Este software tiene una interfaz y manera de utilizar muy similar al CCTE el cual entrega el MINVU para el cálculo del consumo energético de las edificaciones en Chile.

- Las variables que utiliza este programa según el Manual de Fundamentos Técnicos del Cálculo de la Demanda Energética de los Edificios, son las siguientes:

Variables climáticas

La selección climática se hace a través de ficheros existentes. No se pueden editar las variables climáticas. La elección puede ser una capital de provincia española o bien una de las zonas climáticas previstas en el documento básico. Es posible insertar la altura sobre el nivel del mar (metros) del lugar para que el programa modifique la densidad del aire en sus cálculos.

Variables del edificio

Es posible editar la orientación, los puentes térmicos presentes, las propiedades de los cerramientos y de las protecciones fijas. Existe una variable de redistribución de la radiación en el interior.

La orientación se define simplemente a través de un ángulo (grados) con respecto al norte.

Los cerramientos se definen por capas a partir de una base de datos de los materiales, introduciendo los espesores de cada capa.

Los materiales se eligen en la base de datos o se editan de dos maneras: a través de los parámetros de resistencia térmica y factor de resistencia a la difusión del vapor de agua o bien a través de la transmitancia térmica de los elementos que conforman los cerramientos.

Los vanos se definen a través de las propiedades de vidrios y marcos, los cuales se eligen desde la base de datos del programa o ingresando las características de transmitancia superficial de estos.

Variables dependientes de sistemas de energías.

Este programa no considera la presencia de sistemas de incorporación de energías renovables en el edificio. Sólo evalúa la demanda de calefacción y refrigeración de la edificación.

Variables dependientes del usuario

El programa permite elegir el número de renovaciones horarias, la tasa de producción de la humedad interior y el tipo de uso.

El uso se puede definir por opciones: residencial, intensidad baja o alta con ocupación de 8, 12, 16 o 24 horas.

2.10.2 Programa ECOTECH.

Este software se desarrolló por el doctor A. Marsh y el grupo de investigación Square One de la Universidad de Cardiff (Reino Unido). Es una herramienta muy visual, permite la creación rápida de maquetas del edificio y también los resultados se visualizan muy bien a través de gráficos e imágenes. El programa pretende dar resultados térmicos, lumínicos y acústicos. Sin embargo, su fiabilidad es muy criticada, según el esquema por el que el alcance del cálculo aumenta al disminuir la certidumbre de los resultados. En otras palabras, hacer muchas evaluaciones lleva a hacerlas de manera sumaria y poco fiable (Palme, M. 2010).

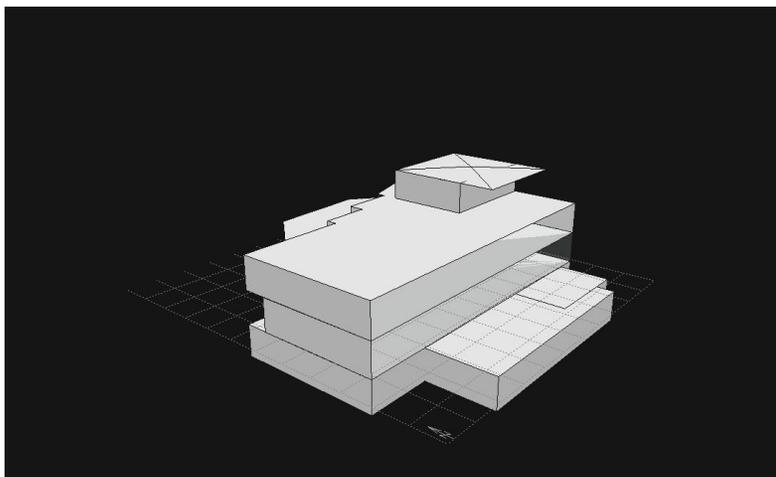


Ilustración 2.4 Representación de los volúmenes en Ecotect.

Las variables que utiliza este programa, según (González, A. 2012) son las siguientes:

Análisis de generación de energía de una edificación, el consumo de energía total y las emisiones de carbono del modelo de construcción sobre una base anual, mensual, diaria y horaria, con una base de datos global de información meteorológica.

Calcular el rendimiento térmico, cargas de calefacción y de refrigeración para los modelos y analizar los efectos de la ocupación, las ganancias internas, la infiltración, y el equipo.

Evaluación en el uso del agua, estimación de costos en el uso dentro y fuera del edificio.

Radiación solar -visualizar la radiación solar incidente sobre las ventanas y las superficies, en un mismo período.

La luz del día- Calcular los factores de la luz del día y los niveles de iluminancia en cualquier punto del modelo.

Sombras y reflejos: muestra la posición del sol y la ruta relativa a la modelo en cualquier fecha, hora y lugar

2.10.3 Programa Archisun.

Este software ha sido desarrollado por el grupo de Arquitectura y Energía dirigido por el Dr. Rafael Serra Florensa, de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona- UPC, en el marco del programa THERMIE de la Comisión Europea. En el proyecto también han colaborado el Instituto Catalán de Energía, el Politécnico de Milán, de Italia, la Universidad de Hannover, de Alemania, y la empresa Tombazis and Ass., de Grecia. ARCHISUN es una herramienta del tipo mono-zona, que realiza los cálculos del balance térmico del edificio mediante la aplicación de la transformada de Fourier, y utilizando algoritmos y ecuaciones que permiten obtener valores de demanda anual de calefacción y refrigeración en kWh/m³ (López, F. 2006)

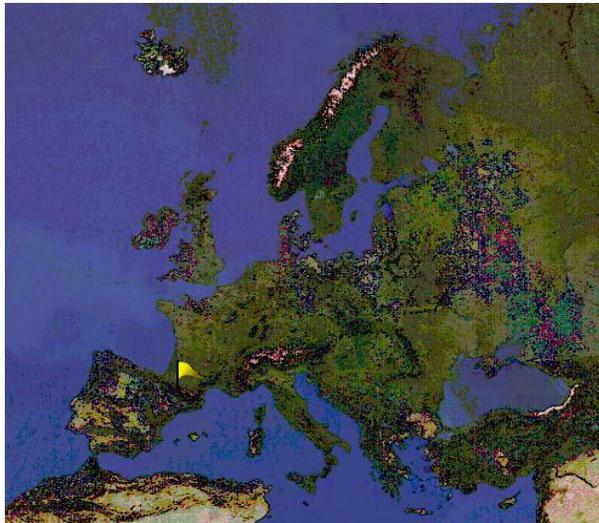


Ilustración 2.5 Pantalla de selección climática Archisun.

- Las Variables utilizadas por este software según Palme, M. (2010) son las siguientes:

Variables climáticas

Son editables por el usuario datos referentes a temperatura, radiación, viento, humedad del aire, ruido, ubicación y entorno. Los datos de radiación, temperatura, viento, humedad y ruido se caracterizan por ser valores medios extraídos desde tres tipologías de día (cielo nublado, medio nublado y despejado). El usuario edita los valores de cada tipología de día y la secuencia de los días.

Datos de temperatura: se edita la temperatura media diaria (°C) y la variación de ella en el ciclo día noche (°C).

Radiación: se tratan dos aspectos, el térmico y el lumínico, a través de coeficientes de iluminación (lux) y radiación diaria media en plano horizontal (W/m²).

Viento: se especifica la dirección predominante (grados), la velocidad media (m/s) y su variación (m/s)

Humedad: se especifica el valor medio de la humedad relativa (%).

Ruido: se especifica el nivel medio de ruido previsible según el entorno (dB)

Ubicación: se especifican latitud, longitud, distancia al mar (km), altura (m) y densidad urbana (m^3/m^2).

Entorno: se especifica la presencia de montañas, agua, árboles de hoja caduca y perenne. Esta inserción de datos es gráfica y no por parámetros.

Variables propias del edificio

Son parámetros exteriores e interiores. Para los exteriores se puede elegir una de dos posibilidades:

- definir el edificio a través de unos coeficientes representativos de su forma y de los coeficientes medios de la piel
- definir el edificio a través de los detalles de orientación y composición de los cerramientos.

En el primer caso son editables los coeficientes de compacidad, porosidad, esbeltez, alargamiento (adimensionales) y orientación (grados), las conductividades medias de día y de noche del edificio (W/m^2k), la reflectancia media de la piel (adimensional), el porcentaje de superficie transparente, adosada o asentada (%). Se pueden insertar sistemas pasivos como conductos de sol.

Para los cerramientos interiores se pueden editar las separaciones y las conexiones horizontales y verticales (tanto por uno), la reflectancia (adimensional) y el peso medio de los cerramientos (kg/m^3), la presencia de agua en el interior (kg).

Variables relativas a los sistemas

Se editan los rendimientos medios (adimensionales) de los sistemas de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria. Se pueden insertar sistemas activos: solar térmico y fotovoltaico.

Variables relativas a los usuarios

Se define la ocupación media y el horario típico de tres tipologías de uso: residencial, ocasional o administrativo. Se puede editar una nueva tipología de uso a través de la elección entre tres perfiles de usuario (variaciones en el aislamiento y en los aportes internos), el consumo de luz artificial, agua caliente, cocina y otros aparatos (W).

En resumen son múltiples las opciones para llegar al cálculo del consumo energético de una vivienda o edificio. Al se analiza lo descrito anteriormente se puede determinar los parámetros y variables que utilizan los distintos tipos de software.

2.11 Simulador Energético Certificación del Comportamiento Energético de Edificaciones (CCTE).

El software de Cálculo para la Certificación de Comportamiento Térmico para Edificios de Chile, se realiza en el marco del proyecto “Sistema de Certificación Térmica de Edificaciones; desarrollo de la Herramienta de Certificación del Comportamiento Térmico de Edificios de Chile (CCTE_ CL v2)”, cuyo mandante corresponde al Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Para su ejecución se contó con la colaboración del Departamento de Ingeniería Energética de la Asociación para la Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía -AICIA- de la Universidad de Sevilla, España. Por parte de Chile participó la Escuela de Arquitectura, de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Variables Climáticas

La selección de esta variable se hace a través de información perteneciente al programa y está especificada por Zonas Climáticas, las cuales son 7 distintas a lo largo del país y están basadas en los planos de grados días oficializados por el MINVU en el año 1999 (Bustamante W. et al 2007)

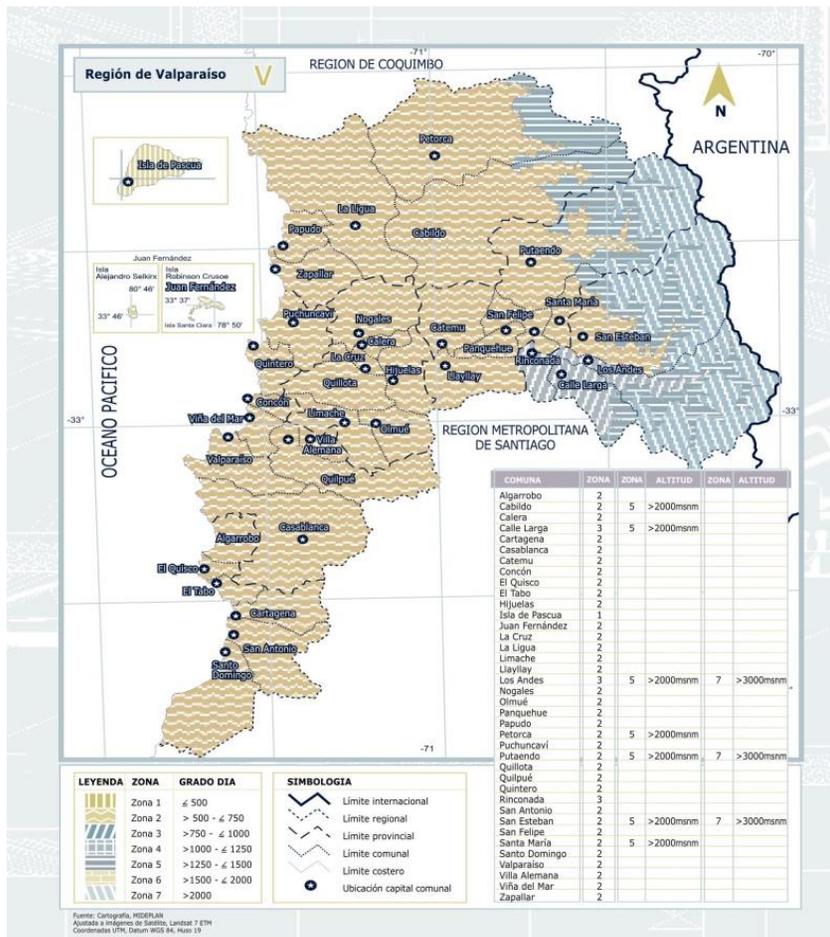


Ilustración 2.6 Zonas Climáticas V Región, Chile.

Variables Propias del Edificio.

Es posible editar la orientación que tenga el edificio ingresando el ángulo que tenga su fachada respecto al norte, variable que incide en las ganancias calóricas aportadas por la radiación solar.

Los cerramientos se definen por capas a partir de una base de datos de los materiales. Estos cerramientos pueden ser cualquiera de los estipulados en el listado oficial de soluciones constructivas del MINVU o bien puede ser confeccionado mediante la elección de cada capa perteneciente al cerramiento introduciendo los espesores .

Esta base de datos trae incorporada las conductividades térmicas de todos los materiales descritos en la Nch 853 expresadas en W/m^*K , los cuales añadiendo el espesor y cantidad de capas nos entrega la transmitancia térmica del cerramiento.

Los vanos son determinados a travez del ingreso de dimensiones propias del elemento, además de las coordenadas de su ubicación en cada muro. Los vidrios y marcos, al igual que el ingreso de materiales, se obtienen desde la base de datos con sus respectivas propiedades térmicas.

El programa también considera el volumen de la vivienda, permitiendo en su interfaz el dimensionamiento del recinto mediante la construcción en tres dimensiones del edificio.

Variables dependientes de los sistemas.

El CCTE no considera la presencia de sistemas en el edificio. Sólo evalúa la demanda de calefacción y refrigeración necesaria para acondicionar térmicamente la edificación.

Variables dependientes de los usuarios.

El uso de la edificación se puede definir como: uso residencial, dando la opción si es vivienda en bloque o unifamiliar. Además se puede ingresar datos de protecciones solares que tenga la edificación tales como aleros celosías.

2.12 Área y Coeficiente de Transferencia de Calor por Elemento Constructivo.

Para efectos de ésta investigación es necesario saber las superficies de los elementos constructivos y la transmitancia térmica de cada elemento. Se deben considerar todos los elementos perimetrales exteriores que conforman el volumen de la vivienda, con algunas excepciones:

- No se considera el área de piso, en caso de que la vivienda esté construida directamente sobre el suelo (sin espacio de aire bajo el radier del piso).
- No se consideran los elementos que limitan la zona habitable de la vivienda pero que colindan con otros espacios acondicionados, como por ejemplo: muros medianeros entre viviendas o departamentos, cielos y pisos de departamentos intermedios de un edificio, etc. Estos elementos no se consideran en el cálculo, ya que se considera que no se producen pérdidas de calor a través de ellos.

2.12.1 Envoltente de una Vivienda.

La envoltente de la vivienda está constituida por complejos de techumbre, muros, pisos ventilados y ventanas, los cuales separan el espacio interior del espacio exterior.

Estos complejos de techumbre, muros y pisos ventilados deberán cumplir con la transmitancia térmica total (U) especificada para la zona térmica que corresponda a la comuna o localidad, en la cual se emplaza la vivienda.

Las zonas térmicas del país están señaladas en la sección “Planos de Zonificación Térmica” en las páginas 13 a 27 del manual de aplicación de reglamentación térmica pero para efectos de esta investigación se utilizara la V región, zona 2.

COMUNA	ZONA	ZONA	ALTITUD	ZONA	ALTITUD
Calle Larga	3	5	>2000msnm	7	>3000msnm
Los Andes	3	5	>2000msnm		
Rinconada	3				
San Esteban	2	5	>2000msnm	7	>3000msnm
Cabildo	2	5	>2000msnm		
La Ligua	2				
Papudo	2				
Petorca	2	5	>2000msnm		
Zapallar	2				
Calera	2				
Hijuelas	2				
La Cruz	2				
Limache	2				
Nogales	2				
Olmué	2				
Quillota	2				
Algarrobo	2				
Cartagena	2				
El Quisco	2				
El Tabo	2				
San Antonio	2				
Santo Domingo	2				
Catemu	2				
Llaillay	2				
Panquehue	2				
Putaendo	2	5	>2000msnm	7	>3000msnm
San Felipe	2				
Santa María	2				
Casablanca	2				
Puchuncaví	2				
Quilpué	2				
Quintero	2				
Valparaíso	2				
Villa Alemana	2				
Viña del Mar	2				
Concón	2				
Juan Fernández	2				
Isla de Pascua	1				

Tabla 2.1 Clasificación de zonas V Región
Fuente: Manual de Acondicionamiento Térmico 2007.

2.13 Transmitancia Térmica (U).

En términos prácticos es el flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperatura entre los dos ambientes separados por dicho elemento. Esto se expresa en W/m^2K . Se determina experimentalmente según la norma NCh 851 o bien por cálculo como se señala en la norma NCh853. A continuación se detallan las alternativas de obtención del valor de transmitancia térmica, según el Manual de Calificación Energética para viviendas en Chile, dependiendo del elemento a acreditar en este estudio.

El manual de acondicionamiento térmico (2007) nos pide que los valores de la transmitancia térmica en la envolvente de una vivienda no sobrepasen los valores de la siguiente tabla:

ZONA	TECHUMBRE		MUROS		PISOS VENTILADOS	
	U W/m ² K	Rt m ² K/W	U W/m ² K	Rt m ² K/W	U W/m ² K	Rt m ² K/W
1	0,84	1,19	4,0	0,25	3,60	0,28
2	0,60	1,67	3,0	0,33	0,87	1,15
3	0,47	2,13	1,9	0,53	0,70	1,43
4	0,38	2,63	1,7	0,59	0,60	1,67
5	0,33	3,03	1,6	0,63	0,50	2,00
6	0,28	3,57	1,1	0,91	0,39	2,56
7	0,25	4,00	0,6	1,67	0,32	3,13

Tabla 2.2 Valores Máximos para la Transmitancia Térmica.

Fuente: Manual de Acondicionamiento Térmico2007.

2.13.1 Techumbre, muros y pisos ventilados:

El valor U de cada elemento se obtiene de la siguiente manera:

1. Valor calculado en conformidad a la Norma Oficial NCh 853 (INN2007), debiendo en este caso adjuntar la memoria de cálculo. Existen tres opciones para completar los valores de la conductividad térmica de los materiales:

- Utilizar los valores del Anexo A de la Norma NCh 853 (INN 2007) (Utilizado en este estudio).
- Utilizar un valor diferente, adjuntando el certificado de ensayo de conductividad térmica del material (en base a la norma NCh850, INN2008), emitido por un laboratorio con inscripción vigente en el registro oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de la Construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- Utilizar un valor de conductividad indicado en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del MINVU. En este caso se debe indicar el código del material aislante o solución constructiva de donde se obtuvo el valor de conductividad térmica y se debe adjuntar una copia de la ficha correspondiente, la que debe formar parte de la carpeta de la calificación.

Para esta calificación se deja sin efecto la condición estipulada en el artículo 4.1.10 de la O.G.U.C respecto de exceptuar del cumplimiento de las exigencias térmicas a los elementos

estructurales (pilares, cadenas y vigas) en albañilerías confinadas, debiendo incluir estos elementos en el cálculo de la transmitancia térmica del sistema constructivo.

Cualquier forma utilizada para definir los valores de “U” deberán ser indicados y justificados en anexo.

En el caso de las puertas, si utiliza la opción de cálculo del “U”, se deben calcular como elementos heterogéneos simples (según NCh 853), considerando el marco, la puerta y la estructura de la puerta en forma separada y luego ponderando. Adicionalmente, se puede utilizar la norma NCh 3137.

2.13.2 Vanos

2.13.2.1 Ventanas:

El valor de “U” de la ventana se puede obtener de 3 formas, pero para efectos de esta investigación se utilizará el siguiente:

1. Mediante un cálculo basado en el siguiente procedimiento:

$$U_{ventana} = \frac{U_{vidrio}A_{vidrio} + U_{marco}A_{marco}}{A_{vidrio} + A_{marco}}$$

El valor U_{vidrio} puede provenir de 2 fuentes:

- a) Valores por defecto, en función del tamaño del espaciador (valor a utilizar en esta investigación).

Ancho del espaciador	U_{vidrio} (W/m ² K)
Vidrio monolítico (VM). Sin espaciador	5.80
DVH con espaciador de 6 mm	3.28
DVH con espaciador de 9 mm	3.01
DVH con espaciador de 12 mm	2.85
DVH con espaciador de 15 mm o mayor	2.80

Tabla 2.3 U_{vidrio} En función del ancho del espaciador.

En caso de valores intermedios del espaciador, aproximar a espaciador de menor espesor más cercano.

Dónde: **VM**: Vidrio monolítico.

DVH: Doble vidriado hermético.

- b) Valor certificado por algún laboratorio internacional válido.

El valor de U del marco de la ventana puede provenir de 3 fuentes:

a) Para marcos macizos, calculado en base a la siguiente ecuación:

$$U_{\text{marco}} = \frac{1}{0.17 + \frac{e}{k}}$$

Dónde:

e : Espesor medio del marco.

k : Conductividad del material del marco en (W/mK).

b) Para marcos no macizos, utilizar un valor de la siguiente tabla:

Marco	Ufr W/m ² K
Metal sin RPT	5.8
Al con RPT	3.3
PVC	2.8
Madera	2.6

Tabla 2.4 U marco no macizo

c) Utilizar otro valor de U del marco, acreditado en base a certificado de U del marco o por cálculos realizados en base a la norma NCh 3137 (INN 2008).

2.13.3 Piso en contacto con el terreno

Corresponde al caso en que el piso de la vivienda está directamente en contacto con el suelo (el caso de los radieres), ya sea a nivel de superficie o enterrado. En el caso de que bajo el piso de la vivienda exista un espacio de aire, entonces se debe considerar como piso ventilado.

Para el piso en contacto con el terreno, se debe considerar una transmitancia térmica lineal (kl) y el perímetro de la construcción. Éste corresponde a todo el perímetro exterior de la vivienda, excluyendo el perímetro de los elementos medianeros o que comuniquen con otros espacios acondicionados.

El cálculo de la transmitancia térmica lineal (kl) se rige por lo indicado en NCh 853 (INN 2007). Para muros en contacto con el terreno, también se deben considerar los procedimientos de cálculo indicados en la Norma Chilena NCh 3117 (INN 2008-1). Para los casos en que se requiera calcular la transmitancia térmica se deberá adjuntar memoria de cálculo.

2.14 Concepto de Consumo Energético de una Vivienda (C).

El consumo energético se refiere a la cantidad de energía que demanda una vivienda para lograr un adecuado confort térmico y está expresada en kWh/m².

El cálculo del consumo de una vivienda es fundamental para la calificación energética de esta, ya que determinará el rango de eficiencia con respecto a la energía utilizada para calefacción o refrigeración.

El software dinámico de simulación térmica CCTE_CL nos proporciona el consumo del edificio en estudio con respecto a un edificio de referencia, con las mismas características físicas y suponiéndolo acondicionado térmicamente en base al artículo 4.1.10 de la OGUC.

El nivel de eficiencia energética de una vivienda se determina a través de un coeficiente C, este corresponde al % de energía que requiere la vivienda respecto a su referencia.

$$C = \frac{\text{Requerimiento de energía de la vivienda objeto}}{\text{Requerimiento de energía de la vivienda de referencia}} \times 100$$

2.15 Calificación Energética.

La Calificación Energética de una vivienda es un proceso voluntario consistente en la determinación de la eficiencia energética de ésta, evaluado a través de una calificación energética que conduce a una Evaluación y Etiqueta de Eficiencia Energética.

- **Pre-Calificación energética**, calificación de eficiencia energética del proyecto de arquitectura de una vivienda nueva con Permiso de Edificación aprobado por el Director de Obras Municipales, y que conduce a una calificación energética de carácter transitorio y referencial.
- **Calificación energética**, calificación de eficiencia energética de una vivienda nueva construida y que cuente con recepción municipal definitiva emitida por el Director de Obras Municipales correspondiente, y que conduce a una calificación energética definitiva. Se consideran las características finales de la vivienda a través de una inspección técnica visual y revisión del proyecto una vez construido.

Para la calificación es necesario el cálculo del coeficiente C, el cual nos dirá la posición de la eficiencia en la etiqueta de eficiencia energética con respecto a la zona climática.

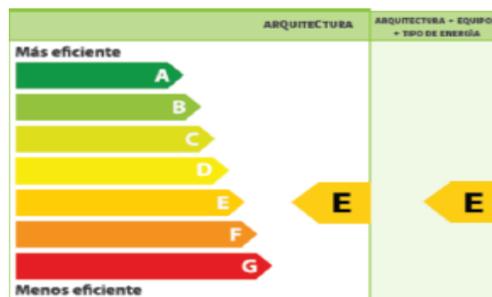


Ilustración 2.8 Etiqueta Calificación Energética

Dónde:

Clase Objetivo	
A	Esta clase corresponde a la mayor eficiencia que se pudiera lograr en una vivienda, sin considerar los costos de inversión.
B	Vivienda de alta eficiencia energética.
C	Vivienda eficiente sin un excesivo costo de inversión.
D	Se obtienen este nivel con pequeñas mejoras a la envolvente
E	Caso Base o Referencia
F	Viviendas que incluyen aislación en techumbre
G	Viviendas que no incluyen ningún tipo de aislación.

Ilustración 2.9 Clasificación Etiqueta Eficiencia Energética.

Indicación gráfica que permite al usuario conocer el desempeño energético de su vivienda respecto a una vivienda de referencia. Se define en 7 niveles, desde la letra A, de mayor eficiencia a la G de menor eficiencia.

Las viviendas que cumplen con la Reglamentación Térmica vigente por lo general debieran calificar en promedio en nivel E según el sistema de calificación energética del MINVU. Cabe señalar que la calificación se está haciendo solo con los aspectos de acondicionamiento térmico, dejando de lado los consumos correspondientes a electricidad y red de agua caliente.

Escala de calificación energética "Arquitectura"

	Zona 1 y 2	Zona 3, 4 y 5	Zona 6 y 7
A	0 - 30.00	0 - 40.00	0 - 55.00
B	30.01 a 40.00	40.01 a 50.00	55.01 a 65.00
C	40.01 a 55.00	50.01 a 65.00	65.01 a 85.00
D	55.01 a 75.00	65.01 a 85.00	85.01 a 95.00
E	75.01 a 110.00	85.01 a 110.00	95.01 a 110.00
F	110.01 a 135.00	110.01 a 135.00	110.01 a 135.00
G	135.01 o mayor	135.01 o mayor	135.01 o mayor

Tabla 2.5 Escala de calificación energética de arquitectura.

Fuente: *Manual de procedimientos del Sistema de Calificación Energética de viviendas en Chile.*

2.15.1 La calificación de Arquitectura.

La calificación energética de arquitectura toma en consideración solamente los requerimientos de energía correspondiente a la demanda necesaria para un adecuado confort térmico y es la que se usará para esta investigación.

2.15.2 La calificación de Arquitectura+Equipos+Tipo de energía.

Esta calificación tiende a ser un poco más completa considerando los requerimiento de energía corresponde al consumo de energía primaria en calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria, considera además, la eficiencia de los equipos y el tipo de energía haciendo referencia a energías renovables producidas in situ en la vivienda, las cuales puedan aportar a la iluminación, calefacción o agua caliente.

Es importante saber diferenciar estos dos tipos de calificación, pero por otro lado esta última no está enfocada a este estudio, ya que los objetivos principales hacen alusión a la aislación térmica.

Capitulo III: Desarrollo de la Investigación.

3.1 Etapas del Estudio.

Para la realización de esta investigación son necesarias las siguientes etapas, las cuales resumen el trabajo a realizar para obtener los datos y cálculos necesarios para el análisis del estado de confort térmico de las distintas viviendas sociales a estudiar en la zona de Miraflores Alto, Viña del Mar.

-Etapa de recolección de antecedentes técnicos en la DOM de Viña del Mar, de los conjuntos de viviendas en altura, principalmente planos y especificaciones técnicas.

-Etapa de investigación de los documentos técnicos y en terreno de la materialidad y características de la envolvente de las viviendas.

-Etapa de cálculos del consumo de las viviendas, con la herramienta CCTE_CL

-Etapa de determinación de la eficiencia energética de las viviendas con respecto al consumo requerido para un adecuado acondicionamiento térmico.

-Etapa de análisis de los datos obtenidos, estableciendo que tipologías de viviendas tienen mejor comportamiento térmico en esta zona.

3.1.1 Recopilación de antecedentes de viviendas sociales en altura.

Lamentablemente estos edificios, por su antigüedad, no disponen de información en la Dirección de Obras Municipales de Viña del Mar, lo cual hace un poco dificultoso investigar estas viviendas.

Teniendo en cuenta lo anterior, para la recopilación de datos se recurrió a la búsqueda de manera particular, en donde se encontraron planos de los conjuntos y además fue necesaria una inspección técnica visual en terreno, para la determinación de las características de la envolvente de los edificios.

3.1.2 Determinación de los Conjuntos a Estudiar.

La recopilación de antecedentes, como lo son ubicación de las viviendas y documentos técnicos (planos y especificaciones técnicas), es la etapa inicial en la que se identifican los conjuntos de viviendas sociales los cuales se estudiará el consumo energético para el cumplimiento de la actual reglamentación térmica.

La recolección de estos antecedentes se enfoca a viviendas sociales en alturas construidas con anterioridad y posterioridad a la actual reglamentación térmica.

Los conjuntos a estudiar son los siguientes:

Conjunto Habitacional	Ubicación	Año de construcción
República Popular China	AV. Frei con Calle El Maitén, Viña del Mar	1972
Prefabricados KPD	Av. Frei con Calle El Membrillo, Viña del Mar	1980
Meseta del Gallo	Av. Padre Hurtado y Calle Radal, Viña del Mar	1994
Meseta del Gallo II	Av. Padre Hrtado S/N, Viña del Mar	2007

Tabla 3.1 Conjuntos Habitacionales.

A continuación se muestra el emplazamiento de cada conjunto habitacional. En el global se tiene que son todos muy cercanos entre sí, lo que proporcionará resultados comparativos más representativos, al estar todos en la misma zona climática.



Ilustración 3.1 Localización de los conjuntos.

3.1.3 Investigación de la materialidad de la envolvente.

La investigación de las características de la envolvente de las viviendas, tuvo que ser efectuada en terreno. Se procedió al estudio en terreno en cada edificio, de lo que se desprenden los siguientes antecedentes.

a) República popular de China.

Descripción de la Vivienda	
Información Climática	Zona 2
Tipo de Edificio	Vivienda en Bloque
Tipo de Uso	Residencial
Superficie viviendas	Tipo A 40 m ² y tipo B 61 m ²

Cerramientos y Particiones Interiores			
Elemento	Descripción Elemento Constructivo	Transmitancia Térmica	Imagen
Muros	Estructura metálica, conformada por lamina de acero plegado de 15 mm de espesor, plancha de poliestileno expandido espesor 10 cm y en su interior plancha de fibrocemento espesor 10 mm.	0,33	
Vanos	Vidriado simple de 3mm de espesor. Marco metalico de 5 mm de espesor. Superficie vidriada por vivienda tipo A 5,14 m ² y tipo B 8,14 m ² .	5,81	-----
Cubierta	Cubierta de fibrocemento espesor 6 mm. Complejo de techumbre de estructura metálica.	0,35	-----
Suelo en contacto con el terreno	Radier Hormigón espesor 20 cm. (Solo influye en pisos ventilados)	5,8	



Ilustración 3.2 Edificio República Popular China.

Estos edificios tienen 2 tipos de departamentos (A y B), por lo cual en el estudio de estos conjuntos se procederá al cálculo de ambos tipos de departamentos.

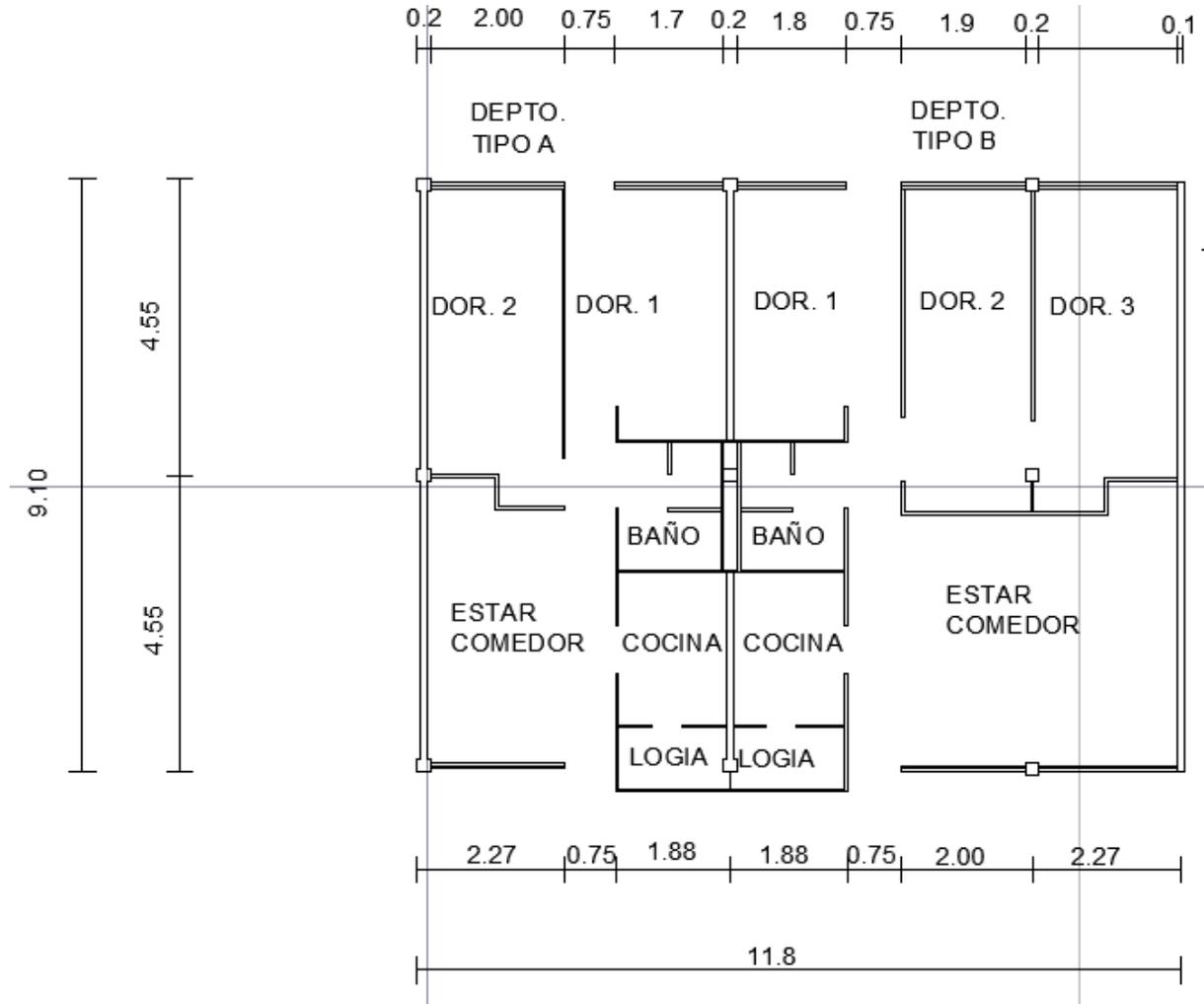


Ilustración 3.3 Plantas edificio República Popular China.



Ilustración 3.4 Elevación Frontal R. China.

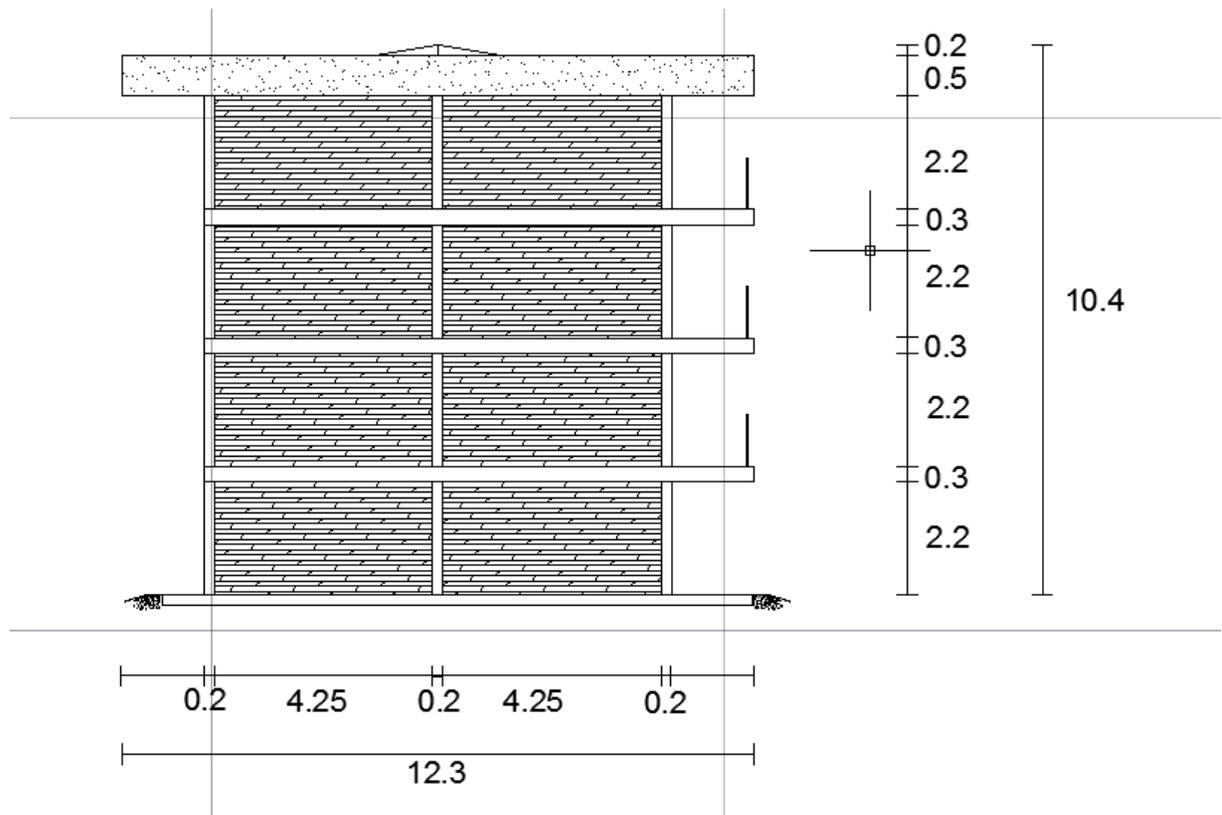


Ilustración 3.5 Elevación Lateral Rep. China.

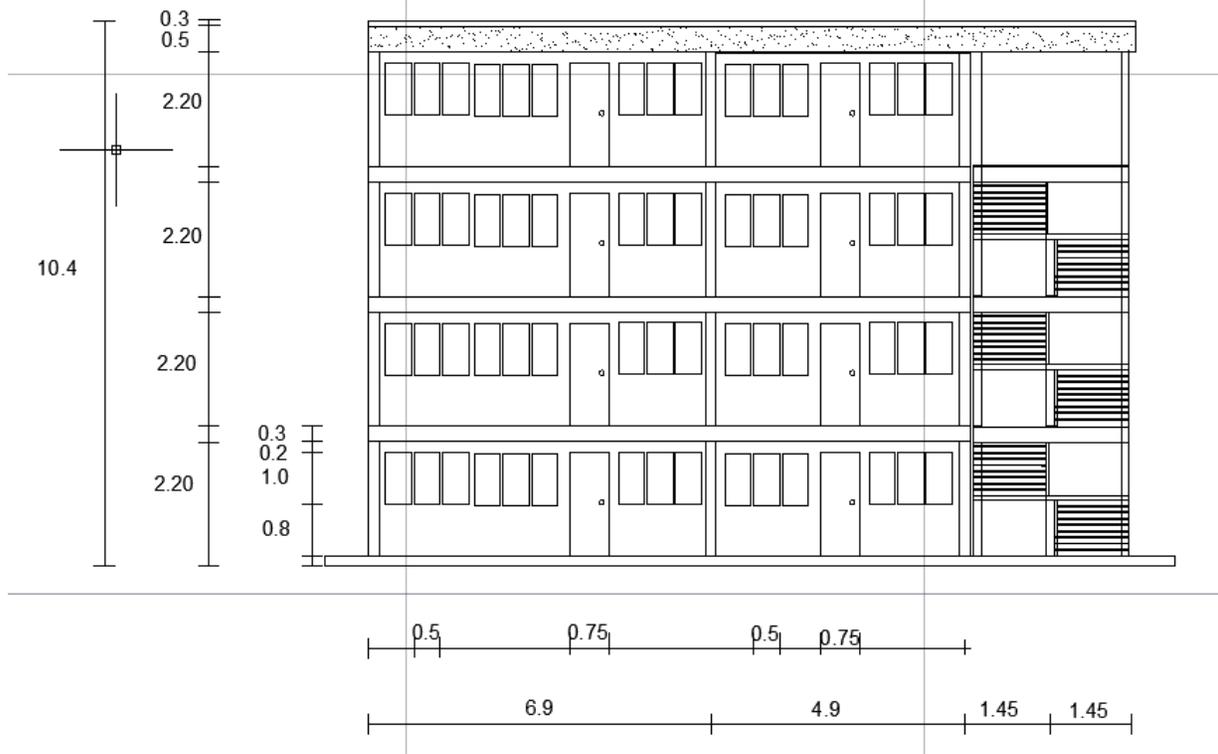


Ilustración 3.6 Elevación Posterior Rep. China.

b) Prefabricados KPD.

Descripción de la Vivienda	
Información Climática	Zona 2
Tipo de Edificio	Vivienda en Bloque
Tipo de Uso	Residencial
Superficie viviendas	65 m2

Cerramientos y Particiones Interiores			
Elemento	Descripción Elemento Constructivo	Transmitancia Térmica	Imagen
Muros	Conformados por paneles prefabricados de hormigón armado de espesor promedio 15 cm con enlucido de yeso espesor 1 cm.	3,04	
Vanos	Vidriado monolitico simple de 5 mm con marco metálico de 3 mm. Superficie vidriada en viviendas 8,5 m2.	5,8	-----
Cubierta	Cubierta inclinada de fibrocemento espesor 6mm.	1,87	-----
Suelo en contacto con el terreno	Radier de Hormigón espesor 15 cm.(Solo influye en pisos ventilados)	5,8	



Ilustración 3.7 Edificios Prefabricados KPD.

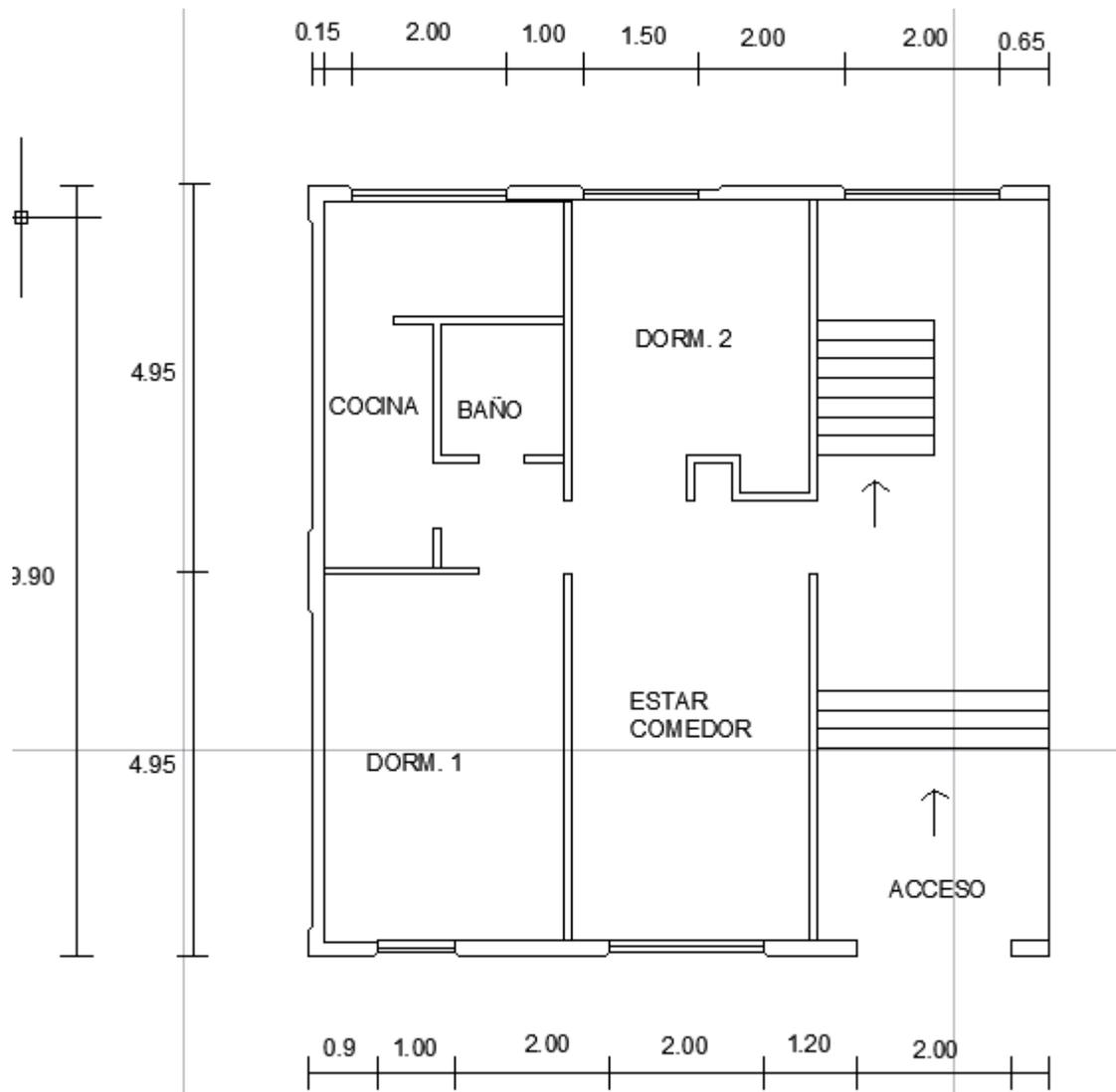


Ilustración 3.8 Planta Edificios prefabricados KPD.

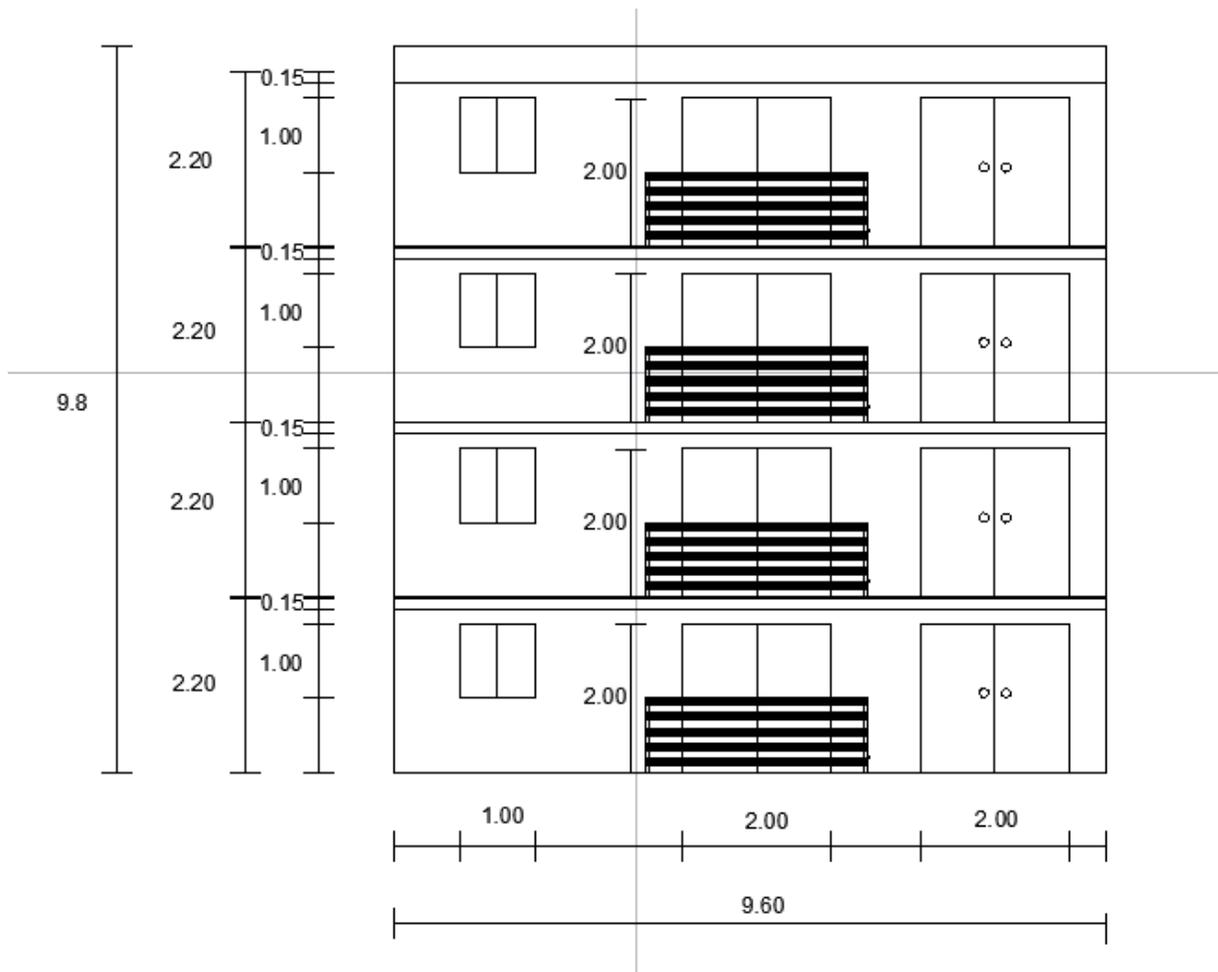


Ilustración 3.9 Elevación Frontal KPD.

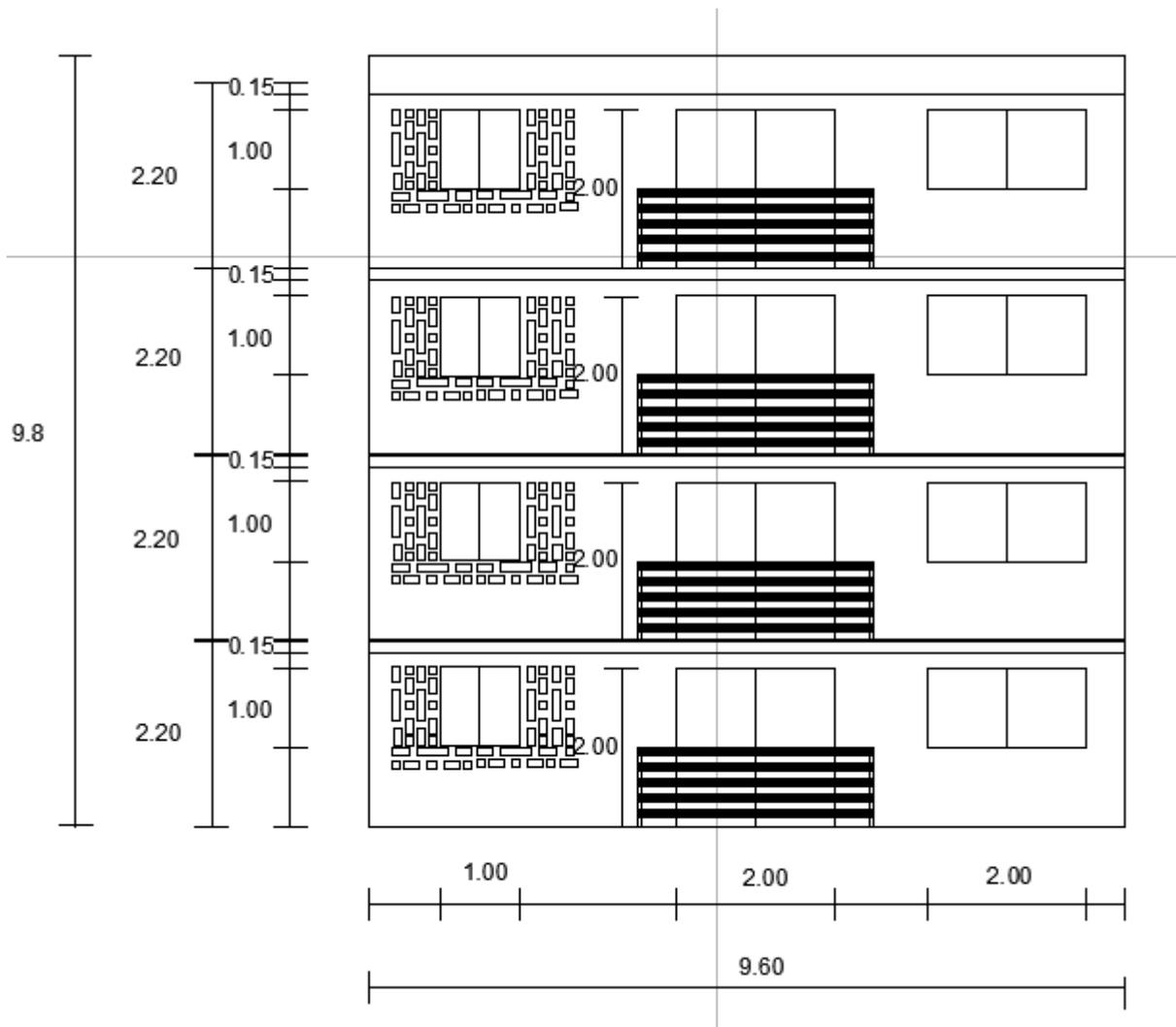


Ilustración 3.10 Elevación Posterior KPD.

c) Población Meseta del Gallo.

Descripción de la Vivienda	
Información Climática	Zona 2
Tipo de Edificio	Vivienda en Bloque
Tipo de Uso	Residencial
Superficie Vivienda	41 m ²

Cerramientos y Particiones Interiores			
Elemento	Descripción Elemento Constructivo	Transmitancia Térmica	Imagen
Muros	Código 1.2.G.B.A1.2 del listado de soluciones constructivas del MINVU. Compuesto por albañilería de ladrillo de 14 cm de espesor mas capa de mortero de 2 cm de espesor	2,54	
Vanos	Vidriado Monolitico simple de 5mm de espesor. Marcos Metálicos de 5mm de espesor. Superficie vidriada 5,28 m ² .	5,82	-----
Cubierta	Cubierta conformada por planchas de zinc espesor 0,6mm, estructura soportante de madera, sin aislación.	0,44	-----
Suelo en contacto con el terreno	Código 1.2.G.A1 del listado de soluciones constructivas del MINVU. Compuesto por radier de 15 cm de espesor.	3,83	



Ilustración 3.1. Edificio Población Meseta del Gallo.

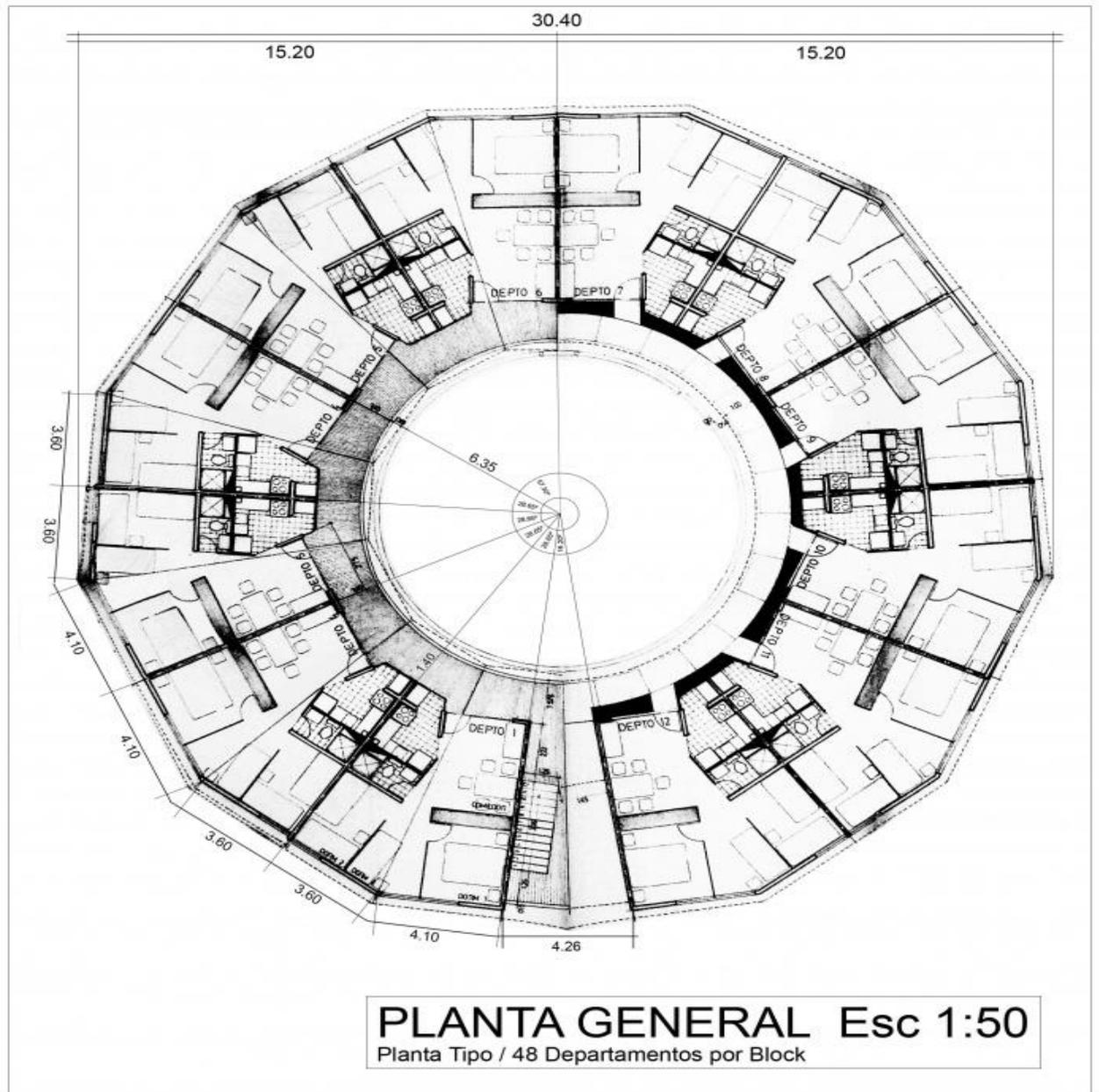


Ilustración 3.2. Planta edificio Meseta del Gallo.

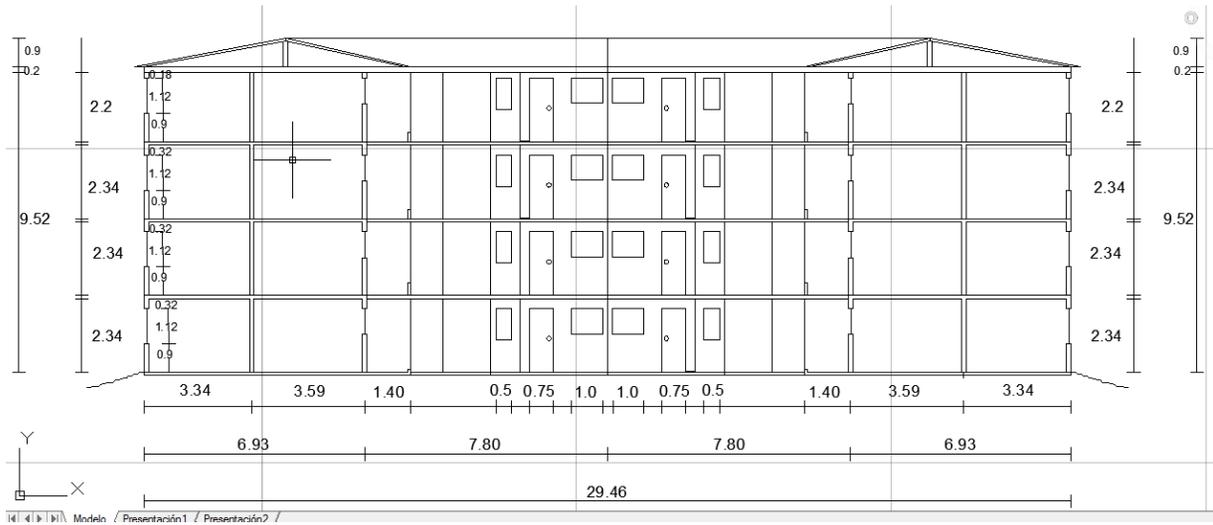


Ilustración 3.13 Corte Edificio Meseta del Gallo



Ilustración 3.14 Elevación Edificio Meseta del Gallo.

d) Meseta del Gallo II

Descripción de la Vivienda	
Información Climática	Zona 2
Tipo de Edificio	Vivienda en Bloque
Tipo de Uso	Residencial
Superficie viviendas	57 m ²

Cerramientos y Particiones Interiores			
Elemento	Descripción Elemento Constructivo	Transmitancia Térmica	Imagen
Muros	Conformado por muro de hormigón armado espesor 15 cm, con plancha de poliestileno expandido espesor 10 mm y plancha de yeso carton poligvo espesor 10 mm.	1,86	
Vanos	Vidriado monolitico simple de 5 mm con marco de aluminio de 3 mm. Superficie vidriada 6.7 m ² .	5,81	-----
Cubierta	Planchas de Zinc con solución constructiva en cielo conformada por losa de hormigón de 15 cm de espesor , al cual se le adhiere una placa de poliestireno expandido de densidad 15 Kg/m ³ y espesor 20 mm	0,34	-----
Suelo en contacto con el terreno	Radier de Hormigón espesor 15 cm. (Solo influye en pisos ventilados)	7,75	



Ilustración 3.15. Edificio Meseta del Gallo II.

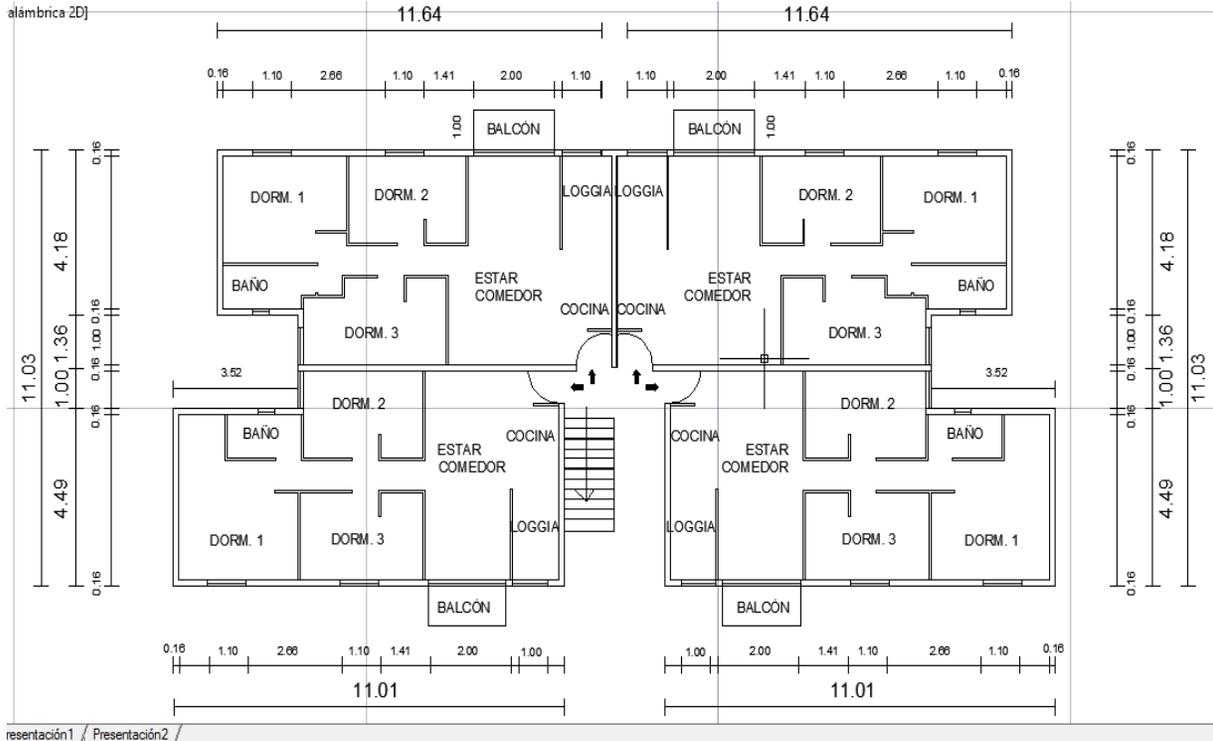


Ilustración 3.16 Planta Edificio Meseta del Gallo II.



Ilustración 3.17 Elevación Frontal Meseta del Gallo II.

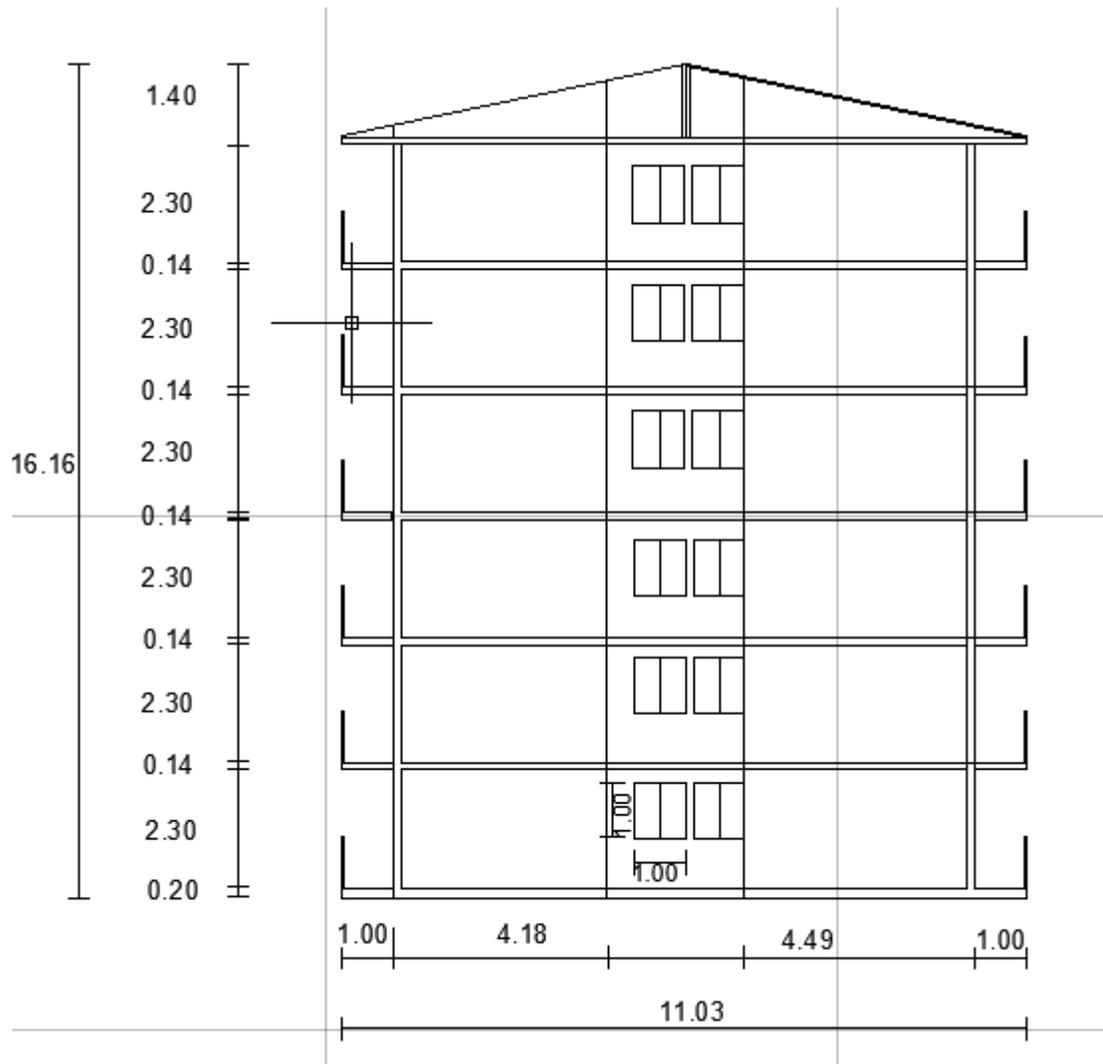


Ilustración 3.18 Elevación Lateral Edificio Meseta del Gallo II.

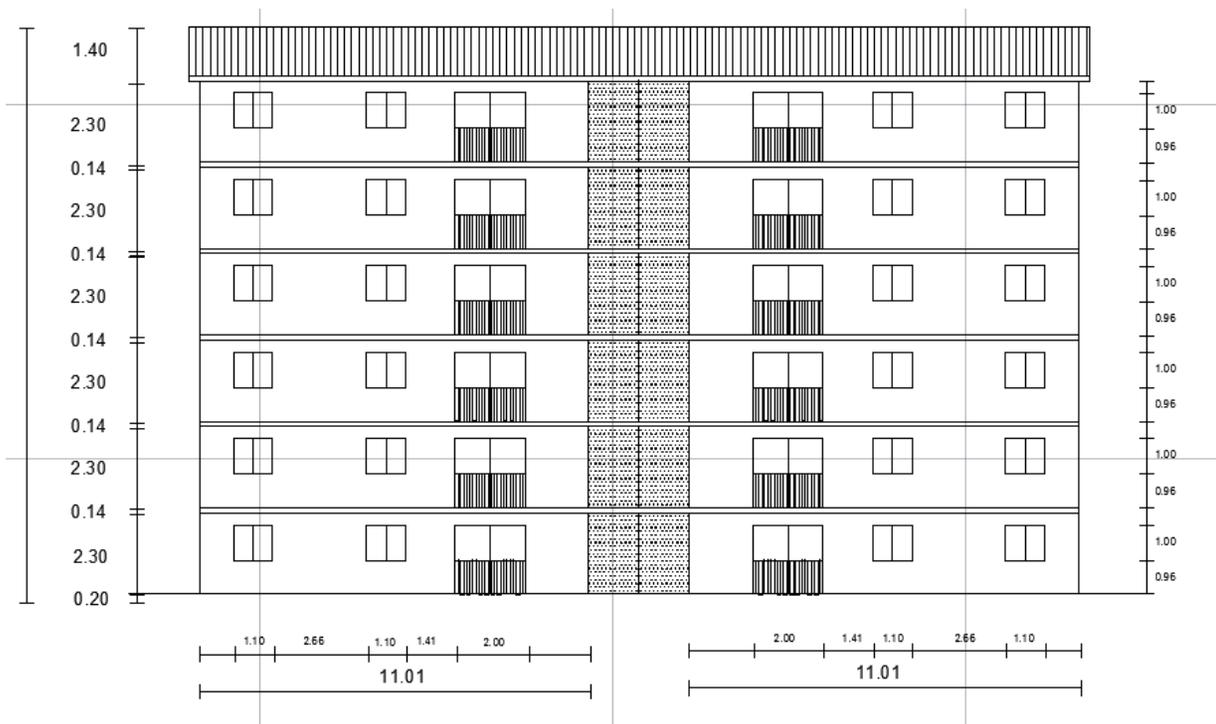


Ilustración 3.19 Elevación Posterior Edificio Meseta del Gallo II.

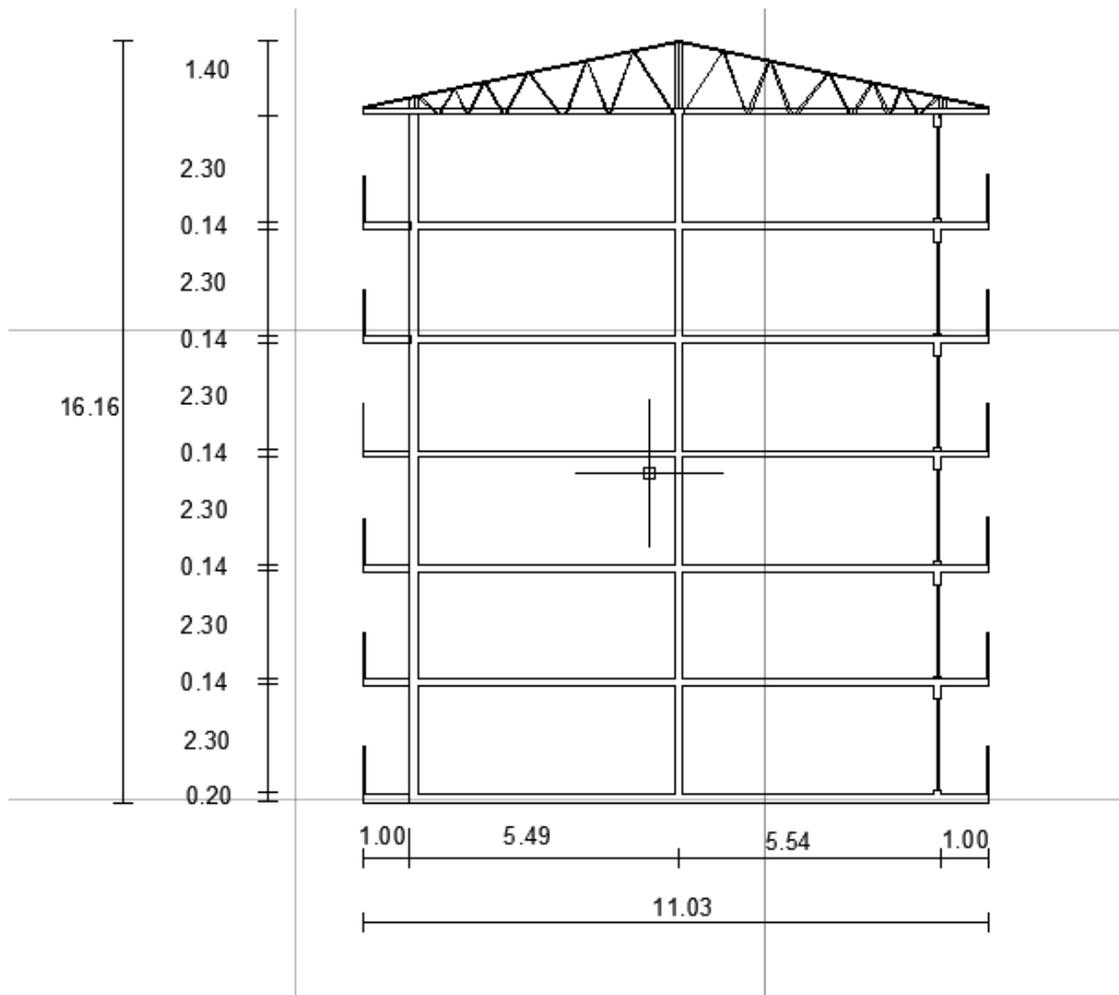


Ilustración 3.20 Corte Interior Meseta del Gallo II.

3.1.4 Cálculo del consumo energético.

El MINVU ha proporcionado un programa de simulación térmica dinámica, llamado CCTE_CL, para la obtención de las cifras de consumo de energía para la obtención del cumplimiento de la reglamentación térmica de una vivienda o edificación, en el cual se debe proporcionar una serie de antecedentes con respecto a la materialidad y dimensionamiento de la vivienda en cuestión, además de los antecedentes climáticos especificados por zonas según la reglamentación térmica, orientación con respecto al norte entre otros.

The screenshot shows the CCTE_CL software interface with the following sections:

- Información climática:**
 - Región: De Valparaíso
 - Comuna: VIÑA DEL MAR Zona 2
 - Latitud: 33.00
 - Altitud: 70.00
- Datos del Proyecto:**
 - Nombre del proyecto: Población Nahuelbuta
 - Región: Valparaíso
 - Comuna: Viña del Mar
 - Dirección: Av. Padre Hurtado c/Calle El Radal
- Datos del Evaluador:**
 - Nombre: Nicolás Avalos Orellana
 - Empresa o Institución: Universidad de Valparaíso
 - E-mail: nicolasavalosorellana@gmail.com
 - Teléfono: [null]
- Orientación del edificio:**
 - Ángulo: 0.00
 - Diagrama de orientación con ejes X, Y y N.
- Tipo edificio:**
 - Vivienda unifamiliar
 - Vivienda en bloque
- Clase por defecto de los espacios habitables:**
 - Tipo de Uso: Residencial

Ilustración 3.21 Información climática y descripción del proyecto.

Luego se procede al ingreso de las características de materialidad de la vivienda a través de una base de datos del programa con los materiales más comunes, los cuales pertenecen al listado oficial de soluciones constructivas del MINVU en cumplimiento a la nueva reglamentación térmica.

The screenshot shows the 'Gestión de la Base de Datos' window with the following details:

- Grupo:** SC LO MINVU_muro_Generica
- Nombre:** 1.2.G.B.A35
- Composición del Ceramieto:**
 - Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior)
 - Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo)
- Tabla de Composición:**

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	1.2.G.B.A1-4(Estucco)	0,025	0,240	2000	920	
2	1.2.G.B.A3(adrido)	0,143	0,662	1000	750	
3	1.2.G.B.A1-4(Estucco)	0,025	0,240	2000	920	
4						
- Grupo Material:** Cámaras de Aire NCH 6530191
- Material:** CA_horz_cielo_E0.02_10-15mm
- Espesor (m):** 0,168
- W/(mK):** [null]

Ilustración 3.22 Materialidad del proyecto.

En caso de no existir la composición del muro en estudio dentro del listado oficial de soluciones térmicas del MINVU se puede crear el cerramiento. La base de datos del programa tiene además incorporado un listado de materiales con sus respectivas conductividades térmicas pertenecientes a la norma Nch 853 (Ver Anexo A) donde se puede construir por capas la composición del cerramiento.

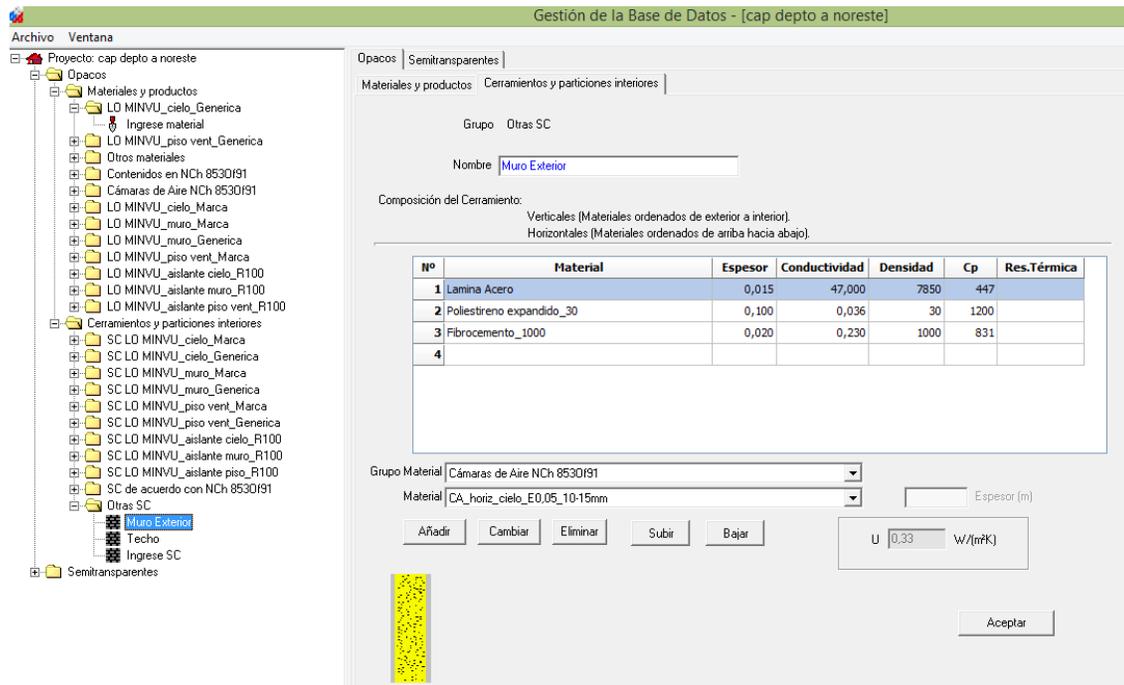


Ilustración 3.23 Ejemplo de cerramiento construido no perteneciente al listado oficial

Junto con el ingreso de la materialidad del edificio es necesaria la inclusión del dimensionamiento de los espacios interiores de la vivienda, hasta llegar a la construcción de ella en 3D.

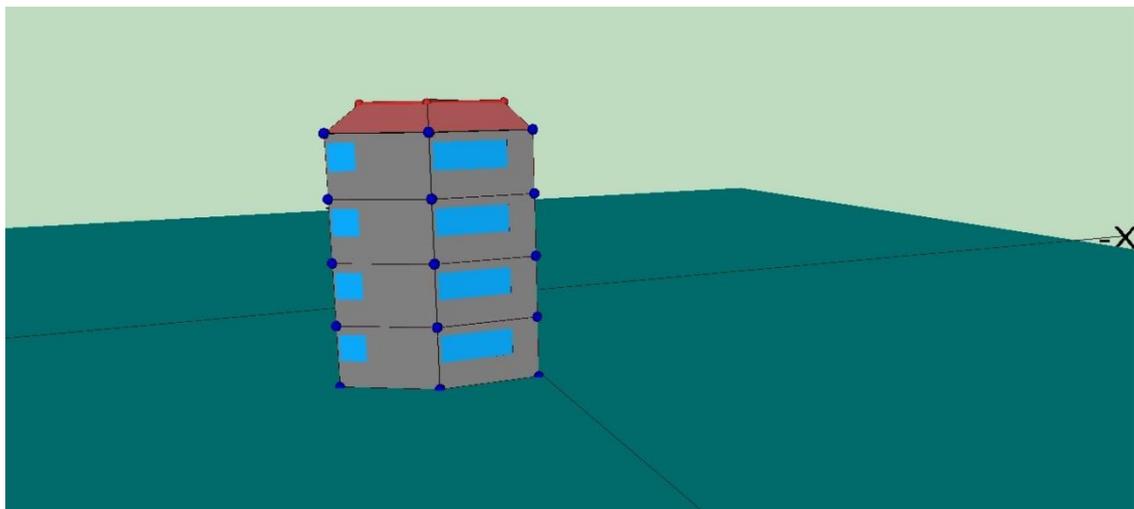
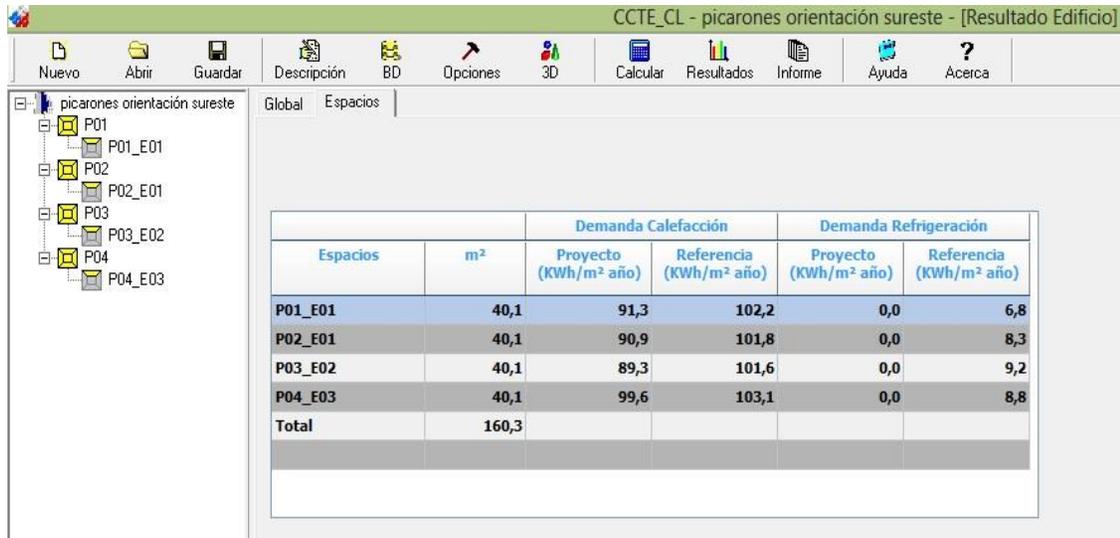


Ilustración 3.24 Construcción 3D de la Simulación.

Finalmente se continúa con el cálculo del consumo, el cual nos entrega un gráfico de consumo de vivienda comparado con una vivienda de referencia con las mismas características físicas y una adecuada aislación térmica según el artículo 4.1.10 de la OGUC.



Espacios	m ²	Demanda Calefacción		Demanda Refrigeración	
		Proyecto (KWh/m ² año)	Referencia (KWh/m ² año)	Proyecto (KWh/m ² año)	Referencia (KWh/m ² año)
P01_E01	40,1	91,3	102,2	0,0	6,8
P02_E01	40,1	90,9	101,8	0,0	8,3
P03_E02	40,1	89,3	101,6	0,0	9,2
P04_E03	40,1	99,6	103,1	0,0	8,8
Total	160,3				

Ilustración 3.25 Resultados del cálculo de consumo.

3.1.5 Determinación de la eficiencia energética de las viviendas.

Luego del cálculo de la demanda energética en base al programa CCTE_CL, se procede al cálculo del coeficiente C, para determinar el nivel de eficiencia energética respecto a la aislación térmica.

$$C = \frac{\text{Requerimiento de energía de la vivienda objeto}}{\text{Requerimiento de energía de la vivienda de referencia}} \times 100$$

Escala de calificación energética "Arquitectura"

	Zona 1 y 2	Zona 3, 4 y 5	Zona 6 y 7
A	0 - 30.00	0 - 40.00	0 - 55.00
B	30.01 - 40.00	40.01 a 50.00	55.01 a 65.00
C	40.01 - 55.00	50.01 a 65.00	65.01 a 85.00
D	55.01 - 75.00	65.01 a 85.00	85.01 a 95.00
E	75.01 a 110.00	85.01 a 110.00	95.01 a 110.00
F	110.01 a 135.00	110.01 a 135.00	110.01 a 135.00
G	135.01 o mayor	135.01 o mayor	135.01 o mayor

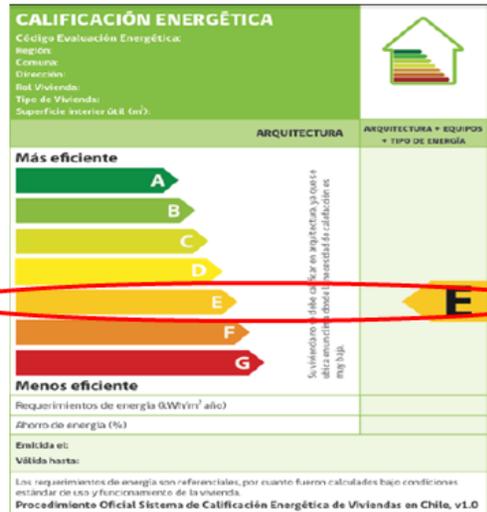


Ilustración 3.26 Escala y Etiqueta de Calificación Energética.

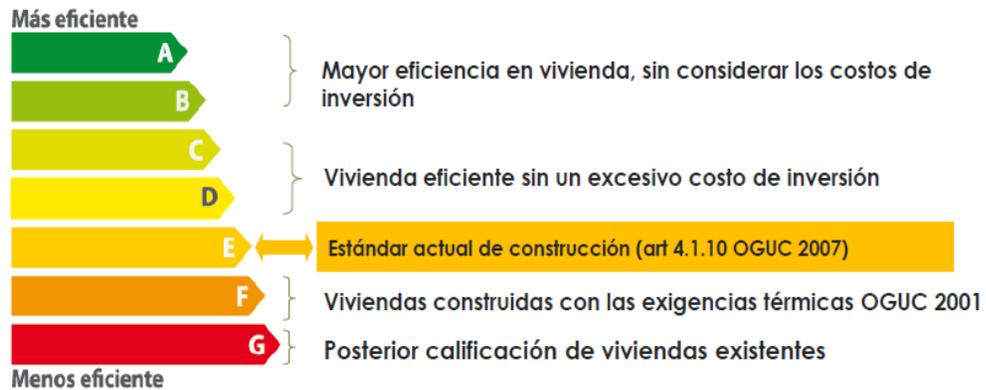


Ilustración 3.27 Escala de Calificación Energética en Base a la OGUC.

Capitulo IV: Presentación y Análisis de Resultados.

4.1 Resultados Consumo Energético de las Viviendas.

Luego de establecer todos los datos necesarios con respecto a la materialidad de la envolvente, obtenemos el cálculo del consumo energético necesario para un adecuado confort térmico. Este está expresado en kWh/m²año y se refiere a la cantidad de energía necesaria para acondicionar térmicamente un metro cuadrado en el interior de la vivienda al año. Además el programa de simulación entrega el consumo energético requerido por una vivienda de referencia, la cual adopta las mismas dimensiones y características de la vivienda en estudio pero sometida al cumplimiento de la normativa térmica del país.

Se debe tomar en consideración que en cada caso los edificios presentan distintas orientaciones, por lo cual el cálculo del consumo se realizó a viviendas con distintas cualidades.

En general y, a excepción de la población Meseta del Gallo I, se consideraron 2 viviendas por cada orientación. Esto quiere decir que para los edificios con fachadas orientadas al norte, en donde se espera una mayor ganancia solar, se consideraron las viviendas del primer y último piso, para así tener todos los elementos que componen la envolvente de una vivienda. De igual manera se procedió con el cálculo de los edificios en donde se espera una menor ganancia solar, por tener una orientación más desfavorable. Con respecto a la población Meseta del Gallo I se consideraron también 2 viviendas por orientación, con la diferencia que en este caso en particular se calcularon 4 orientaciones distintas, dado a la compleja geometría del edificio.

A continuación se presentan los resultados obtenidos a través del programa CCTE_CL de los consumos requeridos en las viviendas estudiadas.

4.1.1 Edificios Acero República Popular China.

Para el estudio de las viviendas de la República Popular China (CAP) se consideraron 4 viviendas por cada orientación ya que en cada edificio hay 2 tipos de departamentos (A y B) en los cuales se calcularon las demandas energéticas del primer y último piso.

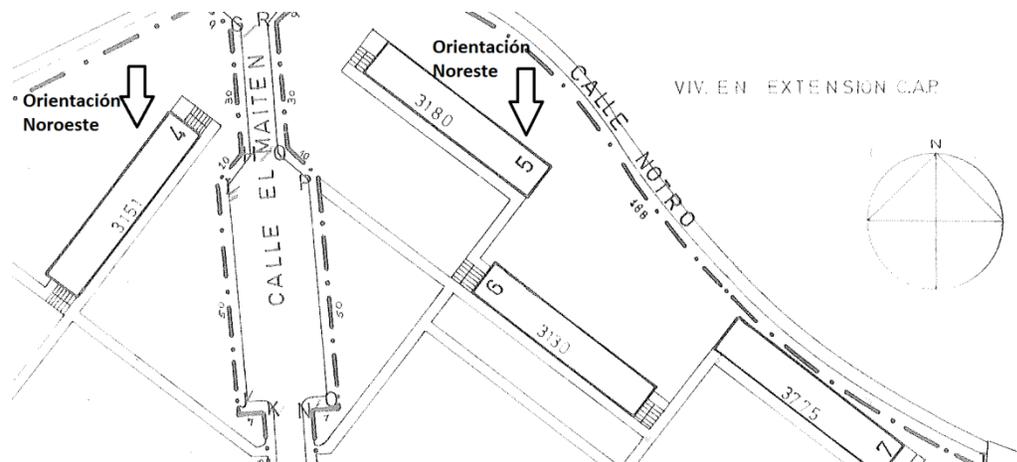


Ilustración 4.1. Orientaciones Viviendas Tipo CAP.

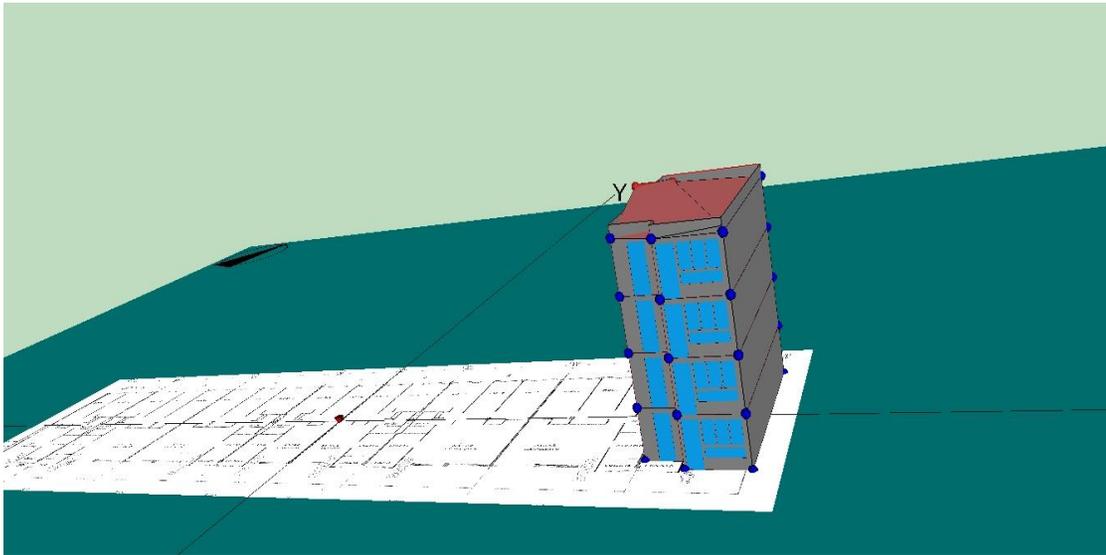


Ilustración 4.2. Construcción 3D Viviendas República Popular China.

- a) En los departamentos tipo A con orientación noreste se obtuvieron los siguientes resultados:

Espacios	m ²	Demanda Calefacción	
		Proyecto (KWh/m ² año)	Referencia (KWh/m ² año)
P01_E01 ←	39,4	48,4	122,0
P02_E02	39,4	44,2	191,8
P03_E03	39,4	44,6	187,9
P04_E04 ←	39,4	41,8	109,4
Total	157,8		

- En el departamento del primer piso se obtuvo una demanda de 48,4 kWh/m² año, mientras que su vivienda de referencia demanda 122 kWh/m² año, esto se traduce en un no menospreciable ahorro del 60,3%.
- El departamento del cuarto piso se obtuvo una demanda de 41,8 kWh/m² año y la construcción de referencia demanda 109,4 kWh/m² año, lo que indica un ahorro de un 61,8% en el consumo de energía para un adecuado acondicionamiento térmico.

- b) En los departamentos tipo A orientados al noroeste se obtuvieron los siguientes resultados:

		Demanda Calefacción	
Espacios	m ²	Proyecto (KWh/m ² año)	Referencia (KWh/m ² año)
P01_E01 	39,4	47,9	119,1
P02_E02	39,4	43,3	186,0
P03_E03	39,4	42,9	180,7
P04_E04 	39,4	40,8	106,1
Total	157,8		

- El departamento del primer piso tiene una demanda energética de 47,9 kWh/m² año, por otra parte la vivienda de referencia tiene una demanda de 110,1 kWh/m² año, lo que indica un 60%.
 - El departamento del piso 4 tiene una demanda de 40,8 kWh/m²año, mientras que la vivienda de referencia obtiene una demanda de 106,1 kWh/m² año, esto indica un ahorro energético de un 61,5%.
- c) En los departamentos tipo B orientados al noreste se obtuvieron los siguientes resultados:

		Demanda Calefacción	
Espacios	m ²	Proyecto (KWh/m ² año)	Referencia (KWh/m ² año)
P01_E01 	61,5	53,7	124,7
P02_E02	61,5	52,2	158,4
P03_E03	61,5	51,3	157,7
P04_E04 	61,5	49,7	118,5
Total	246,0		

- En el departamento del primer piso se obtuvo una demanda de 53,7 kWh/m² año, por otro lado la vivienda de referencia demanda 124,7 kWh/m² año, reflejando un ahorro energético de un 56,9%.
- El departamento del cuarto piso demanda 49,7 kWh/m² año, mientras que la vivienda de referencia demanda 118,5 kWh/m² año, lo que traduce en un ahorro de energía en calefacción de un 58%.

- d) En los departamentos tipo B con orientación noroeste se obtuvieron los siguientes resultados:

Espacios	m ²	Demanda Calefacción	
		Proyecto (KWh/m ² año)	Referencia (KWh/m ² año)
P01_E01 ←	61,5	52,2	124,1
P02_E02	61,5	51,3	157,3
P03_E03	61,5	49,8	157,2
P04_E04 ←	61,5	47,7	117,1
Total	246		

- En el departamento del primer piso se obtuvo una demanda de 52,2 kWh/m² año, mientras que su vivienda de referencia demanda 124,1 kWh/m² año, esto se traduce en un no menospreciable ahorro del 57,9%.
- El departamento del cuarto piso se obtuvo una demanda de 47,7 kWh/m² año y la construcción de referencia demanda 117,1 kWh/m² año, lo que indica un ahorro de un 59,3% en el consumo de energía para un adecuado acondicionamiento térmico.

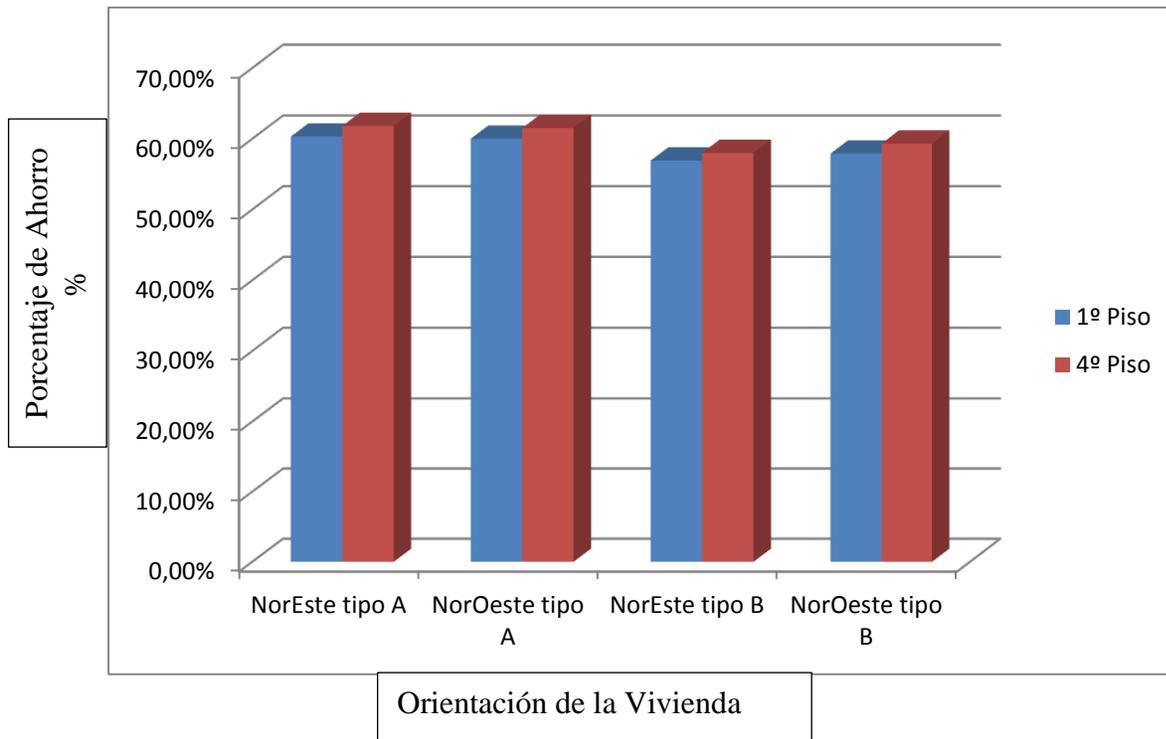
En la investigación del cálculo de consumo energético referente al uso en calefacción se observan resultados, que a simple vista, parecieran inesperados al observar ahorros en el consumo energético para el acondicionamiento térmico por sobre el 55% en las viviendas estudiadas, pero al hacer un análisis más profundo se puede tener una explicación.

Los edificios de acero cumplen a cabalidad con la normativa vigente respecto a la aislación térmica, aunque las materialidades y tipo de construcción no están contemplados dentro del listado oficial de cerramientos exteriores proporcionado por en MINVU.

Enfocándonos en los resultados se puede dilucidar que la excelente eficiencia de estos edificios reside en sus muros exteriores, conformados por placas de acero en el exterior y fibrocemento en su interior, donde estos materiales confinan una placa de poliestireno expandido de 10 cm de espesor.

Por otra parte podemos concluir que en este caso los edificios más beneficiados en el ahorro energético son los de los últimos pisos. Esto se puede deducir por la gran cantidad de superficie vidriada en su parte frontal y posterior, absorbiendo la radiación solar con mayor eficacia que los departamentos de los primeros pisos, al no tener sombreados ni obstáculos remotos.

En la siguiente gráfica se muestran los ahorros energéticos en cuanto a la demanda en calefacción de las viviendas:



Con esta gráfica podemos visualizar que los departamentos de mayor altura obtuvieron un mayor ahorro energético, además se observó que los departamentos tipo A son más eficientes que los tipo B esto se debe a que tienen un menor tamaño, por ende se necesita menos energía para calefaccionarlos.

4.1.2 Edificio Prefabricad KPD.

Los edificios prefabricados KPD fueron una excelente solución habitacional en la década del 70 y principios de los 80, por su rápida construcción en base a paneles prefabricados de hormigón armado con un enlucido de yeso en su interior. Lamentablemente en aquellos años no era una exigencia el tema de la aislación térmica. Estas viviendas fueron las peores evaluadas, ya que en si no cumplen con la reglamentación térmica, al ser el hormigón armado un material con una transmitancia térmica muy elevada, sobrepasando los límites indicados en el artículo 4.1.10 de la OGUC.

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Hormigon Armado normal	0,200	1,630	2400	920	
2	Enlucido de yeso_1200	0,020	0,560	1200	837	
3						

Grupo Material: Cámaras de Aire NCh 8530191
Material: CA_horiz_cielo_E0_05_10-15mm

Espeor (m):

U: W/(m²K)

Botones: Añadir, Cambiar, Eliminar, Subir, Bajar

Ilustración 4.3. Transmitancia Térmica composición Muro.

En este caso el software CCTE no arroja resultados de consumo por estar por debajo de la reglamentación térmica, la cual exige una transmitancia no superior a 3 W/mK.

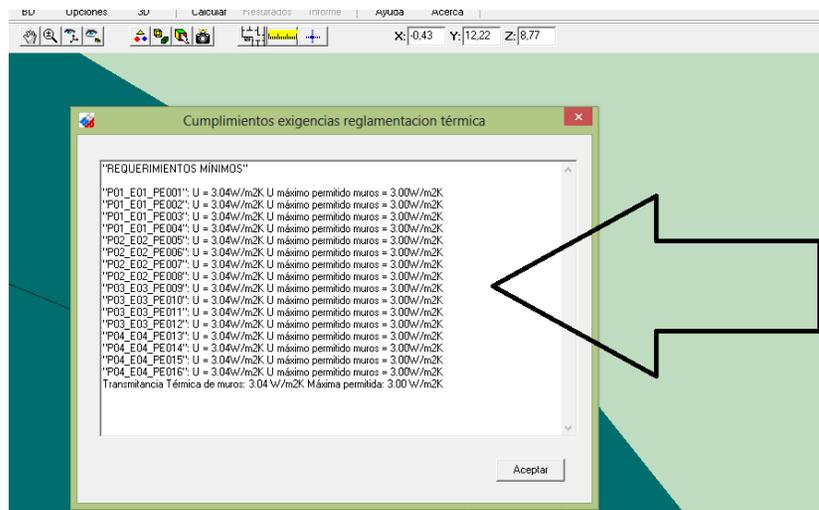


Ilustración 4.4 Resultados del Incumplimiento a la Reglamentación Térmica.

4.1.3 Población Meseta del Gallo.

Para el estudio realizado en la población Meseta del Gallo fue necesario realizar los cálculos en ocho departamentos distintos, dado la complejidad en la geometría de este.

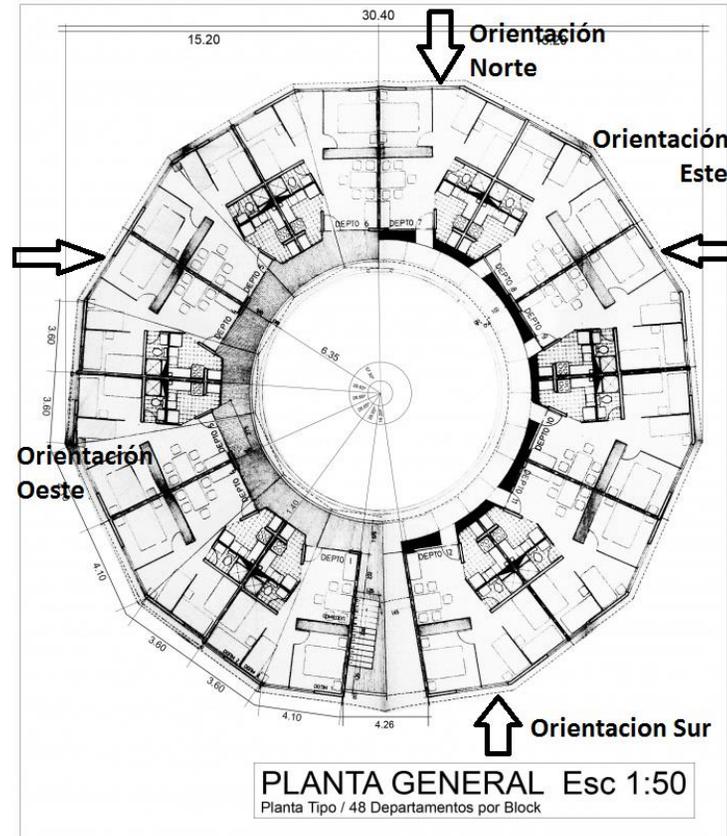


Ilustración 4.5 Orientaciones Departamentos Meseta del Gallo

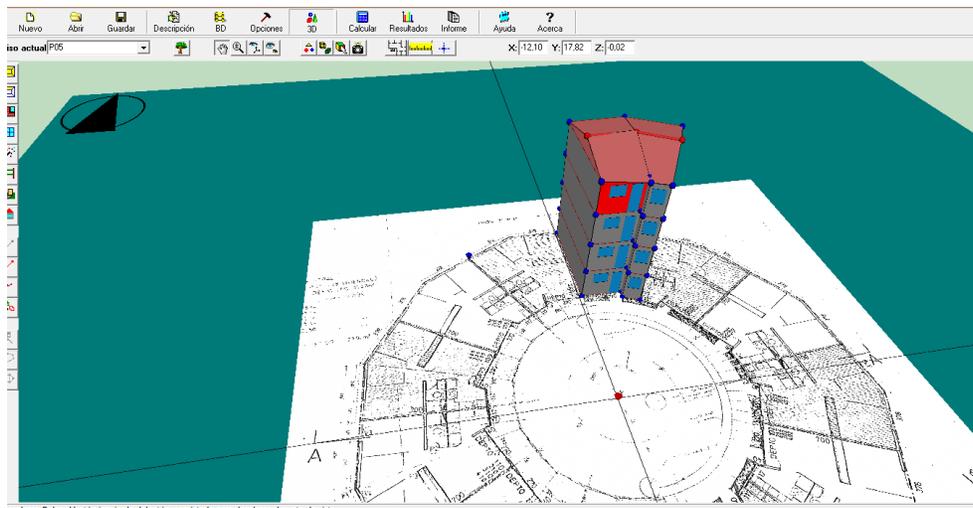


Ilustración 4.6 Construcción 3D Departamentos Meseta del Gallo.

a) En los departamentos con orientación norte se obtuvieron los siguientes resultados:

		Demanda Calefacción	
Espacios	m ²	Proyecto (KWh/m ² año)	Referencia (KWh/m ² año)
P01_E01	40,1	91,5	109,4
P02_E01	40,1	91,6	109,8
P03_E02	40,1	91,3	109,0
P04_E03	40,1	99,5	112,6
Total	160,3		

- El departamento del primer piso demanda 91,5 kWh/m² año, esto si lo comparamos con la vivienda de referencia que consume 109,4 kWh/m² año tenemos que la vivienda en estudio necesita un 83,6% de la energía requerida para un adecuado confort térmico, lo que se traduce en un ahorro energético del 16,4%.
- El departamento del cuarto piso demanda 99,5 kWh/m² año, en contraste con su similar de referencia que son 112,6 kWh/m² año tenemos que la vivienda en estudio presenta un ahorro energético de un 11,6%.

b) En los departamentos orientados hacia el este se obtuvieron los siguientes resultados:

		Demanda Calefacción	
Espacios	m ²	Proyecto (KWh/m ² año)	Referencia (KWh/m ² año)
P01_E01	40,1	91,5	108,0
P02_E01	40,1	91,5	108,1
P03_E02	40,1	91,1	107,7
P04_E03	40,1	99,8	110,4
Total	160,3		

- El departamento del primer piso tiene una demanda de 91,5 kWh/m² año, comparado con los 108 kWh/m² año de la vivienda de referencia se observa un 15,3% de ahorro.
- El departamento del último piso demanda 99,8 kWh/m² año. La vivienda de referencia demanda 110,4 kWh/m² año, lo que se traduce en un ahorro del 9,6%.

c) En los departamentos orientados hacia el oeste se obtuvieron los siguientes resultados:

		Demanda Calefacción	
Espacios	m ²	Proyecto (KWh/m ² año)	Referencia (KWh/m ² año)
P01_E01	40,1	91,4	104,7
P02_E01	40,1	91,2	104,9
P03_E02	40,1	90,7	103,5
P04_E03	40,1	99,2	108,4
Total	160,3		

- El departamento del primer piso tiene una demanda en calefacción de 91,4 kWh/m² año y la vivienda de referencia demanda 104,7 kWh/m² año, esto muestra que hay un ahorro de un 12,7% en el consumo de energía para acondicionar la vivienda.
- El departamento del último piso tiene una demanda de 99,2 kWh/m² año, lo cual comparándolo con la vivienda de referencia que demanda 108,4 kWh/m² año se obtiene un ahorro energético de un 8,5%.

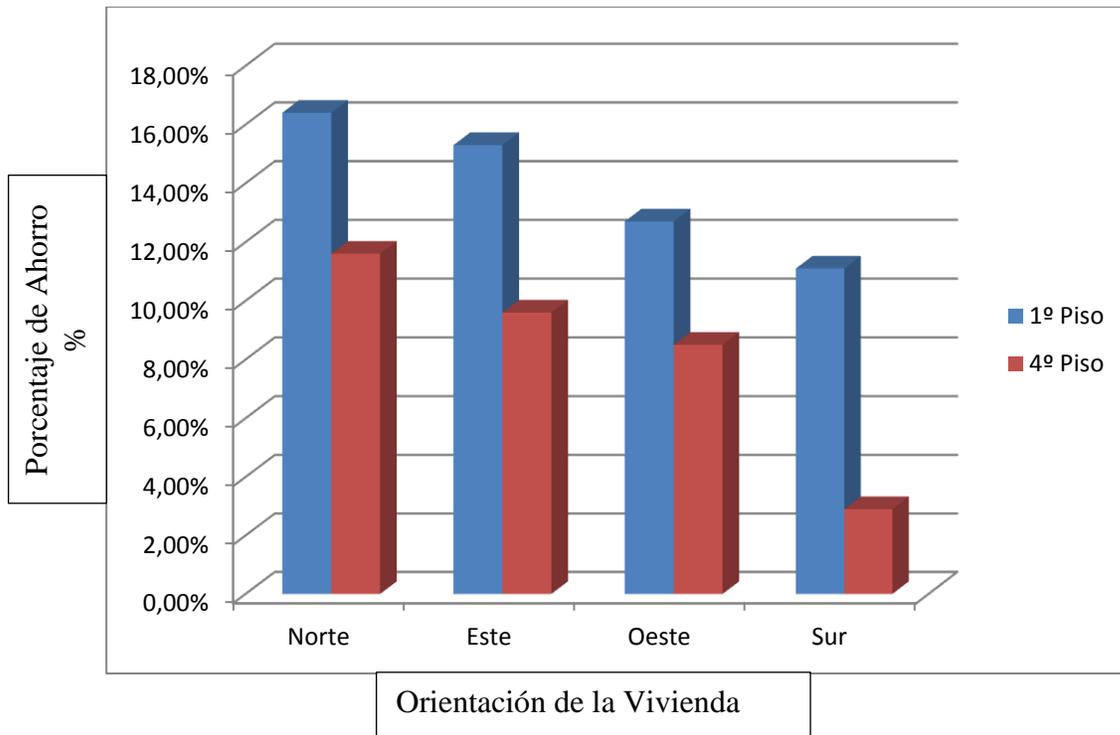
d) En los departamentos orientados hacia el sur se obtuvieron los siguientes resultados:

		Demanda Calefacción	
Espacios	m ²	Proyecto (KWh/m ² año)	Referencia (KWh/m ² año)
P01_E01	40,1	91,2	102,6
P02_E01	40,1	90,8	102,5
P03_E02	40,1	89,9	101,5
P04_E03	40,1	100,1	103,1
Total	160,3		

- En el departamento del primer piso se obtiene una demanda de 91,2 kWh/m² año, comparándolo con su referencia de 102,6 kWh/m² año se visualiza un ahorro energético de un 11,1% en la calefacción del recinto.
- En el departamento del cuarto piso se obtuvo una demanda de 100,1 kWh/m² año, en comparación a la vivienda de referencia que consume 103,1 kWh/m² año se muestra un ahorro energético en calefacción de un 2,9%.

Se puede observar que, en cuanto al ahorro energético, las viviendas del primer piso obtienen mejores resultados, esto se debe a que en su envolvente térmica solo los muros están en contacto con el exterior, mientras que el del último piso además de tener sus muros en contacto con el exterior, el complejo de techumbre también está en contacto con la intemperie, esto podría solucionarse con una adecuada aislación térmica.

A su vez se puede observar que la orientación de la fachada con respecto a la trayectoria del sol influye en las ganancias térmicas que obtienen las viviendas. Esto puede verse reflejado en el siguiente gráfico:



4.1.4 Meseta del Gallo II.

Para el estudio de las viviendas de la población Meseta del Gallo se procedió al estudio de 2 edificios por orientación, las cuales fueron departamentos con sus fachadas orientadas al norte y al sur.



Ilustración 4.7 Orientaciones Departamentos Meseta del Gallo II.

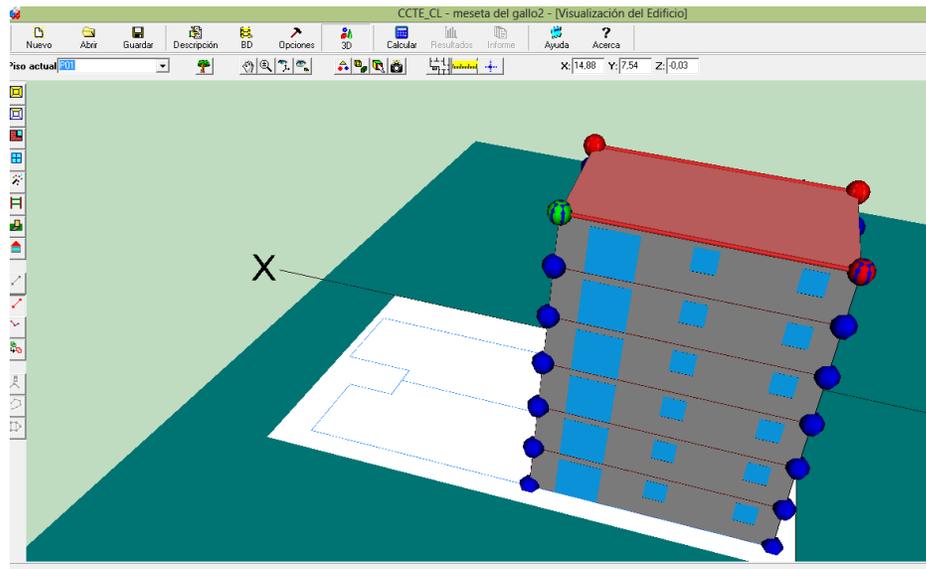


Ilustración 4.8 Construcción 3D Departamentos Meseta del Gallo II.

a) En los departamentos orientados al norte se obtuvieron los siguientes resultados:

		Demanda Calefacción	
Espacios	m ²	Proyecto (KWh/m ² año)	Referencia (KWh/m ² año)
P01_E01	57,0	82,9	109,2
P02_E02	57,0	79,4	109,2
P03_E03	57,0	79,9	109,2
P04_E04	57,0	80,1	110,3
P05_E01	57,0	79,8	110,3
P06_E02	57,0	98,1	115,5
Total	342,2		

- En el departamento del primer piso se obtuvo una demanda de 82,9 kWh/m² año, en cambio el edificio de referencia demanda 109,2 kWh/m² año, lo cual representa un ahorro energético en calefacción de un 24%.
- El departamento del sexto piso obtuvo una demanda de 98,1 kWh/m² año, mientras que su vivienda de referencia obtuvo 115,5 kWh/m² año, lo que se traduce en un 15% de ahorro en energías destinadas a la calefacción.

b) En los departamentos orientados al lado sur se obtuvieron los siguientes resultados:

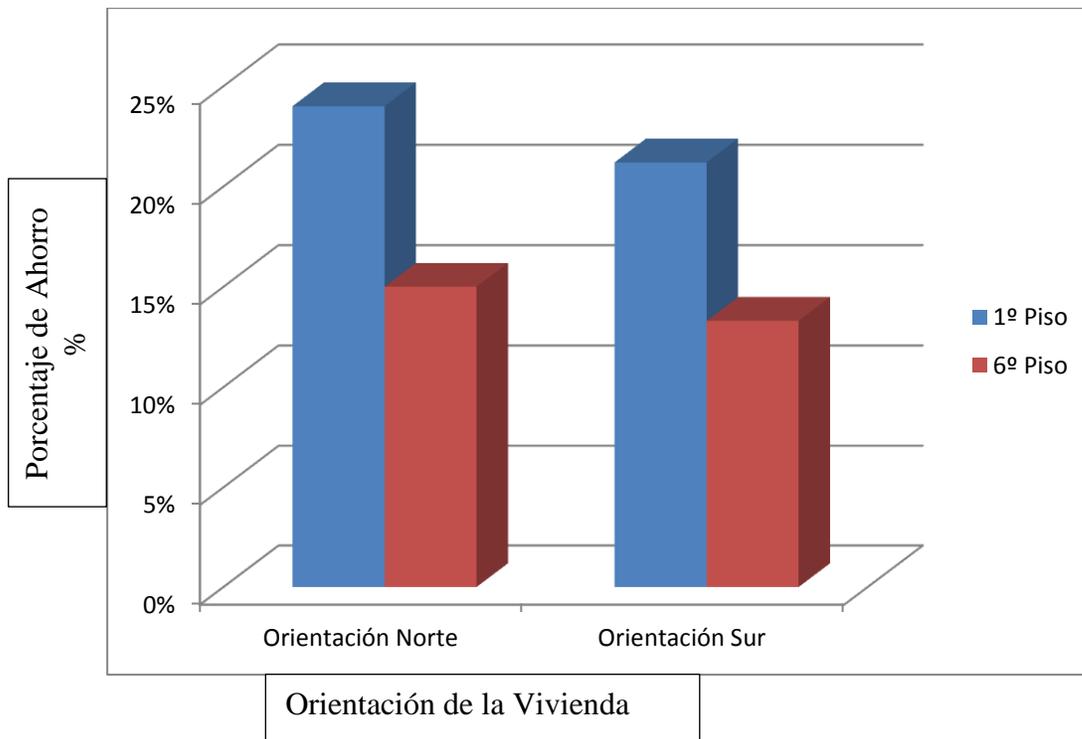
		Demanda Calefacción	
Espacios	m ²	Proyecto (KWh/m ² año)	Referencia (KWh/m ² año)
P01_E01	57,0	89,4	113,4
P02_E02	57,0	86,7	113,3
P03_E03	57,0	85,9	113,2
P04_E04	57,0	87,4	115,7
P05_E01	57,0	85,7	115,9
P06_E02	57,0	105,2	121,1
Total	342,2		

- En el departamento del primer piso se obtiene una demanda de 89,4 kWh/m² año, mientras que la vivienda de referencia obtiene una demanda energética de 113,4 kWh/m² año, lo que indica un ahorro 21,2%.
- El departamento del piso 6 se obtuvo una demanda de 105,2 kWh/m² año, en cambio la vivienda de referencia demanda 121,1 kWh/m² año, observando un ahorro en calefacción de un 13,3%.

En la nueva tipología de viviendas sociales en altura que se están empleando en Chile, las cuales tienen 6 pisos y son de hormigón armado, el tema de la aislación térmica es una exigencia en su construcción. En este caso podemos ver que las viviendas contemplan un considerable ahorro energético.

En el caso de estos edificios se observa que el ahorro energético para un adecuado acondicionamiento térmico de los espacios es mayor en los primeros pisos, debido a que tienen una menor superficie de contacto con el exterior en su envolvente.

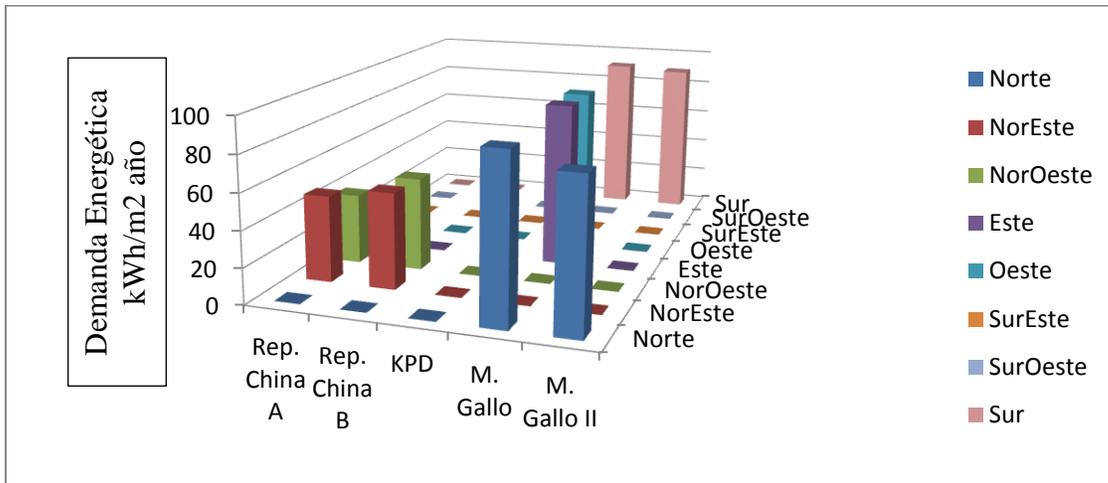
A continuación se muestra una gráfica donde se puede observar el ahorro energético por departamento y su orientación.



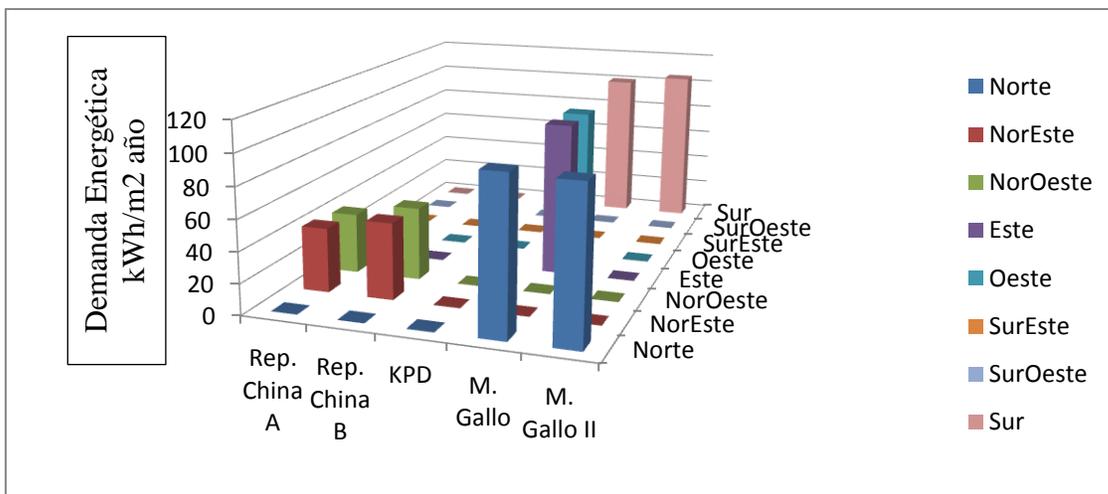
4.1.5 Resumen de los Resultados.

El siguiente gráfico representa el consumo de cada vivienda estudiada respecto a su orientación y al nivel de planta que pertenece el departamento.

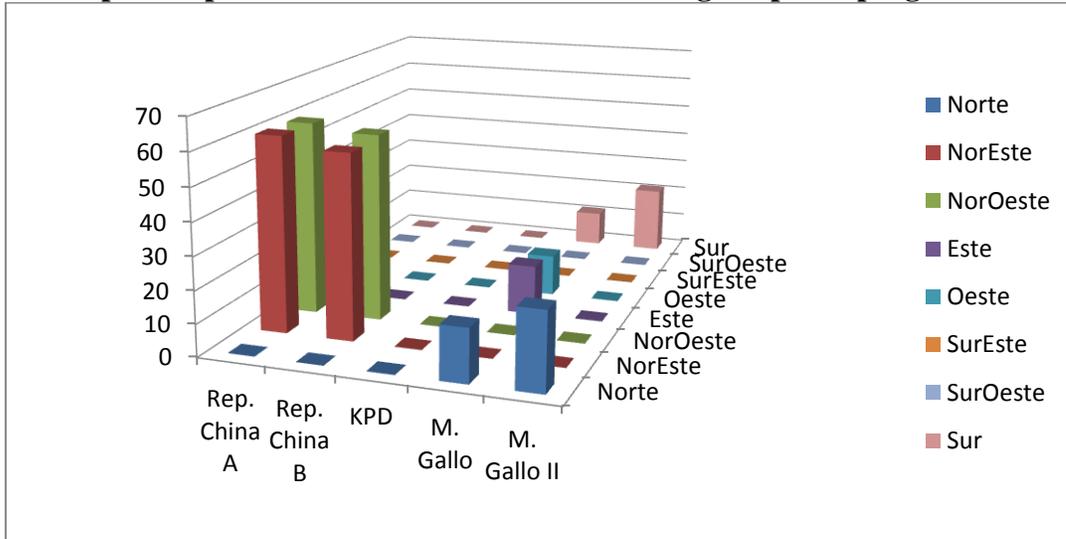
a) Gráfico de la demanda energética de cada vivienda perteneciente al primer piso.



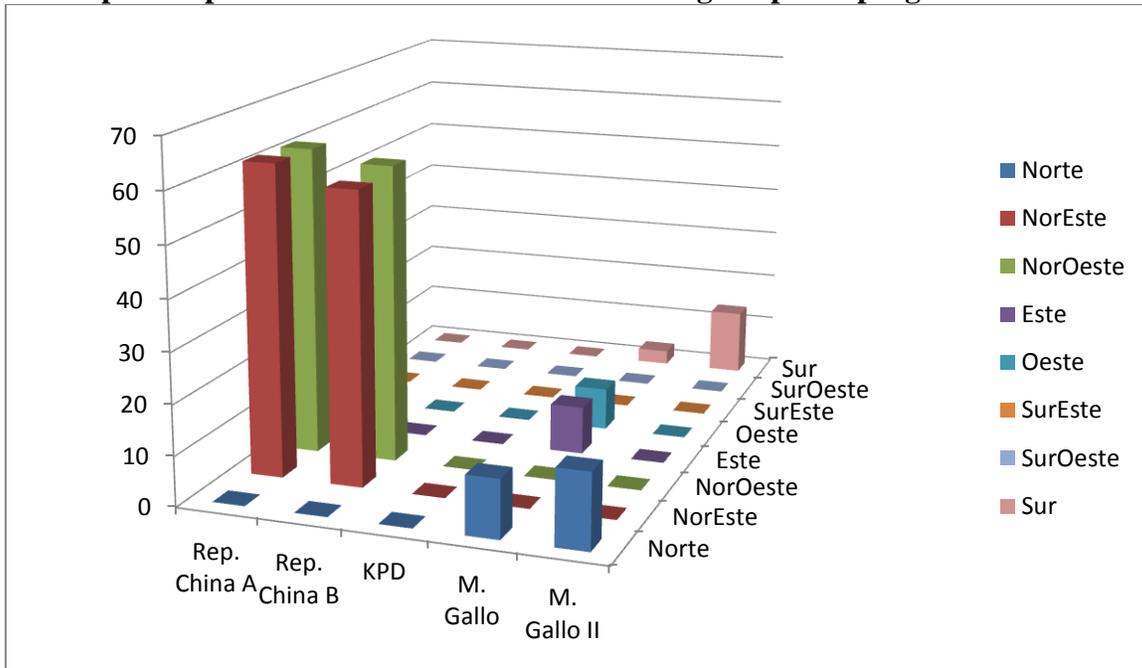
b) Gráfico de la demanda energética de cada vivienda perteneciente al último piso.



c) Gráfico del porcentaje de ahorro energético que tienen las viviendas del primer piso respecto del edificio de referencia entregado por el programa.



d) Gráfico del porcentaje de ahorro energético que tienen las viviendas del último piso respecto del edificio de referencia entregado por el programa.



4.2 Determinación de la eficiencia energética de las viviendas con respecto al consumo requerido para un adecuado acondicionamiento térmico.

Para la determinación de la eficiencia de las viviendas en estudio con respecto a la energía que demandan cada una de ellas en calefaccionarlas es necesario el cálculo del coeficiente C, el cual nos indicará la letra en la etiqueta de eficiencia energética.

4.2.1 Edificios Acero República Popular China.

Las viviendas pertenecientes a estos edificios fueron las que en la simulación mejor se comportaron térmicamente, presentando ahorros energéticos de hasta un 60% en calefacción. Esto se debe a la composición de los muros de la envolvente, los que están conformados por muros tipo paneles, revestidos de láminas de acero plegadas en su exterior, plancha de poliestireno como aislación y planchas de fibrocemento como revestimiento interior, además de una gran superficie vidriada en sus fachadas, lo que ayuda en las ganancias solares.

a) Departamentos tipo A con orientación Noreste 1° Piso.

	Demanda en Calefacción kWh/m ² año	
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
1° Piso	48,4	122

$$C = \frac{48,4}{122,0} \times 100 = 39,6$$

	Escala de Calificación Energética de Arquitectura		
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

b) Departamentos tipo A con orientación Noreste 4º Piso.

	Demanda en Calefacción kWh/m2 año	
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
4º Piso	41,8	109,4

$$C = \frac{41,8}{109,4} \times 100 = 38,20$$

	Escala de Calificación Energética de Arquitectura		
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

c) Departamentos tipo A con orientación Noroeste 1º Piso.

	Demanda en Calefacción kWh/m2 año	
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
1º Piso	47,9	119,1

$$C = \frac{47,9}{119,1} \times 100 = 41,73$$

	Escala de Calificación Energética de Arquitectura		
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

d) Departamentos tipo A con orientación Noroeste 4º Piso.

	Demanda en Calefacción kWh/m2 año	
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
4º Piso	40,8	106,1

$$C = \frac{40,8}{106,1} \times 100 = 38,45$$

Escala de Calificación Energética de Arquitectura			
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

e) Departamentos tipo B con orientación Noreste 1º Piso.

	Demanda en Calefacción kWh/m2 año	
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
1º Piso	53,7	124,7

$$C = \frac{53,7}{124,7} \times 100 = 43,06$$

Escala de Calificación Energética de Arquitectura			
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

f) Departamentos tipo B con orientación Noreste 4º Piso.

	Demanda en Calefacción kWh/m2 año	
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
4º Piso	49,7	118,5

$$C = \frac{49,7}{118,5} \times 100 = 41,94$$

Escala de Calificación Energética de Arquitectura			
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

g) Departamentos tipo B con orientación Noroeste 1º Piso.

	Demanda en Calefacción kWh/m2 año	
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
1º Piso	52,2	124,1

$$C = \frac{52,2}{124,1} \times 100 = 42,06$$

Escala de Calificación Energética de Arquitectura			
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

h) Departamentos tipo B con orientación Noroeste 4º Piso.

	Demanda en Calefacción kWh/m2 año	
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
4º Piso	47,7	117,1

$$C = \frac{47,7}{117,1} \times 100 = 40,73$$

Escala de Calificación Energética de Arquitectura			
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

4.2.2 Edificio Prefabricad KPD.

Como se menciona anteriormente las viviendas estudiadas en este caso no cumplen con la actual reglamentación térmica. Acá fue imposible determinar la demanda del consumo energético requerido para un adecuado acondicionamiento térmico, ya que el programa CCTE_CL no arroja resultados de consumo, sino que nos alerta de que los muros que conforman la envolvente sobrepasan la transmitancia térmica permitida obteniéndose 3,04 W/m²K, sobrepasando apenas los 3 W/m²K que exige la actual reglamentación.

Por otra parte el software solo indica el incumplimiento de los muros, además el complejo de techumbre tampoco cumple con la normativa, ya que su transmitancia térmica es de 1,87 W/m²K, lejos de los 0,6 W/m²K exigidos por la normativa para la zona 2.

Tomando en cuenta esto se pueden calificar estos departamentos de la siguiente manera:

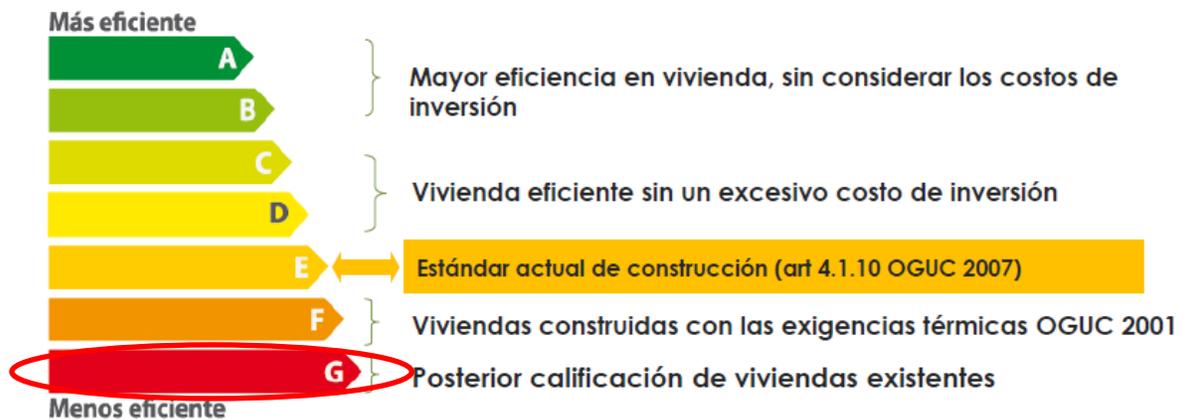


Ilustración 4.9 Calificación Departamentos KPD.

4.2.4 Población Meseta del Gallo.

En los departamentos de la población Meseta del Gallo, todos los departamentos estarían cumpliendo con la reglamentación térmica, presentando ahorros energéticos de un 12% en promedio, lo que es suficiente en relación a lo que especifica el artículo 4.1.10 de la OGUC para la zona térmica 2.

a) Departamento con Orientación Norte 1º Piso.

Demanda en Calefacción kWh/m2 año		
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
1º Piso	91,5	109,4

$$C = \frac{91,5}{109,4} \times 100 = 83,63$$

Escala de Calificación Energética de Arquitectura			
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

b) Departamento con Orientación Norte 4º Piso.

Demanda en Calefacción kWh/m ² año		
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
4º Piso	99,5	112,6

$$C = \frac{99,5}{112,6} \times 100 = 88,36$$

Escala de Calificación Energética de Arquitectura			
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

c) Departamento con Orientación Noreste 1º Piso.

Demanda en Calefacción kWh/m ² año		
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
1º Piso	91,5	108,0

$$C = \frac{91,5}{108,0} \times 100 = 83,72$$

Escala de Calificación Energética de Arquitectura			
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

d) Departamento con Orientación Noreste 4º Piso.

	Demanda en Calefacción kWh/m2 año	
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
4º Piso	99,8	110,4

$$C = \frac{99,8}{110,4} \times 100 = 90,39$$

Escala de Calificación Energética de Arquitectura			
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

e) Departamento con Orientación Noroeste 1º Piso.

	Demanda en Calefacción kWh/m2 año	
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
1º Piso	91,4	104,7

$$C = \frac{91,4}{104,7} \times 100 = 87,29$$

Escala de Calificación Energética de Arquitectura			
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

f) Departamento con Orientación Noroeste 4º Piso.

	Demanda en Calefacción kWh/m2 año	
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
4º Piso	99,2	108,4

$$C = \frac{99,2}{108,4} \times 100 = 91,51$$

Escala de Calificación Energética de Arquitectura			
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

g) Departamento con Orientación Sur 1º Piso.

	Demanda en Calefacción kWh/m2 año	
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
1º Piso	91,2	102,6

$$C = \frac{91,2}{102,6} \times 100 = 88,89$$

Escala de Calificación Energética de Arquitectura			
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

h) Departamento con Orientación Sur 4º Piso.

	Demanda en Calefacción kWh/m2 año	
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
4º Piso	100,1	103,1

$$C = \frac{100,1}{103,1} \times 100 = 97,09$$

	Escala de Calificación Energética de Arquitectura		
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

4.2.5 Población Meseta del Gallo II.

La población Meseta del Gallo II es la construcción de viviendas sociales con menos antigüedad dentro del sector de Miraflores alto. Son edificios de hormigón armado de 6 pisos y son los únicos que cuentan con la obligatoriedad de cumplir con la nueva reglamentación térmica en este estudio. Como se muestra a continuación las viviendas estudiadas tienen un significativo ahorro energético en cuanto a calefacción, lo cual es posible de obtener mediante soluciones constructivas con un costo relativamente bajo.

a) Departamento con orientación Norte 1ºPiso.

Demanda en Calefacción kWh/m ² año		
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
1º Piso	82,9	109,2

$$C = \frac{82,9}{109,2} \times 100 = 75,91$$

Escala de Calificación Energética de Arquitectura			
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

b) Departamento con orientación Norte 6º Piso.

	Demanda en Calefacción kWh/m ² año	
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
6º Piso	98,1	115,5

$$C = \frac{98,1}{115,5} \times 100 = 84,93$$

Escala de Calificación Energética de Arquitectura			
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

c) Departamento con orientación Sur 1º Piso.

	Demanda en Calefacción kWh/m ² año	
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
1º Piso	89,4	113,4

$$C = \frac{89,4}{113,4} \times 100 = 78,83$$

Escala de Calificación Energética de Arquitectura			
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

d) Departamento con orientación Sur 6° Piso.

	Demanda en Calefacción kWh/m2 año	
	Edificio Objeto	Edificio Referencia
6° Piso	105,2	121,1

$$C = \frac{105,2}{121,1} \times 100 = 83,73$$

Escala de Calificación Energética de Arquitectura			
	ZONA 1 Y 2	ZONA 4, 4 Y 5	ZONA 6 Y 7
A	0-30,00	0-40,00	0-55,00
B	30,01-40,00	40,01-50,00	55,01-65,00
C	40,01-55,00	50,01-65,00	65,01-85,00
D	55,01-75,00	65,01-85,00	85,01-95,00
E	75,01-110,00	85,01-110,00	95,01-110,00
F	110,01-135,00	110,01-135,00	110,01-135,00
G	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR	135,01 O MAYOR

4.3 Determinación y Análisis del comportamiento de cada tipología.

Tipología	Orientación	Piso	Zona Climática	Transmitancia Térmica Muros (W/m ² K)	Transmitancia Techumbre (W/m ² K)	Superficie vidriada (m ²)	Transmitancia Térmica Ventanas (W/m ² K)	Volumen Vivienda (m ³)	Porcentaje de Ahorro (a la referencia)(%)	Letra de Calificación
República Popular China	NorEste Tipo A	1	Zona 2	0,33	-	5,14	5,8	88	60,3	B
		4	Zona 2	0,33	0,35	5,14	5,8	88	61,8	B
	NorOeste Tipo A	1	Zona 2	0,33	-	5,14	5,74	88	60	C
		4	Zona 2	0,33	0,35	5,14	5,8	88	61,5	B
Popular China	NorEste Tipo B	1	Zona 2	0,33	-	8,14	5,74	129,8	56,9	C
		4	Zona 2	0,33	0,35	8,14	5,8	129,8	58	C
	NorOeste Tipo B	1	Zona 2	0,33	-	8,14	5,74	129,8	57,9	C
		4	Zona 2	0,33	0,35	8,14	5,8	129,8	59,3	C
Prefabricados KPD	Norte-Sur	1	Zona 2	3,04	-	8,5	5,74	134,2	-	G
	Norte-Sur	4	Zona 2	3,04	1,87	8,5	5,8	134,2	-	G
	Este-Oeste	1	Zona 2	3,04	-	8,5	5,8	134,2	-	G
	Este-Oeste	4	Zona 2	3,04	1,87	8,5	5,8	134,2	-	G
Meseta del Gallo I	Norte	1	Zona 2	2,52	-	5,28	5,8	88,22	16,4	E
	Norte	4	Zona 2	2,52	0,44	5,28	5,8	88,22	11,6	E
	Este	1	Zona 2	2,52	-	5,28	5,74	88,22	15,3	E
	Este	4	Zona 2	2,52	0,44	5,28	5,8	88,22	9,6	E
	Oeste	1	Zona 2	2,52	-	5,28	5,74	88,22	12,7	E
	Oeste	4	Zona 2	2,52	0,44	5,28	5,8	88,22	8,5	E
	Sur	1	Zona 2	2,52	-	5,28	5,8	88,22	11,1	E
	Sur	4	Zona 2	2,52	0,44	5,28	5,74	88,22	2,9	E
Meseta del Gallo II	Norte	1	Zona 2	1,86	-	6,7	5,74	131,1	24	E
	Norte	6	Zona 2	1,86	0,34	6,7	5,74	131,1	15	E
	Sur	1	Zona 2	1,86	-	6,7	5,74	129,49	21,2	E
	Sur	6	Zona 2	1,86	0,34	6,7	5,74	129,49	13,3	E

Tabla 4.1 Clasificación de Viviendas según variables.

Los valores de las transmitancias (U) en muros y techumbre de la tabla anterior, pueden ser comparados con lo indicado en la reglamentación térmica para cada zona. Cabe recordar que en el presente trabajo no hay pisos ventilados, por lo que conlleva a despreciar estas transmitancias.

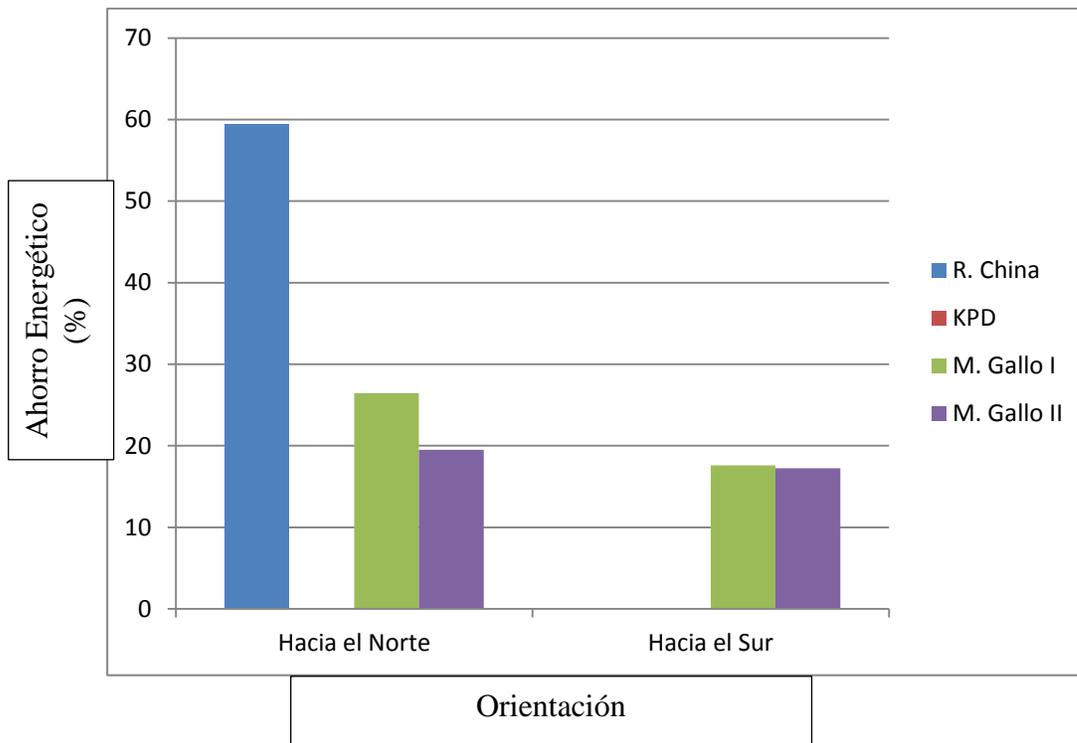
ZONA	TECHUMBRE		MUROS		PISOS VENTILADOS	
	U W/m ² K	Rt m ² K/W	U W/m ² K	Rt m ² K/W	U W/m ² K	Rt m ² K/W
1	0,84	1,19	4,0	0,25	3,60	0,28
2	0,60	1,67	3,0	0,33	0,87	1,15
3	0,47	2,13	1,9	0,53	0,70	1,43
4	0,38	2,63	1,7	0,59	0,60	1,67
5	0,33	3,03	1,6	0,63	0,50	2,00
6	0,28	3,57	1,1	0,91	0,39	2,56
7	0,25	4,00	0,6	1,67	0,32	3,13

Tabla 4.2 Valores Máximos para la transmitancia en estudio.

Se puede observar que para el conjunto de Prefabricados KPD los valores están fuera de norma.

- **Según Orientación:**

A continuación se muestra una gráfica comparando los conjuntos en función de orientación- porcentaje de ahorro. Es preciso señalar que para efectos de la construcción del gráfico se dividió en dos partes, departamentos que se orientan hacia el hemisferio norte y los que se orientan hacia el hemisferio sur.

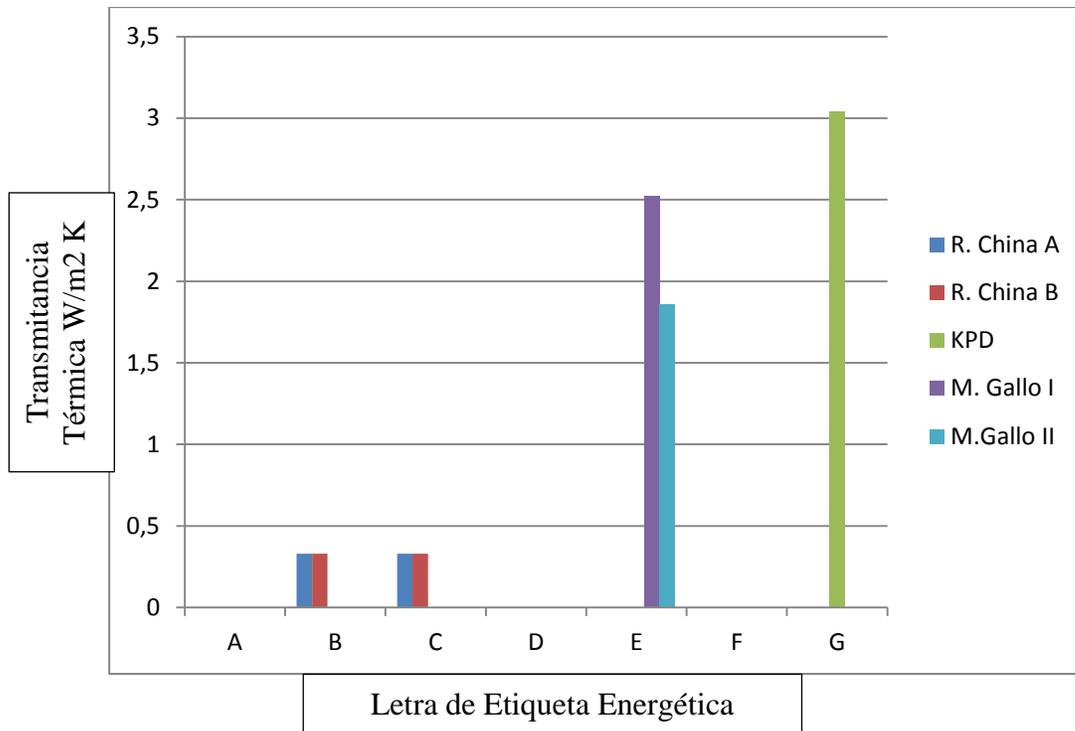


Del gráfico anterior se puede observar que la orientación de la vivienda influye en los resultados del consumo energético, esto gracias a las ganancias solares que las viviendas orientadas hacia el norte pueden obtener, tal y como se muestra se puede hacer una comparación entre Meseta del Gallo I y II ya que ambos conjuntos tienen viviendas orientadas al norte y a su vez al sur, pudiéndose apreciar que el ahorro de viviendas orientadas al norte es un tanto mayor, mientras que los departamentos orientados hacia el sur obtienen un menor ahorro energético debido a la menor exposición solar.

- **Según elementos de la envolvente:**

En esta sección es necesaria la presentación de dos gráficas distintas. Primero la comparación entre la transmitancia térmica de los muros y el porcentaje de ahorro, mientras que la segunda gráfica será la transmitancia térmica de techumbre y el porcentaje de ahorro energético.

a) Transmitancia térmica muros y letra de calificación.

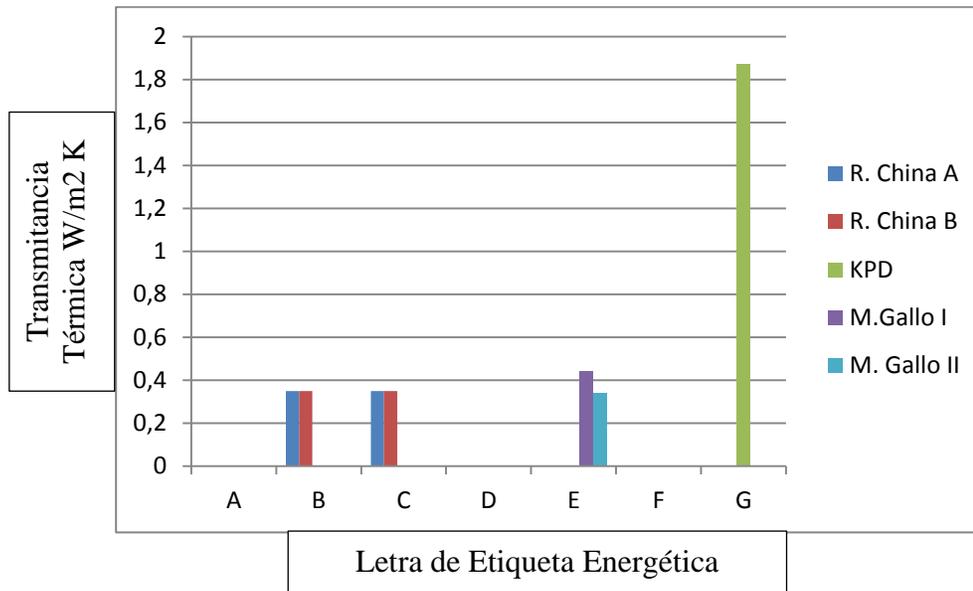


La transmitancia térmica de la envolvente es la variable más incidente en la letra de calificación del recinto, de las gráficas se puede evidenciar que mientras menor sea la transmitancia térmica de los elementos constructivos mejor desempeño energético tendrán las viviendas.

En el caso de las viviendas de los conjuntos de la R. China, el valor de transmitancia en muros no supera los $0,4 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, obteniendo una calificación entre B y C, lo cual supone dentro de la simulación un buen desempeño energético. En su contraste tenemos los Prefabricados KPD, donde la transmitancia de muros es de $3,04 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ superando lo permitido por la norma.

El análisis anteriormente descrito nos indica que esta es la variable más incidente por sí sola ya que mientras menor sea la transmitancia en los muros, mejor será su desempeño energético respecto a su aislación térmica.

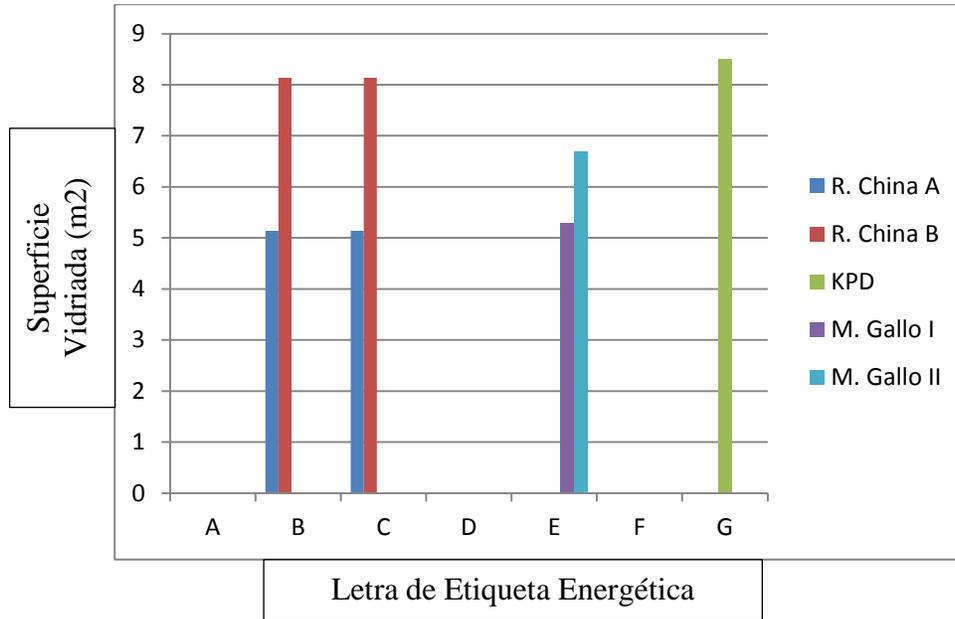
b) Transmitancia térmica Techumbre y letra de calificación.



Según la gráfica anterior, si bien la transmitancia térmica de la techumbre es importante en el conjunto de variables, por sí sola no tiene un resultado determinante ya que si comparamos la transmitancia de este elemento entre las viviendas de la R. China y los edificios de Meseta del Gallo II tenemos que las primeras tienen un mejor comportamiento térmico y a su vez una transmitancia térmica mayor a los de Meseta del Gallo II.

- **Según Superficie Vidriada:**

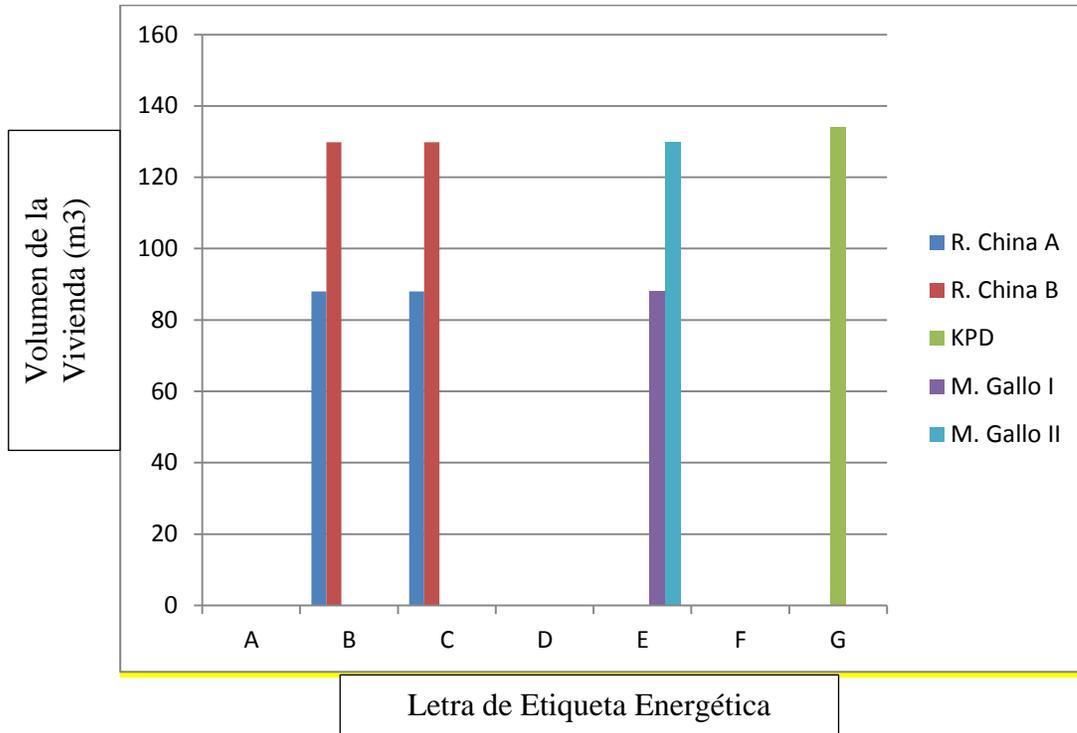
Otra de las variables a tomar en cuenta por el software es la superficie vidriada que existe en la vivienda, esto debido a las ganancias solares que pueda obtener o también las pérdidas de calor por este elemento.



Poniendo atención en el gráfico nos podemos percatar de que la cantidad de m² de vidrios no tiene una incidencia fundamental en la eficiencia del recinto. Esto no quiere decir que no sea una variable de importancia, pero se puede deducir que esta variable por sí sola no es determinante. Ejemplo de esto son los departamentos de la R. China y los Edificios KPD, los cuales tienen una superficie vidriada similar (sobre los 8 m²) su desempeño energético según la simulación es muy diferente, por un lado los primeros son los con mejores resultados, mientras que los KPD no cumplen con la normativa térmica.

- **Según Volumen de la Vivienda.**

Esta última gráfica muestra el volumen de la vivienda y la letra de calificación.



En esta gráfica también podemos determinar que el volumen de la vivienda no es de influencia directa en el desempeño energético de los departamentos. Si analizamos los departamentos de la R. China tipo B, prefabricados KPD y Meseta del Gallo I y II los volúmenes de los espacios son muy similares (alrededor de los 130 m3), mientras que sus desempeño son muy diferentes.

Viviendas	Superficie vidriada (m2)	Volumen Vivienda (m3)	Observación
República Popular China	Tipo A 5,14	88	Exelente ahorro energético, por sobre la norma
	Tipo B 8,14	129,8	
Prefabricados KPD	8,5	134,2	Pésimo ahorro energético, Muy por de bajo la norma
Meseta del Gallo	5,28	88,22	Ahorro energético aceptable, ajustado a la
Meseta del Gallo II	6,7	130	Ahorro energético aceptable, ajustado a la

Tabla 4.3 Superficies Vidriadas y Volumen de viviendas

Capítulo V: Conclusiones.

5.1 Conclusiones Específicas.

Para llegar a una conclusión global fue necesario hacer un análisis específico de cada variable que ocupa el software CCTE para entregar sus resultados de la simulación del consumo de energía requerida para un adecuado comportamiento térmico.

-. Respecto al desempeño energético se puede concluir que no todas las variables son de influencia directa, pero si se puede entender que hay variables que dependen de otras.

En primera instancia debemos considerar la Zona térmica en la que está emplazada la vivienda, esta variable es de influencia directa con respecto al comportamiento térmico de los inmuebles, ya que esto determina los parámetros con los que se va a evaluar. Dependiente de lo anterior mencionado no fue necesario hacer una comparación en este sentido de las distintas tipologías ya que todas pertenecen a la misma zona 2.

Luego se procedió a analizar la orientación de las fachadas de cada vivienda, dividiéndolas en fachadas que apuntan al norte y al sur, para así tener un parámetro de comparación entre ellas. Se logró determinar, sin ninguna duda, que los departamentos orientados hacia el norte tienen mejor desempeño que los orientados al sur, debido a la trayectoria del sol la cual genera ganancias térmicas naturales durante el día.

Haciendo un resumen del análisis de los resultados podemos observar el porcentaje de ahorro respecto al edificio de referencia que utiliza el software, el cual atiende a las necesidades de una vivienda que cumple con la reglamentación térmica.

En el caso de los edificios de la República Popular China se obtiene en promedio un 59,4% de ahorro respecto a su referencia, donde cabe señalar que cada vivienda está orientada hacia el norte y sur simultáneamente, lo que quiere decir que son plantas completas del edificio por vivienda. Luego pasamos a los edificios prefabricados KPD, donde se obtiene un desempeño insuficiente para lograr una buena habitabilidad respecto al acondicionamiento térmico, ya que los elementos de la envolvente no cumplen con las transmitancias térmicas máximas en muros y techumbre, por lo que no se pudo hacer un análisis respecto a la orientación al no tener resultados concretos por el software. En tercera instancia tenemos el conjunto habitacional Meseta del Gallo donde se obtuvo un ahorro de 26,45% de energía primaria en calefacción en los departamentos orientados al norte, mientras que las viviendas orientadas al sur presentaron un ahorro del 17,6%. Finalmente está el conjunto habitacional Meseta del Gallo II, donde las viviendas orientadas al norte presentaron un ahorro del 19,5%, mientras que las que están orientadas al sur mostraron un ahorro de un 17,25%.

En tercer lugar se analizaron las variables correspondientes a la transmitancia térmica de los elementos de la envolvente involucrados. Este es el parámetro que influye directamente en el acondicionamiento térmico durante el año de los departamentos, ya que son los elementos que impedirán el traspaso del calor desde el interior hacia el exterior o viceversa en la vivienda. En los departamentos de la República Popular China se obtuvo que en muros y techumbre las transmitancias fueron 0,33 W/m²K y 0,35 W/m²K respectivamente dejándolos entre las letras B y C de la etiqueta energética. En los departamentos prefabricados KPD en muros y

techumbres se aprecian transmitancias de 3,04 W/m²K y 1,87 W/m²K, lo cual los aleja del cumplimiento a la normativa térmica vigente, atribuyéndoles la letra G de la etiqueta energética, esto debido a que ambos cerramientos exceden el límite dispuesto por el artículo 4.1.10 de la OGUC. Para el conjunto de Meseta del Gallo las transmitancias térmicas en muros y techumbres fueron de 2,52 W/m²K y 0,44 W/m²K dejándolos posicionados con letra E. En los edificios de Meseta del Gallo II las transmitancias térmicas obtenidas por la simulación fueron de 1,86 W/m²K en muros y 0,34 W/m²K para techumbres dejándolos también posicionados en la letra E de la etiqueta energética.

Volviendo a capítulos anteriores, donde recordamos que la transmitancia térmica de un material es la medida de calor que fluye a través de este, se logra comprobar que a medida que la transmitancia térmica de la envolvente disminuye, mejor será el desempeño energético ya que está disminuyendo el traspaso de calor por el elemento constructivo.

Por otro lado se analizaron la cantidad de superficie vidriada y el volumen de cada vivienda, llegando a la determinación que son variables que si tienen consecuencias en el resultado de la simulación, ya que son las características que le darán las ganancias solares durante el día pero son totalmente dependientes de la transmitancia térmica de los elementos de la envolvente y la orientación del edificio.

5.2 Conclusiones Generales.

En general, las viviendas sociales construidas con anterioridad a la actual reglamentación térmica obtuvieron buenos resultados según la simulación energética, salvo los edificios prefabricados KPD, los cuales no cumplen con la modificación del artículo 4.1.10 de la OGUC.

Comenzando por entender que cada conjunto habitacional fue construido en distintas épocas, y por ende distintas tecnologías en su construcción, es necesario hacer una comparación respecto a cada tipología de viviendas y los resultados de su desempeño.

Los departamentos de la República Popular China, construidos en el año 1972 en base a estructuras soportantes de acero, fueron los que mejor comportamiento térmico obtuvieron según la simulación energética, debido a que en ese entonces fue contemplado el problema del acondicionamiento térmico, incorporando planchas de poliestireno expandido en los muros de la envolvente. Esta aislación es una de las razones fundamentales por las cuales estos departamentos se posicionan entre las letras B y C de la etiqueta de eficiencia energética, lo cual es de gran ayuda al ahorro de energía primaria destinada a la calefacción de los recintos habitados.

En su contraste tenemos los edificios prefabricados KPD, construidos en el año 1980. Su construcción tiene grandes ventajas, como lo es la rápida fabricación de bloques con hasta 32 viviendas, cualidad que para muchos en aquella época era de gran importancia pensando en el déficit cuantitativo de la vivienda y la gran demanda habitacional que existía en ese entonces en la ciudad de Viña del Mar, siendo de gran ayuda para esta expansión territorial planificada, pero por otro lado se dejan de lado aspectos de habitabilidad como lo es el acondicionamiento térmico de las viviendas entre otros. Lamentablemente estos departamentos no cumplen con

las transmitancias térmicas exigidas, tanto como para los muros y el complejo de techumbre, en la reglamentación térmica vigente en Chile, situándolos en el escalafón mas bajo de la etiqueta, lo que se traduce en un excesivo costo en energía para un adecuado confort térmico, donde se pueden visualizar grandes problemas, no solo en lo económico y medioambiental, sino que también en la salud de las personas moradoras.

Posteriormente se construyeron en 1994, los edificios de la población Meseta del Gallo I, los cuales están contruidos en base a albañilería armada, con una geometría muy particular, donde se obtuvieron resultados bastante aceptable en cuanto a su eficiencia energética, situándolos en la letra E de la etiqueta de calificación energética, indicando un cumplimiento promedio a la reglamentación térmica obligatoria a partir del 2007.

En el último caso se tienen los edificios de la población Meseta del Gallo II, contruidos en el año 2007, entrando en la obligatoriedad en la incorporación de soluciones térmicas en todas las partes que conforman su envolvente. En estos edificios también se obtiene una eficiencia en la escala con una letra E, indicando el cumplimiento de la normativa térmica, contemplando pequeñas mejoras a la envolvente, el cual se verá traducido a lo largo del tiempo en el ahorro energético en calefacción, menos emisiones de CO₂ producida por artefactos de combustión y por cierto una mejora en la calidad de vida de sus habitantes.

Actualmente se contemplan subsidios para el mejoramiento de los aspectos habitacionales en las viviendas como lo son el Programa de Protección del Patrimonio Familiar (PPPF) o los subsidios para la instalación de sistemas captadores de energías renovables (paneles solares) los cuales buscan beneficiar a propietarios de viviendas fuera de reglamentación.

Por último si llevamos el presente estudio a una comparación gradual entre los distintos periodos, se podría pensar que las tecnologías y normativas de construcción han ido evolucionando con el pasar de este. Respecto a lo anteriormente señalado, cabe destacar que no necesariamente los aspectos de habitabilidad han mejorado proporcionalmente conforme transcurre el tiempo. Esto se puede concluir al darnos cuenta que antes de la puesta en marcha de la actual reglamentación térmica, había distintas técnicas de construcción y no necesariamente iban de la mano con las distintas políticas de vivienda social, sino más bien se enfocan en la necesidad habitacional, ya sea cualitativa o cuantitativa, que exigía cada periodo de tiempo.

Además se debe tener en cuenta que, según el Manual de Fundamentos Técnicos del programa CCTE, para la creación de este software se supone la hipótesis de que las propiedades de los materiales son invariables en el tiempo, hipótesis discutible quizás para posteriores investigaciones, ya que la poca o a veces nula mantención realizada a estas viviendas pueden influir de manera considerable en las propiedades térmicas de los materiales que conforman la envolvente, esto se traduce en que los resultados de los distintos tipos de software que existen en el mercado puedan entregar resultados erróneos para edificaciones antiguas y solo se puedan utilizar para cálculos en construcciones más modernas, lo que es preocupante para las viviendas, y en especial las del tipo social, en la eficiencia con la que están actuando.

Por último, es de suma consideración el que como país se comience con una política de eficiencia energética como lo hacen los países desarrollados en el mundo, ya que es el primer impulso a una construcción más sustentable y amigable con el entorno, ya sea en el mejoramiento de la habitabilidad de las personas y en la reducción de emisiones de CO₂.

5.3 Futuras Investigaciones.

En el presente estudio se logró detectar, a juicio del investigador, algunas falencias del proceso de determinación de la demanda energética entregado por el MINVU, entre ellas:

Tenemos que el programa asume la hipótesis de que las propiedades térmicas de los materiales son invariables con el tiempo, lo cual merece un estudio para determinar si es verídico o no.

Por otro lado el programa CCTE tiene variables distintas a otros programas de simulación energética también mencionados y analizados en este estudio, por lo cual se propone un análisis comparativo entre distintos softwares, cada uno con todas sus variables.

Bibliografía.

Martínez, C.,(2002). *Algunas teorías sobre LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL. Conceptos y características de un nuevo tipo de arquitectura*, Ed. Universidad de Valparaíso, Facultad de Arquitectura. Valparaíso. Chile.

Bravo, L., (2008). *Una Calidad Esquiva. Ensayo Sobre Vivienda Social*, Valparaíso, Chile.

Palme, M. (2007). *La simulación energética de los edificios; Habita Conference*, Hermosillo, México.

López, F (2006). *Sobre el uso y la gestión como los factores principales que determinan el consumo de energía en la edificación. Una aportación para reducir el impacto ambiental de los edificios (Tesis Doctoral)*. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España.

Palme, M. (2010). *La Sensibilidad Energética de los edificios (Tesis Doctoral)* Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España

González, A (2013). *Evaluación de Herramientas de Simulación Energética: Estudio del caso de la Determinación de la Demanda de Calefacción en Viviendas en Concepción (Tesis de Magister)*. Universidad del Bío Bío, Concepción, Chile

Sepúlveda Mellado, O. (2009). El Espacio en la Vivienda Social y Calidad de Vida. *Revista INVI*, 1(2).

Castillo, M. Hidalgo, R. Eds. (2007). *1906/2006 Cien Años de Políticas de Vivienda en Chile*, Santiago, Chile.

ARELLANO, J.P. (1985) *Políticas sociales y desarrollo. Chile 1924 - 1984*. Santiago, Chile.

Hidalgo, R. (1999). La Vivienda Social en Chile. La acción del Estado en un siglo de planes y programas. *Scripta Nova Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, (Nº 45).

Godoy, G. (1972). *Rol de la Corvi en el problema habitacional*. Seminario, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Bravo, L. (1959). *Chile: el problema de la vivienda a través de su legislación (1906-1959)*. Santiago, Chile.

Centro de investigación Libertad y Desarrollo. (2012). *Déficit Habitacional en Chile: Las Cifras que Revela la CASEN 2011*.

MINVU (s.f.). *Programa de Condominios Sociales*. Recuperado el 25 de Marzo de 2014, de http://www.minvu.cl/opensite_20070308155730.aspx.

Hidalgo, R. (1997). La vivienda social en la ciudad de Santiago: Análisis de sus alcances territoriales en la perspectiva del desarrollo urbano. *Revista de Geografía Norte Grande*, (N°24).

PALMA, E. y SANFUENTES, A. (1979): *Políticas estatales en condiciones de movilización social: Las políticas de vivienda en Chile (1964-1973)*. Santiago, Chile.

Bustamante W. et al. (2007): Manual de Referencias Técnicas CCTE. Santiago, Chile.

Lopez, L. (1974). El problema de la vivienda en Chile durante el gobierno de la Unidad Popular. In *Dossier Urbano*. Seminario de urbanismo, Cátedra de urbanismo 4º Curso, Prof. Manuel Ribas Piera. Barcelona: Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), (2007). Madrid, España.

MINVU. (2007). *Manual de Acondicionamiento Térmico*.

Aedenat, (1998). Ante el cambio climático, menos CO2 , Madrid, España.

Luis Cano Muñoz. (s.f). *Ahorro energético en la vivienda: calefacción y agua caliente*. CENTRO NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL CENEAM.

Nch 853 Of 91. Acondicionamiento térmico - Envoltente térmica de Edificios - Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas.

Anexos.

6.1 Apéndice A de la Norma NCh 853 (INN 2007)

(Ver notas al final de la tabla 6)

Material	Densidad aparente kg/m ³	Conductividad térmica, λ W/(m · K)
Agua líquida a 0°C	1 000	0,59
Agua líquida a 94°C	1 000	0,69
Aire quieto a 0°C	0,0012	0,024
Aire quieto a 100°C	-	0,031
Adobe	1 100 - 1 800	0,90
Aluminio	2 700	210
Arcilla	2 100	0,93
Arcilla expandida	300	0,09
Arcilla expandida	450	0,11
Arena	1 500	0,58
Aserín de madera	190	0,06
Asfaltos	1 700	0,7
Azulejos	-	1,05
Baldosas cerámicas	-	1,75
Betún	1 050	0,16
Bronce	8 500	64
Cascote de ladrillo	1 300	0,41
Capotillo de arroz	117	0,06
Cebada	470	0,07
Cobre	8 930	380
Escorias	800	0,25
	1 000	0,29
	1 200	0,34
	1 400	0,41
Enlucido de yeso	800	0,35
	1 000	0,44
	1 200	0,56

(Continúa)

(Continuación)

Material	Densidad aparente kg/m ³	Conductividad térmica, λ W/(m · K)
Enlucido de yeso con perlita	570	0,18
Fibro-cemento	920	0,22
	1 000	0,23
	1 135	0,23
Fundición y acero	7 850	58
Grava rodada o de machaqueo	1 700	0,81
Hormigón armado (normal)	2 400	1,63
Hormigón con áridos ligeros	1 000	0,33
Hormigón con áridos ligeros	1 400	0,55
Hormigón celular con áridos silíceos	600	0,34
Hormigón celular con áridos silíceos	1 000	0,67
Hormigón celular con áridos silíceos	1 400	1,09
Hormigón celular sin áridos	305	0,09
Hormigón en masa con grava normal:		
- con áridos ligeros	1 600	0,73
- con áridos ordinarios, sin vibrar	2 000	1,16
- con áridos ordinarios, vibrados	2 400	1,63
Hormigón en masa con arcilla expandida	500	0,12
Hormigón en masa con arcilla expandida	1 500	0,55
Hormigón con cenizas	1 000	0,41
Hormigón con escorias de altos hornos	600	0,17
	800	0,22
	1 000	0,30
Hormigón normal, con áridos silíceos	600	0,34
	800	0,49
	1 000	0,67
Hormigón de viruta de madera	450 - 650	0,26

(Continúa)

(Continuación)

Material	Densidad aparente kg/m ³	Conductividad térmica, λ W/(m · K)
Hormigón de fibras de madera	300 - 400	0,12
	400 - 500	0,14
	500 - 600	0,16
Hormigón liviano a base de cascarilla de arroz	570	0,128
	780	0,186
	850	0,209
	1 200	0,326
Hormigón liviano a base de poliestireno expandido	260	0,088
	320	0,105
	430	0,134
	640	0,214
	840	0,269
	1 100	0,387
Ladrillo macizo hecho a máquina	1 000	0,46
	1 200	0,52
	1 400	0,60
	1 800	0,79
	2 000	1,0
Ladrillo hecho a mano	-	0,5
Láminas bituminosas	1 100	0,19
Lana de amianto	100	0,061
	200	0,063
	400	0,12
Lana mineral, colchoneta libre	40	0,042
	50	0,041
	70	0,038
	90	0,037
	110	0,040
	120	0,042

(Continúa)

(Continuación)

Material	Densidad aparente kg/m ³	Conductividad térmica, λ W/(m · K)
Lana mineral granulada	20	0,069
	30	0,060
	40	0,055
	60	0,048
	80	0,044
	100	0,041
	120	0,042
	140	0,042
Linóleo	1 200	0,19
Maderas		
- alamo	380	0,091
- alerce	560	0,134
- coigüe	670	0,145
- lingue	640	0,136
- pino insigne	410	0,104
- rauli	580	0,121
- roble	800	0,157
Maderas, tableros aglomerados de partículas	400	0,095
	420	0,094
	460	0,098
	560	0,102
	600	0,103
	620	0,105
	650	0,106
Maderas, tableros de fibra	850	0,23
	930	0,26
	1 030	0,28
Mármol	2 500 - 2 850	2,0 - 3,5
Moquetas, alfombras	1 000	0,05
Morteros de cal y bastardos	1 600	0,87

(Continua)

(Continuación)

Material	Densidad aparente kg/m ³	Conductividad térmica, λ W/(m · K)
Mortero de cemento	2 000	1,40
Papel	1 000	0,13
Perfita expandida	90	0,050
Plancha de corcho	100	0,040
	200	0,047
	300	0,058
	400	0,066
	500	0,074
Plomo	11 300	35
Poliestireno expandido	10	0,0430
	15	0,0413
	20	0,0384
	30	0,0361
Poliuretano expandido	25	0,0272
	30	0,0262
	40	0,0250
	45	0,0245
	60	0,0254
Productos minerales en polvo (kieselgur, polvo mineral)	70	0,0274
	200	0,08
	400	0,12
	600	0,16
	800	0,21
	1 000	0,27
	1 200	0,34
1 400	0,40	
Rocas compactadas	2 500 - 3 000	3,50
Rocas porosas	1 700 - 2 500	2,33
Vermiculita en partículas	99	0,047
Vermiculita expandida	100	0,070

(Continúa)

(Conclusión)

Material	Densidad aparente kg/m ³	Conductividad térmica, λ W/(m · K)
Vidrio plano	2 500	1,2
Yeso-cartón	650	0,24
	700	0,26
	870	0,31

NOTAS

- 1) Los valores de conductividad térmica están dados para una temperatura media de 20°C. Cabe hacer notar que la conductividad térmica de los materiales varía con la temperatura (NCh850).
- 2) Los materiales sólidos se midieron en estado seco según lo estipula la NCh850. El valor de la conductividad térmica varía con el contenido de humedad del material.
- 3) Los materiales que se utilizan en espesores inferiores a 3 mm ofrecen tan pequeña resistencia térmica que ésta no debe considerarse en los cálculos prácticos. Tal es el caso de papeles, folios y láminas delgadas.
- 4) No obstante lo anterior, ellos pueden contribuir a aumentar la resistencia térmica de las cámaras de aire confinadas por ellos, al actuar por reflexión, si la cara del material que mira a dicha cámara es la brillante (lámina de aluminio $\epsilon = 0,1$, fierro galvanizado brillante $\epsilon = 0,25$). En tal caso se calculan las resistencias con ayuda del abaco de la figura 1 (subpárrafo 5.3.2.1) o del anexo B.

6.2 Apéndice B Listado Oficial de Soluciones Constructivas del MINVU (Base de Datos Programa CCTE).

TITULO I

CAPITULO I

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA ACONDICIONAMIENTO TERMICO EN CUBIERTAS

Soluciones genéricas

1.1.G.A CUBIERTAS A UNA O MAS AGUAS CON CIELO HORIZONTAL

1.1.G.B CUBIERTAS PLANAS

1.1.G.C CUBIERTAS A UNA O MAS AGUAS CON CIELO INCLINADO

Soluciones de marca

1.1.M.A CUBIERTAS A UNA O MAS AGUAS CON CIELO HORIZONTAL

1.1.M.A1 Poliestireno expandido

1.1.M.A1.1 Poliuretano expandido proyectado (sobre plancha de cielo)

1.1.M.A1.2 Poliestireno expandido (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A1.3 Poliestireno expandido (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A1.4 Poliestireno expandido (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A1.5 Poliestireno expandido (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A1.6 Poliestireno expandido (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A1.7 Poliestireno expandido (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A1.8 Poliestireno expandido (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A1.9 Poliestireno expandido (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A1.10 Poliestireno expandido (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A1.11 Poliestireno expandido (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A1.12.1 Losa tralix de 16 cm con poliestireno expandido

1.1.M.A1.12.2 Losa tralix de 24 cm con poliestireno expandido

1.1.M.A2 Lana de vidrio

1.1.M.A2.1 Lana de vidrio (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A2.2 Lana de vidrio (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A2.3 Lana de vidrio (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A2.4 Lana de vidrio (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A2.5 Lana de vidrio (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A2.6 Lana de vidrio (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A2.7 Lana de vidrio (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A2.8 Lana de vidrio (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A2.9 Lana de vidrio (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A2.10 Lana de vidrio (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A2.11 Lana de vidrio (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A2.12 Lana de vidrio (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A2.13 Lana de vidrio (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A2.14 Lana de vidrio (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A2.15.1 Losa tralix de 16 cm con lana mineral

1.1.M.A2.15.2 Losa tralix de 24 cm con con lana mineral

1.1.M.A3 Lana de roca

1.1.M.A3.1 Lana de roca (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A3.2 Lana de roca (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.A4 Lana de celulosa

1.1.M.A4.1 Lana de celulosa expandida y proyectada (sobre plancha de cielo)

1.1.M.A4.2 Lana de celulosa expandida y proyectada (sobre plancha de cielo)

1.1.M.A5 Poliuretano expandido

1.1.M.A5.1.1 Losa tralix de 16 cm con poliuretano expandido

1.1.M.A5.1.2 Losa tralix de 24 cm con poliuretano expandido

1.1.M.B CUBIERTAS PLANAS

1.1.M.B1 Poliuretano expandido

1.1.M.B1.1 Lana de Vidrio (sobre losa)

1.1.M.B1.2.1 Losa tralix de 16 cm con lana mineral

1.1.M.B1.2.2 Losa tralix de 24 cm con lana mineral

1.1.M.B2 Poliuretano expandido

1.1.M.B2.1 Poliuretano expandido proyectado (bajo losa)

1.1.M.B2.2 Poliuretano expandido proyectado (sobre losa)

1.1.M.B3 Poliuretano expandido

1.1.M.B3.1 Lana de celulosa expandida y proyectada (sobre losa)

1.1.M.C CUBIERTAS A UNA O MAS AGUAS CON CIELO INCLINADO

1.1.M.C1 Lana de vidrio

1.1.M.C1.1 Lana de vidrio (sobre listoneado de cielo)

1.1.M.C2 Poliuretano expandido

1.1.M.C2.1 Poliuretano expandido proyectado (bajo plancha de cubierta)

1.1.M.C2.2 Poliuretano expandido proyectado (sobre plancha de cubierta)

CAPITULO II

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA ACONDICIONAMIENTO TERMICO EN MUROS

Soluciones genéricas

1.2.G.A HORMIGON ARMADO

1.2.G.A1 Muro de Hormigón Armado de 130 mm

1.2.G.A2 Muro de Hormigón Armado de 260 mm

1.2.G.A3 Muro de Hormigón Armado de 100 mm, con revestimiento interior

1.2.G.A4 Muro de Hormigón Armado de 200 mm, con revestimiento interior

1.2.G.A5 Muro de Hormigón Armado de 100 mm, con aislante exterior de poliestireno expandido

1.2.G.A6 Muro de Hormigón Armado de 200 mm, con aislante exterior de poliestireno expandido

1.2.G.A7 Muro de Hormigón Armado de 100 mm, con aislante interior de poliestireno expandido

1.2.G.A8 Muro de Hormigón Armado de 200 mm, con aislante interior de poliestireno expandido

1.2.G.A9 Muro de Hormigón Armado de 100 mm, con aislante de poliestireno confinado en la cara interior

1.2.G.A10 Muro de Hormigón Armado de 100 mm, con aislante de poliestireno confinado en la cara exterior

1.2.G.B ALBAÑILERIAS

1.2.G.B.A ALBAÑILERIAS ARTESANALES

1.2.G.B.A1.1 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 58 [mm], cantería 20 mm

1.2.G.B.A1.2 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 58 [mm], cantería 20 mm, estuco una cara

1.2.G.B.A1.3 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 58 [mm], cantería 20 mm, estuco ambas caras

1.2.G.B.A1.4 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 58 [mm], cantería 20 mm, estuco térmico una cara.

1.2.G.B.A1.5 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 58 [mm], cantería 20 mm, estuco térmico ambas caras.

1.2.G.B.A1.6.1 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 58 [mm], cantería 20 mm, estuco exterior y revestimiento interior de yeso cartón (con cámara de aire)

1.2.G.B.A1.6.2 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 58 [mm], cantería 20 mm, estuco exterior y revestimiento interior con montantes y yeso cartón (con poliestireno expandido)

1.2.G.B.A1.6.3 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 58 [mm], cantería 20 mm, estuco exterior y revestimiento interior con montantes y yeso cartón (con lana mineral)

1.2.G.B.A1.7 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 58 [mm], cantería 20 mm, estuco exterior y revestimiento interior de yeso cartón (con poliestireno expandido)

1.2.G.B.A1.8 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 58 [mm], cantería 20 mm, estuco exterior y revestimiento interior de yeso cartón (con poliuretano expandido de 10 mm)

1.2.G.B.A1.9 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 58 [mm], cantería 20 mm, estuco exterior y revestimiento interior de yeso cartón (con poliestireno expandido de 30 mm)

1.2.G.B.A1.10 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 58 [mm], cantería 20 mm, estuco exterior y revestimiento interior de yeso cartón (con poliuretano expandido de 30 mm)

1.2.G.B.A1.11 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 58 [mm], cantería 20 mm, estuco exterior y revestimiento interior de fibrocemento (con poliestireno expandido de 10 mm)

1.2.G.B.A1.12 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 58 [mm], cantería 20 mm, estuco exterior y revestimiento interior de fibrocemento (con poliuretano expandido de 10 mm)

1.2.G.B.A1.13 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 58 [mm], cantería 20 mm, estuco exterior y revestimiento interior de fibrocemento (con poliestireno expandido de 30 mm)

1.2.G.B.A1.14 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 58 [mm], cantería 20 mm, estuco exterior y revestimiento interior de fibrocemento (con poliuretano expandido de 30 mm)

1.2.G.B.A2.1 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 58 [mm], cantería 30 mm

1.2.G.B.A3.1 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 70 [mm], cantería 20 mm

1.2.G.B.A3.2 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 70 [mm], cantería 20 mm, estuco una cara

1.2.G.B.A3.3 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 70 [mm], cantería 20 mm, estuco ambas caras

1.2.G.B.A3.4 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 70 [mm], cantería 20 mm, estuco térmico una cara

1.2.G.B.A3.5 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 70 [mm], cantería 20 mm, estuco térmico ambas caras

1.2.G.B.A4.1 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 70 [mm], cantería 30 mm

1.2.G.B.A5.1 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 90 [mm], cantería 20 mm

1.2.G.B.A5.2 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 90 [mm], cantería 20 mm, estuco una cara

1.2.G.B.A5.3 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 90 [mm], cantería 20 mm, estuco ambas caras

1.2.G.B.A5.4 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 90 [mm], cantería 20 mm, estuco térmico una cara

1.2.G.B.A5.5 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 90 [mm], cantería 20 mm, estuco térmico ambas

Caras

1.2.G.B.A6.1 Ladrillo artesanal de 285 x 143 x 90 [mm], cantería 30 mm

1.2.G.C TABIQUES**1.2.G.D BLOQUES DE CEMENTO**

1.2.G.D1 Bloque de Hormigón (190 mm X 140 mm)

1.2.G.D2 Bloque de Hormigón (190 mm x 190 mm)

1.2.G.D3 Bloque de Hormigón (190 mm x 140 mm) con estuco exterior o interior

1.2.G.D4 Bloque de Hormigón (190 mm x 140 mm) con aislante exterior de poliestireno expandido

1.2.G.D5 Bloque de Hormigón (190 mm x 140 mm) con aislante interior de poliestireno expandido

1.2.G.D6 Bloque de Hormigón (190 mm x 140 mm) con aislante exterior de poliestireno expandido confinado en un bastidor de madera

1.2.G.D7 Bloque de Hormigón (190 mm x 140 mm) con aislante interior de poliestireno expandido confinado en un bastidor de madera

1.2.G.E BLOQUES DE HORMIGON CELULAR**Soluciones de marca****1.2.M.A HORMIGON ARMADO**

1.2.M.A1 Sistema W631-muro de Hormigón Armado 10 cm (o superior), más plancha POLYPLAK (placa de yeso cartón ST e=10mm)

1.2.M.A2 Sistema W631-muro de Hormigón Armado 10 cm (o superior), más plancha POLYPLAK (una placa de yeso cartón ST e=12,5 mm)

1.2.M.A3 EIFS Cielpanel hormigón Armado

1.2.M.A4 Muro Hormigón Armado 14 cm espesor con placa Poligyp adherida

1.2.M.A5.1 Muro de Hormigón de 15 cm y Siding Metálico Villalba.

1.2.M.A5.2 Muro de Hormigón de 15 cm con aislante 10 mm y Siding Metálico Villalba

1.2.M.A5.3 Muro de Hormigón de 15 cm con aislante 30 mm y Siding Metálico Villalba

1.2.M.A5.4 Muro de Hormigón de 15 cm con aislante 40 mm y Siding Metálico Villalba

1.2.M.A6 Muro hormigón Armado de 20 cm de espesor con estructura metálica con aislación térmica de lana mineral. Revestimiento interior placa Glasal de espesor 7,5 mm

1.2.M.A7 Muro hormigón Armado de 20 cm de espesor con estructura metálica con aislación térmica de lana mineral. Revestimiento interior placa Eterplac de espesor 10 mm

1.2.M.A8.1 Placa aislante Aislaforte sobre muro de hormigón armado de 150 mm.

1.2.M.A8.2 Placa Aislaforte sobre montantes de acero galvanizado en muro de hormigón armado de 150 mm.

1.2.M.A9 Promuro sobre muro de hormigón armado de 150 mm.

1.2.M.A10.1 Termopared de hormigón Exacta (espesor total 27 cm)

1.2.M.A10.2 Termopared de hormigón Exacta (espesor total 14.5 cm)

1.2.M.B ALBAÑILERIAS

1.2.M.B1 Ladrillo Titán Reforzado Hueco (290 mm x 140 mm x 71 mm)

1.2.M.B2 Muro Albañilería (29cm x 14cm x 7,1 cm de espesor) con placa Poligyp adherida

1.2.M.B3 Ladrillo Extra Titán Reforzado Hueco (290 mm x 140 mm x 94 mm)

1.2.M.B4 Ladrillo Gran Titán Reforzado Hueco (290 mm x 140 mm x 94 mm)

1.2.M.B5 EIFS Cielpanel Albañilería (29cm de ancho x 14cm de alto x 7,1 cm de espesor)

1.2.M.B6.1 Ladrillo hecho a máquina "Santiago 7"

1.2.M.B6.2 Ladrillo hecho a máquina "Santiago 7" con enlucido de yeso en una cara e=1,5 cm

1.2.M.B6.3 Ladrillo hecho a máquina "Santiago 7" con estuco normal una cara e=2cm y enlucido yeso una cara e=1,5 cm

1.2.M.B6.4 Ladrillo hecho a máquina "Santiago 7" con estuco térmico en una cara e=1 cm

1.2.M.B6.5 Ladrillo hecho a máquina "Santiago 7" con estuco térmico en ambas caras e=1 cm

1.2.M.B7.1 Ladrillo hecho a máquina "Santiago 9" con enlucido de yeso en una cara e=1,5 cm

1.2.M.B7.2 Ladrillo hecho a máquina "Santiago 9" con estuco normal una cara e=2cm y enlucido yeso una cara e=1,5 cm

1.2.M.B7.3 Ladrillo hecho a máquina "Santiago 9" con estuco normal ambas caras e=2cm

1.2.M.B7.4 Ladrillo hecho a máquina "Santiago 9" con estuco térmico en una cara e=1 cm

1.2.M.B7.5 Ladrillo hecho a máquina "Santiago 9" con estuco térmico en ambas caras e=1 cm

1.2.M.B8.1 Ladrillo hecho a máquina "Santiago Te 7"

1.2.M.B8.2 Ladrillo hecho a máquina "Santiago Te 7" con estuco normal una cara e=2cm y enlucido yeso una cara e=1,5 cm

1.2.M.B8.3 Ladrillo hecho a máquina "Santiago Te 7" con estuco térmico en una cara e=1 cm

1.2.M.B8.4 Ladrillo hecho a máquina "Santiago Te 7" con estuco térmico en ambas caras e=1 cm

1.2.M.B9.1 Ladrillo hecho a máquina "Santiago Te 9"

1.2.M.B9.2 Ladrillo hecho a máquina "Santiago Te 9" con enlucido de yeso en una cara e=1,5 cm

1.2.M.B9.3 Ladrillo hecho a máquina "Santiago Te 9" con estuco normal una cara e=2cm y enlucido yeso una cara e=1,5 cm

1.2.M.B9.4 Ladrillo hecho a máquina "Santiago Te 9" con estuco normal en ambas caras e=2cm

1.2.M.B9.5 Ladrillo hecho a máquina "Santiago Te 9" con estuco térmico en una cara e=1 cm

- 1.2.M.B9.6 Ladrillo hecho a máquina "Santiago Te 9" con estuco térmico en ambas caras e=1 cm
- 1.2.M.B10.1 Placa Aislaforte sobre muro de albañilería de 140x290x71
- 1.2.M.B10.2 Placa aislante Aislaforte sobre muro de albañilería de 140x290x71
- 1.2.M.B11.1 Placa Aislaforte sobre muro de albañilería de 140x290x91
- 1.2.M.B11.2 Placa aislante Aislaforte sobre muro de albañilería de 140x290x94.
- 1.2.M.C TABIQUES
- 1.2.M.C1 EIFS Cielpanel Drywall
- 1.2.M.C2 Muro Tabique perimetral estructura metálica con aislación térmica de poliestireno expandido.
Revestimiento interior: plancha de yeso-cartón estándar de 15 mm
Revestimiento exterior placa de madera tipo osb de 9.5 mm de espesor
- 1.2.M.C3 Muro Tabique perimetral estructura metálica con aislación térmica de poliestireno expandido.
Revestimiento interior: plancha de yeso-cartón tipo RF de 12.5 mm
Revestimiento exterior placa de madera tipo OSB de 9.5 mm de espesor
- 1.2.M.C4 Muro Tabique perimetral estructura metálica con aislación térmica de poliestireno expandido.
Revestimiento interior: plancha de yeso-cartón estándar de 15 mm.
Revestimiento exterior placa de fibrocemento de 5 mm de espesor.
- 1.2.M.C5 Muro Tabique perimetral estructura de madera con aislación térmica de poliestireno expandido.
Revestimiento interior: plancha de yeso-cartón estándar de 10 mm de espesor.
Revestimiento exterior placa de fibrocemento de 5 mm de espesor.
- 1.2.M.C6 Muro Tabique perimetral estructura de madera con aislación térmica de poliestireno expandido.
Revestimiento interior: plancha de yeso-cartón estándar de 10 mm de espesor.
Revestimiento exterior placa de fibrocemento de 5 mm de espesor.
- 1.2.M.C7 Muro Tabique perimetral estructura de madera con aislación térmica de poliestireno expandido.
Revestimiento interior: plancha de yeso-cartón estándar de 15 mm de espesor
Revestimiento exterior placa de fibrocemento de 5 mm de espesor.
- 1.2.M.C8 Muro Tabique perimetral estructura de madera con aislación térmica de poliestireno expandido.
Revestimiento interior plancha de yeso-cartón tipo RF de 12.5 mm de espesor
Revestimiento exterior placa de fibrocemento de 5 mm de espesor.
- 1.2.M.C9 Muro Tabique perimetral estructura de madera con aislación térmica de poliestireno expandido.
Revestimiento interior: placa de madera tipo OSB de 9.5 mm de espesor.
Revestimiento exterior: placa de fibrocemento de 6 mm de espesor.
- 1.2.M.C10.1 Tabique montantes metálicos con yeso cartón, aislante, fibrocemento y Siding Metálico Villalba 7.90 cm.
- 1.2.M.C10.2 Tabique montantes metálicos con yeso cartón, aislante, fibrocemento y Siding Metálico Villalba 11.10 cm
- 1.2.M.C11.1 Tabique montantes metálicos con yeso cartón, aislante, OSB y Siding Metálico Villalba 8.45 cm
- 1.2.M.C11.2 Tabique montantes metálicos con yeso cartón, aislante, OSB y Siding Metálico Villalba 11.45 cm
- 1.2.M.C11.3 Tabique montantes metálicos con yeso cartón, aislante, OSB y Siding Metálico Villalba 12.95 cm
- 1.2.M.C12.1 Tabique montantes de madera con yeso cartón, aislante, OSB y Siding Metálico Villalba 9.95 cm
- 1.2.M.C12.2 Tabique montantes de madera con yeso cartón, aislante, OSB y Siding Metálico Villalba 12.45 cm
- 1.2.M.C12.3 Tabique montantes de madera con yeso cartón, aislante, OSB y Siding Metálico Villalba 13.95 cm
- 1.2.M.C13.1 Tabique montantes de madera con yeso cartón, aislante, fibrocemento y Siding Metálico Villalba 11.10 cm
- 1.2.M.C13.2 Tabique montantes de madera con yeso cartón, aislante, fibrocemento y Siding etálico Villalba 9.40 cm
- 1.2.M.C14 Muro Tabique perimetral estructura metálica con aislación térmica de lana mineral y revestida con placa Promatect H
- 1.2.M.C15 Muro Tabique perimetral estructura metálica con aislación térmica de lana mineral y revestida con placa Permanit de espesor 15 mm
- 1.2.M.C16 Muro Tabique perimetral estructura de madera con aislación térmica de lana mineral y revestida con placa Permanit de espesor 6 mm
- 1.2.M.C17 Muro Tabique perimetral estructura metálica con aislación térmica de lana mineral
Revestimiento exterior placa Permanit de espesor 8 mm
Revestimiento interior placa de yeso cartón de 15 mm
- 1.2.M.C18 Muro Tabique perimetral estructura metálica con aislación térmica de lana mineral
Revestimiento exterior placa Permanit de espesor 8 mm
Revestimiento interior placa Permanit de espesor 8 mm
- 1.2.M.C19 Muro Tabique perimetral estructura metálica con aislación térmica de lana mineral
Revestimiento exterior Promatect H de espesor 12 mm
Revestimiento interior Promatect H de espesor 12 mm
- 1.2.M.C20 Muro Tabique perimetral estructura de madera con aislación térmica de lana mineral
Revestimiento exterior Permanit de espesor 6 mm
Revestimiento interior placa yeso cartón de 12 mm
- 1.2.M.C21 Muro Tabique perimetral estructura de madera con aislación térmica de lana mineral

Revestimiento exterior Permanit de espesor 4 mm

Revestimiento interior placa yeso cartón de 10 mm

1.2.M.C22 Muro Tabique perimetral estructura de madera con aislación térmica de lana mineral

Revestimiento exterior placa Permanit" de espesor 8 mm.

Revestimiento interior placa Permanit" de espesor 8 mm.

1.2.M.C23.1 Placa aislante Aislaforte sobre tabique con montantes metálicos

1.2.M.C23.2 Placa Aislaforte sobre tabique con montantes metálicos y aislante.

1.2.M.D BLOQUES DE CEMENTO

1.2.M.E BLOQUES DE HORMIGON CELULAR

1.2.M.E1.1 Hormigón Celular Autoclavado Hebel (Termoblock) 15 cm espesor

1.2.M.E1.2 Hormigón Celular Autoclavado Hebel (Termoblock) 15 cm espesor

1.2.M.E2.1 Hormigón Celular Autoclavado Hebel (Termoblock) 17,5 cm de espesor

1.2.M.E2.2 Hormigón Celular Autoclavado Hebel (Termoblock) 17,5 cm espesor

1.2.M.E3.1 Hormigón Celular Autoclavado Hebel (Termoblock) 20 cm de espesor

1.2.M.E3.2 Hormigón Celular Autoclavado Hebel (Termoblock) 20 cm espesor

1.2.M.E4.1 Hormigón Celular Autoclavado Hebel (Termoblock) 22,5 cm de espesor

1.2.M.E4.2 Hormigón Celular Autoclavado Hebel (Termoblock) 22,5 cm espesor

1.2.M.E5.1 Hormigón Celular Autoclavado Hebel (Termoblock) 25 cm de espesor

1.2.M.E5.2 Hormigón Celular Autoclavado Hebel (Termoblock) 25 cm espesor

1.2.M.F PANELES DE POLIESTIRENO ENTRE MALLAS DE ACERO

1.2.M.F1.1 Panel Estructural Covintec, 8,5 cm de espesor

1.2.M.F1.2 Panel Estructural Covintec, 10,5 cm de espesor

1.2.M.F2 Panel muro ondulado Monoplac.

CAPITULO III

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA ACONDICIONAMIENTO TERMICO EN PISOS VENTILADOS

Soluciones de marca

1.3.M.A HORMIGON ARMADO

1.3.M.A1 Panel Losa Nervado Monoplac

1.3.M.A2.1 Losa Tralix 16 cm

1.3.M.A2.2 Losa Tralix 24 cm