

# Bases de Cálculo

Diseño de Albañilería Estructural - Entrega N°1

Integrantes: Mauricio Leal V.  
Pablo Pizarro R.  
Ignacio Yáñez G.

Profesor: Thomas Sturm M.  
Auxiliar: Felipe Andrade T.

Ayudantes: Fernando Albornoz  
Matías J. Veliz Bartels

Fecha de entrega: 26 de octubre de 2018  
Santiago, Chile

# Índice de Contenidos

<b>1. Identificación del Edificio</b>	<b>1</b>
<b>2. Normas</b>	<b>2</b>
<b>3. Materiales</b>	<b>3</b>
3.1. Albañilería Armada . . . . .	3
3.1.1. Ladrillo Cerámico . . . . .	3
3.1.2. Mortero de Junta . . . . .	4
3.1.3. Barras de Refuerzo . . . . .	4
3.1.4. Hormigón de Relleno (Grout) . . . . .	4
3.2. Otros elementos . . . . .	5
<b>4. Estructuración</b>	<b>6</b>
4.1. Esquema de la estructura . . . . .	6
4.2. Tipo de estructuración . . . . .	7
4.3. Prediseño . . . . .	8
<b>5. Antecedentes análisis sísmico</b>	<b>10</b>
5.1. Zona sísmica . . . . .	10
5.2. Espectro de diseño . . . . .	10
<b>6. Suelo y parámetros mecánica de suelos</b>	<b>11</b>
6.1. Clasificación suelo y descripción de características generales . . . . .	11
<b>7. Solicitaciones</b>	<b>11</b>
7.1. Cargas muertas . . . . .	11
7.2. Cargas de uso . . . . .	11
7.3. Carga de nieve . . . . .	12
7.4. Carga de viento . . . . .	12
<b>8. Combinaciones</b>	<b>13</b>

## Lista de Figuras

1. Ubicación de la ciudad de Illapel. . . . .	1
2. Ladrillo cerámico Santiago 9E. . . . .	3
3. Plano tipo de la casa. . . . .	6
4. Modelo estructural de la casa en ETABS. . . . .	8
5. Vivienda modelada con estructuración similar, hecha en base a muro de albañilería, cadena de hormigón y cercha de techo, con envigado en madera. . . . .	9
6. Zona sísmica ciudad de Illapel, Figura 4.1 norma NCh 433. . . . .	10
7. Espectro de diseño, según NCh433. . . . .	10
8. Coeficiente de forma a considerar para cargas de viento. . . . .	12

## Lista de Tablas

1.	Requerimientos para las altura de llenado . . . . .	5
2.	Distancias finales de cada muro. . . . .	7
3.	Distancias alturas en cada muro. . . . .	7
4.	Densidad de muros. . . . .	7
5.	Valor de la aceleración efectiva $A_o$ , Tabla 6.2 NCh433. . . . .	10
6.	Parámetros que dependen del tipo de suelo. . . . .	11
7.	Cargas de uso aplicables a la estructura . . . . .	12

# 1. Identificación del Edificio

El proyecto semestral corresponde al diseño de una vivienda de 1 piso, ubicada en la localidad de Illapel (Figura 1), Región de Coquimbo, Chile.



Figura 1: Ubicación de la ciudad de Illapel.

La estructura poseerá una materialidad de albañilería de cerámico, armada, con sistema de estructural de muros de carga, fundada sobre una zapata corrida. El suelo es de tipo D.

## 2. Normas

El diseño de las estructuras se rige principalmente por las siguientes normas y estándares:

- NCh 169.Of2001 - Construcción - Ladrillos cerámicos - Clasificación y requisitos.
- NCh 204.Of2006 - Acero - Barras laminadas en caliente para hormigón armado
- NCh 218.Of2009 - Acero - Mallas electrosoldadas de alambres para hormigón armado - Especificaciones.
- NCh 433 Of. 96 Mod.2009 - Diseño sísmico de edificios.
- NCh 1173.Of2010 - Acero - alambre de grado AT56-50H para uso en hormigón armado - Requisitos.
- NCh 1537.Of86 - Diseño estructural de edificio - Cargas permanente y sobrecargas de uso.
- NCh 1928.Of93 Mod.2003 - Albañilería armada - Requisitos para el diseño y cálculo.
- NCh 3171.Of2010 - Diseño estructural - Disposiciones generales y combinaciones de cargas.
- DS 61 del 2011 - Reglamento Diseño Sísmico de Edificios.

## 3. Materiales

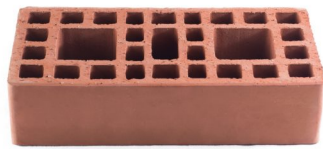
A continuación, se entrega un detalle de los materiales a utilizar junto con su normativa asociada.

### 3.1. Albañilería Armada

La albañilería armada se compondrá de los materiales expuestos a continuación.

#### 3.1.1. Ladrillo Cerámico

Se utilizará un ladrillo cerámico “Santiago 9E”.según clasificación de la NCh169.Of2001, el material de este ladrillo no se degrada con el tiempo y es de alta resistencia al fuego.



(a) Ladrillo convencional.



(b) Ladrillo mitad 9E.

Figura 2: Ladrillo cerámico Santiago 9E.

Dentro de sus principales características se encuentran:

- Resistencia a la compresión:  $\geq 150 \text{ kg/cm}^2$
- transmisión térmica:  $9 - 19 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Adherencia al mortero:  $\geq 4,0 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia al Fuego:  $F > 120$
- Aislación Acústica:  $\geq 45 \text{ dB}$
- Absorción Humedad:  $< 14 \%$

Con respecto a sus dimensiones se tiene que:

- Dimensiones en cm: 29x14x9,4
- Peso:  $> 3,35 \text{ Kg}$
- Unidades/m<sup>2</sup> (cantería 1.5 cm): 29,8
- Hiladas en 1 m de altura, cantería 1.5 cm: 9unidades

### 3.1.2. Mortero de Junta

De acuerdo a las Especificaciones para morteros de junta - ASTM C270, se hará uso de un mortero de cemento de albañilería entre juntas Tipo N, con las siguientes características:

- Resistencia mediana ( $\geq 5,3 \text{ MPa}$ ).
- Para uso general.
- Muros resistentes interiores y exteriores.
- Enchapados de albañilería.
- Tiene más capacidad de flexión que morteros de alta resistencia.
- Exposición a clima severo.

### 3.1.3. Barras de Refuerzo

Para la conformación de los muros de albañilería se necesitarán dos tipos de barras de refuerzo, Horizontales y Verticales.

- Barras Verticales  
Las Barras Verticales o Barras con resalte son idénticas a las utilizadas en elementos de hormigón armado, de acuerdo a lo estipulado en la norma NCh204.
- Barras Horizontales
  - Se tienen Escalerillas que van dispuestas en las juntas horizontales del muro, también Armaduras Electro-soldadas para la cadena, según lo establecido en las normas NCh1173, NCh1174, NCh218 y NCh219.
  - Para las escalerillas, su diámetro máximo se encuentra limitado por el espesor de la junta.
  - Por último, su uso está limitado en función de la demanda sobre el elemento, de acuerdo a lo establecido en la NCh2123.

### 3.1.4. Hormigón de Relleno (Grout)

El Hormigón de relleno se utiliza para el llenado de huecos en que se ubican las barras de refuerzo verticales. Dentro de sus propiedades requeridas de acuerdo a la norma NCh1928 se encuentran:

- Alto descenso de cono:  $\geq 18 \text{ cm}$
- Resistencia a la compresión:  $\geq 17,5 \text{ MPa}$

Las alturas máximas de llenado deben cumplir:

Tabla 1: Requerimientos para las altura de llenado

Menor dimensión del hueco de las unidades en cm	Alura máxima del muro a llenar en cm
5	30
6	120
Mayor o igual que 12	240

### 3.2. Otros elementos

Otros elementos a considerar son:

- Hormigón Armado: para la conformación de la cadena de la vivienda.
- Tabiquería: la cual se compone de montantes, soleras, volanita,y conexiones eléctricas.
- Madera: utilizada para elaboración de la cercha de techo, la cual descansará sobre la cadena de la estructura.



## 4. Estructuración

### 4.1. Esquema de la estructura

La estructura a diseñar consiste en una casa de una planta, con un total de  $85.7 \text{ m}^2$  de superficie habitable. La Figura 3 ilustra las dimensiones de la estructura idealizada.

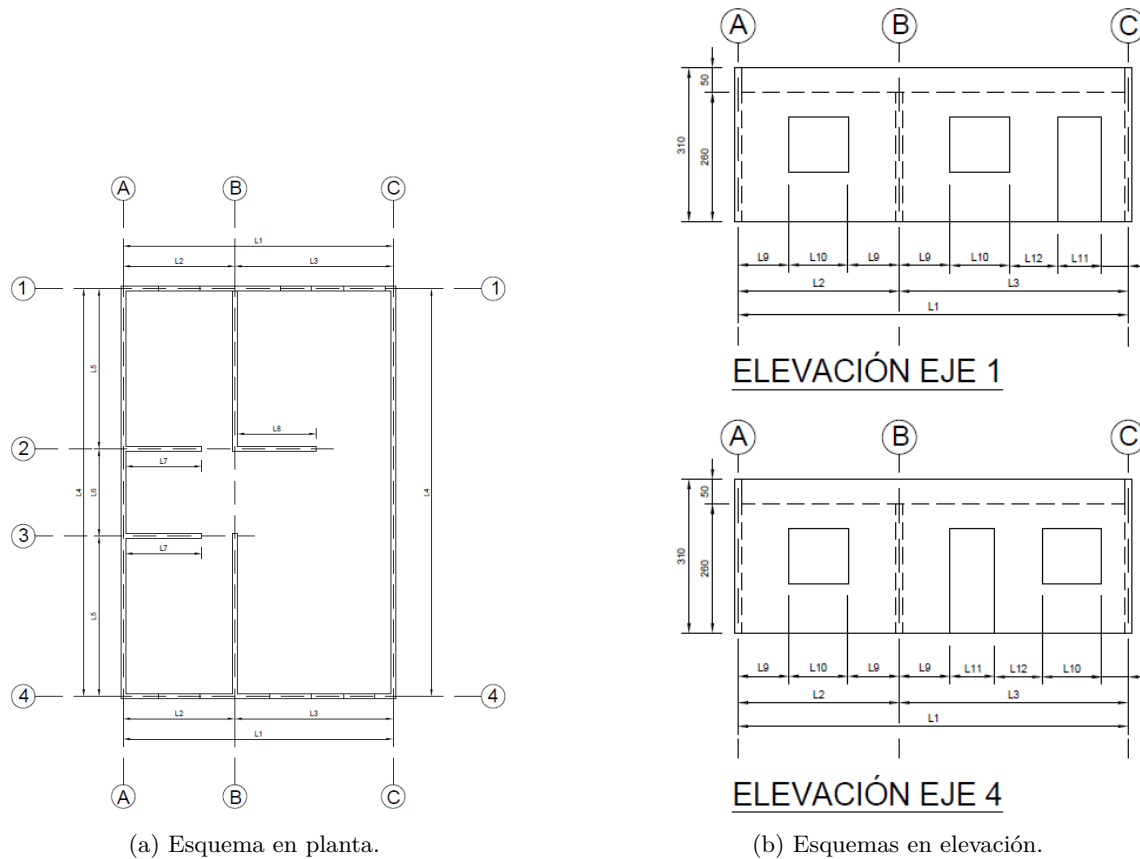


Figura 3: Plano tipo de la casa.

Dado que la distancia de los ladrillos son discretos, se modificó el largo de los muros con tal de poder teselar <sup>1</sup> el muro sin tener que cortar los elementos. En las Tablas 2 y 3 se detalla el largo modificado de cada muro, junto con el número de ladrillos a ubicar en el correspondiente largo y alto. Se consideró un total de  $1 \text{ cm}$  de recubrimiento de mortero, tanto en el sentido horizontal como vertical.

<sup>1</sup> El teselado hace la referencia a una regularidad o patrón de figuras que recubren una superficie plana que cumplen los siguientes requisitos: no queden espacios entre las figuras y no existan superposiciones.

Tabla 2: Distancias finales de cada muro.

Dimensión planta	Largo [cm]	Teselado	Ladrillos finales	Largo modificado (cm)
L1	820	27.3	28	840
L2	315	10.5	11	330
L3	505	16.8	17	510
L4	1000	33.3	34	1020
L5	390	13.0	13	390
L6	220	7.3	8	240
L7	225	7.5	8	240
L8	285	9.5	10	300
L9	105	3.5	4	120
L10	120	4.0	4	120
L11	90	3.0	3	90
L12	154	5.1	5	150

Tabla 3: Distancias alturas en cada muro.

Dimensión alturas	Largo [cm]	Teselado	Ladrillos finales	Altura final (cm)
Muros	260	25	25	260

Con las dimensiones planteadas y considerando un espesor de muros igual al ancho de las unidades de albañilería (14 centímetros) con factor de corrección del material  $FC = 1$  (cerámico hecho a mano) se obtuvo la densidad de muros de la Tabla 4. Este valor permite obtener un daño leve frente a demandas sísmicas <sup>2</sup>.

Tabla 4: Densidad de muros.

Eje de análisis	$d_1$
Eje x	4.0 %
Eje y	4.6 %

## 4.2. Tipo de estructuración

El tipo de estructuración es del tipo muro de albañilería armada. En este sentido el muro tiene la función de transmitir cargas tipo gravitacionales (compresión) a las fundaciones y resistir cargas cortantes, tracciones y compresiones por flexión en caso de un sismo.

De acuerdo a lo estipulado en la NCh433 Tabla 5.1 y Tabla 6.1 se tienen los siguientes parámetros de modificación de acuerdo al tipo de estructuración, en donde  $R$  y  $R_o$  corresponden a factores de reducción e  $I$  es el nivel de importancia de la estructura.

<sup>2</sup> La experiencia Chilena establece que para una densidad de muros superior al 1 % se obtiene un nivel de daño bajo frente a sismos. Este porcentaje se ha obtenido de manera empírica tras el análisis del comportamiento de viviendas Chilenas.

Parámetro	Valor
R	4
$R_o$	4
I	1

### 4.3. Prediseño

Para el prediseño se consideraron todos los muros interiores y exteriores de la estructura. Sin embargo el tímpano no se considerará dentro del modelo resistente estructural, esto debido a las recomendaciones vistas en el diseño estructural en albañilería.

En la Figura 4 se ilustra el prediseño realizado en ETABS, donde es posible apreciar los elementos considerados, el meshado de muros y la viga cadena.

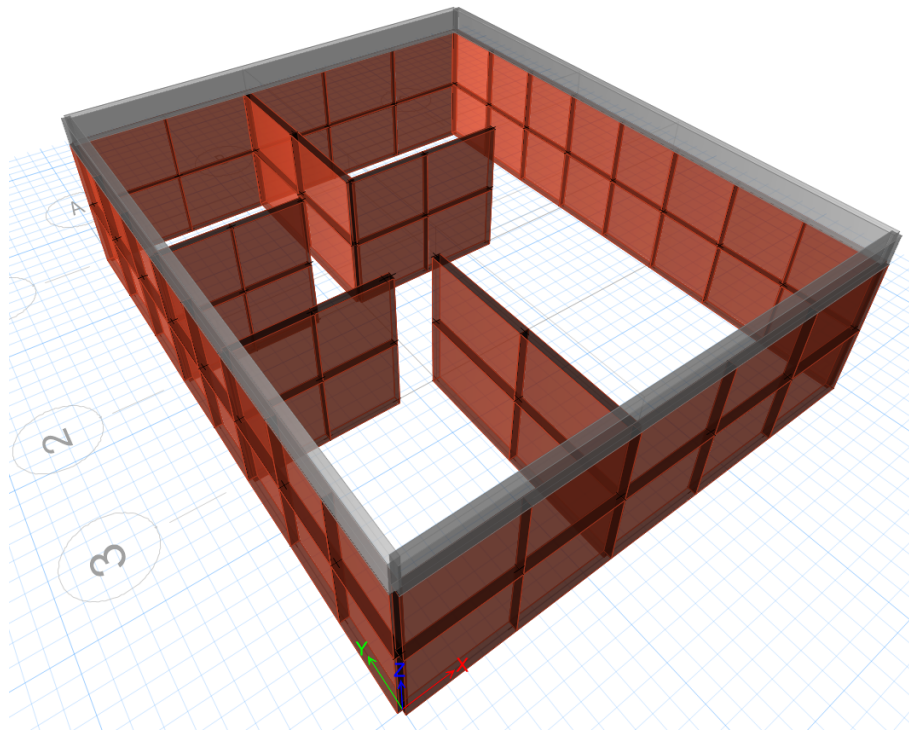


Figura 4: Modelo estructural de la casa en ETABS.

El modelo a trabajar se asimila, en general, a la estructura de la Figura 5.



Figura 5: Vivienda modelada con estructuración similar, hecha en base a muro de albañilería, cadena de hormigón y cercha de techo, con envigado en madera.

## 5. Antecedentes análisis sísmico

### 5.1. Zona sísmica

La estructura se encuentra en la ciudad de Illapel, declarada como zona sísmica tipo 3 según la norma Chilena NCh 433 Of 1996:2012 (Figura 6).

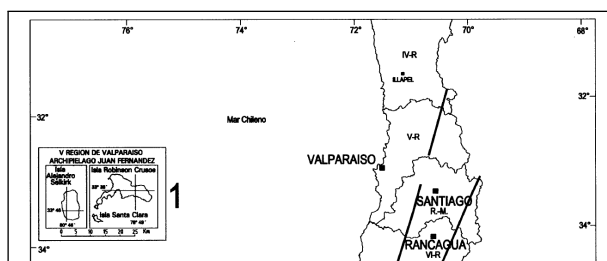


Figura 6: Zona sísmica ciudad de Illapel, Figura 4.1 norma NCh 433.

Tabla 5: Valor de la aceleración efectiva  $A_o$ , Tabla 6.2 NCh433.

Zona sísmica	$A_o$
1	0.20g
2	0.30g
3	0.40g

Luego, según la Tabla 5 la aceleración efectiva del sitio corresponde a  $A_o = 0,4g = 3,2 \frac{m}{s^2}$ .

### 5.2. Espectro de diseño

El espectro de diseño elástico se obtuvo según punto 6.3.5 de NCh433. Una vez se calcule el periodo predominante en los ejes  $x$  e  $y$  se puede calcular el espectro elástico reducido por ductilidad.

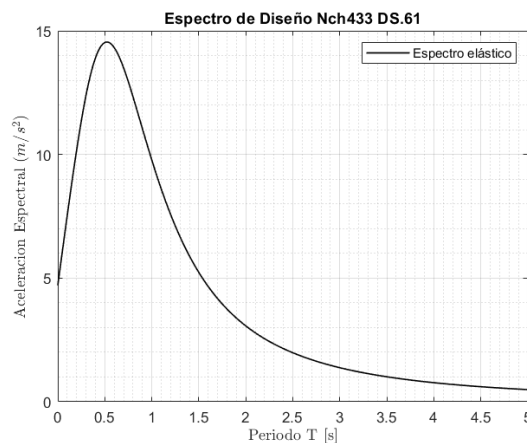


Figura 7: Espectro de diseño, según NCh433.

## 6. Suelo y parámetros mecánica de suelos

La transmisión de cargas producidas en los muros se transfiere al suelo mediante el uso de fundaciones. Dada la naturaleza del proyecto, como su estructuración no consta de columnas, sino que solo sistemas de muros, las fundaciones a utilizar corresponden a zapatas corridas.

### 6.1. Clasificación suelo y descripción de características generales

El tipo de suelo de la estructura está clasificado como tipo D. Según NCh 433 el suelo posee los siguientes parámetros:

Tabla 6: Parámetros que dependen del tipo de suelo.

Parámetro	Valor
S	1.20
$T_o(s)$	0.75
$T'(s)$	0.85
n	1.80
p	1.0

## 7. Solicitaciones

### 7.1. Cargas muertas

Además de considerarse como cargas muertas el peso de las estructuras, techumbres, pisos, muros y paneles, etc., las presiones laterales y verticales de líquidos, gases y materiales fluidos (granulares o similares) serán también tratadas como cargas muertas.

Se consideran como cargas muertas los siguientes conjuntos:

- Peso de la estructura que considera los elementos estructurales pesados: vigas, techumbre, muros, tabiques, etc., y los no estructurales pesados: peso de las terminaciones (cielos falsos, estuco, terminaciones, etc.).
- Carga suspendida. Todas las cargas colgantes permanentes tales como puentes de cañerías, bandejas de soportes de cables eléctricos, luminarias, etc.

### 7.2. Cargas de uso

Como carga de uso se considera lo establecido en la NCh 1537. A continuación se listan las cargas aplicables al caso:

Tabla 7: Cargas de uso aplicables a la estructura

Tipo de edificio	Descripción de uso	Carga de uso [kPa]
Viviendas	Áreas de uso general	2
	Dormitorios y buhardillas habitables	2
	Entretecho con almacenaje	1,5

### 7.3. Carga de nieve

No se considera carga de nieve, debido a la ubicación geográfica de la vivienda.

### 7.4. Carga de viento

Para el cálculo de fuerzas debidas a la acción del viento se aplicará lo especificado en la norma NCh 432. Para ello se suponen los casos W+ y W-, con viento en sentido positivo y negativo de la dirección X, respectivamente.

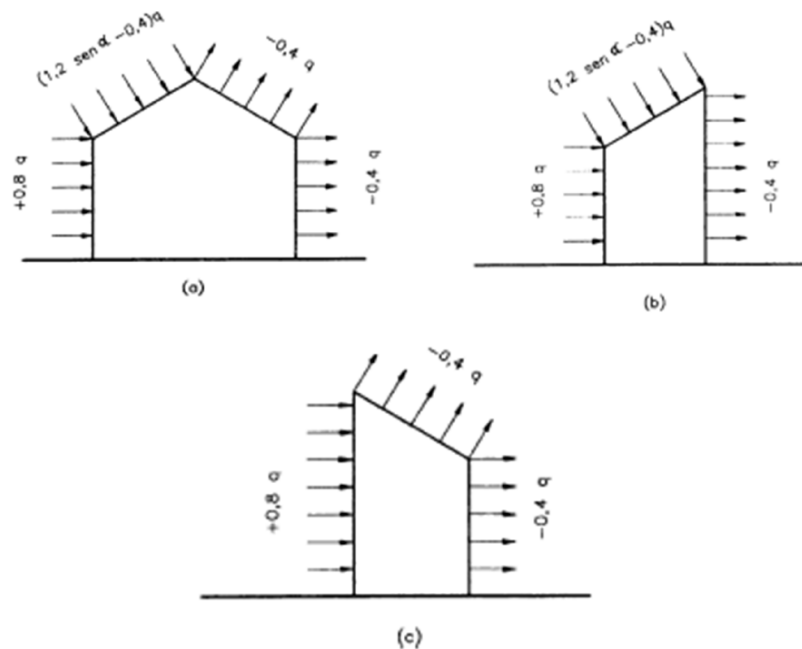


Figura 8: Coeficiente de forma a considerar para cargas de viento.

## 8. Combinaciones

Los elementos estructurales serán diseñados para aquella combinación de cargas que genere la condición más desfavorable, en cuanto a su resistencia límite requerida.

Los estados de carga serán modificados por factores de mayoración o minoración, si corresponde, de acuerdo a la combinación general de cargas indicada en la norma NCh3171. Se tendrán dos casos:

- Para el hormigón armado se considerará lo indicado en el apartado 9.1.1. de combinaciones básicas, según el método de los estados límite (LRFD), en que las combinaciones a utilizar serán:

$$C1 = 1,4PP$$

$$C2 = 1,2PP + 1,6SC$$

$$C3.1 = 1,2PP + SC \pm 1,4E_x$$

$$C3.2 = 1,2PP + SC \pm 1,4E_y$$

$$C4.1 = 0,9PP \pm 1,4E_x$$

$$C4.2 = 0,9PP \pm 1,4E_y$$

- Para la albañilería se considerará lo indicado en el apartado 9.2.1, de combinaciones de cargas nominales que se usan en el método de tensiones admisibles (ASD), en que las combinaciones a utilizar serán:

$$C1 = PP$$

$$C2 = PP + SC$$

$$C3.1 = PP + SC \pm E_x$$

$$C3.2 = PP + SC \pm E_y$$

$$C4.1 = PP \pm E_x$$

$$C4.2 = PP \pm E_y$$