

BALANCE TÉRMICO DE INVIERNO



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE
INGENIERÍA

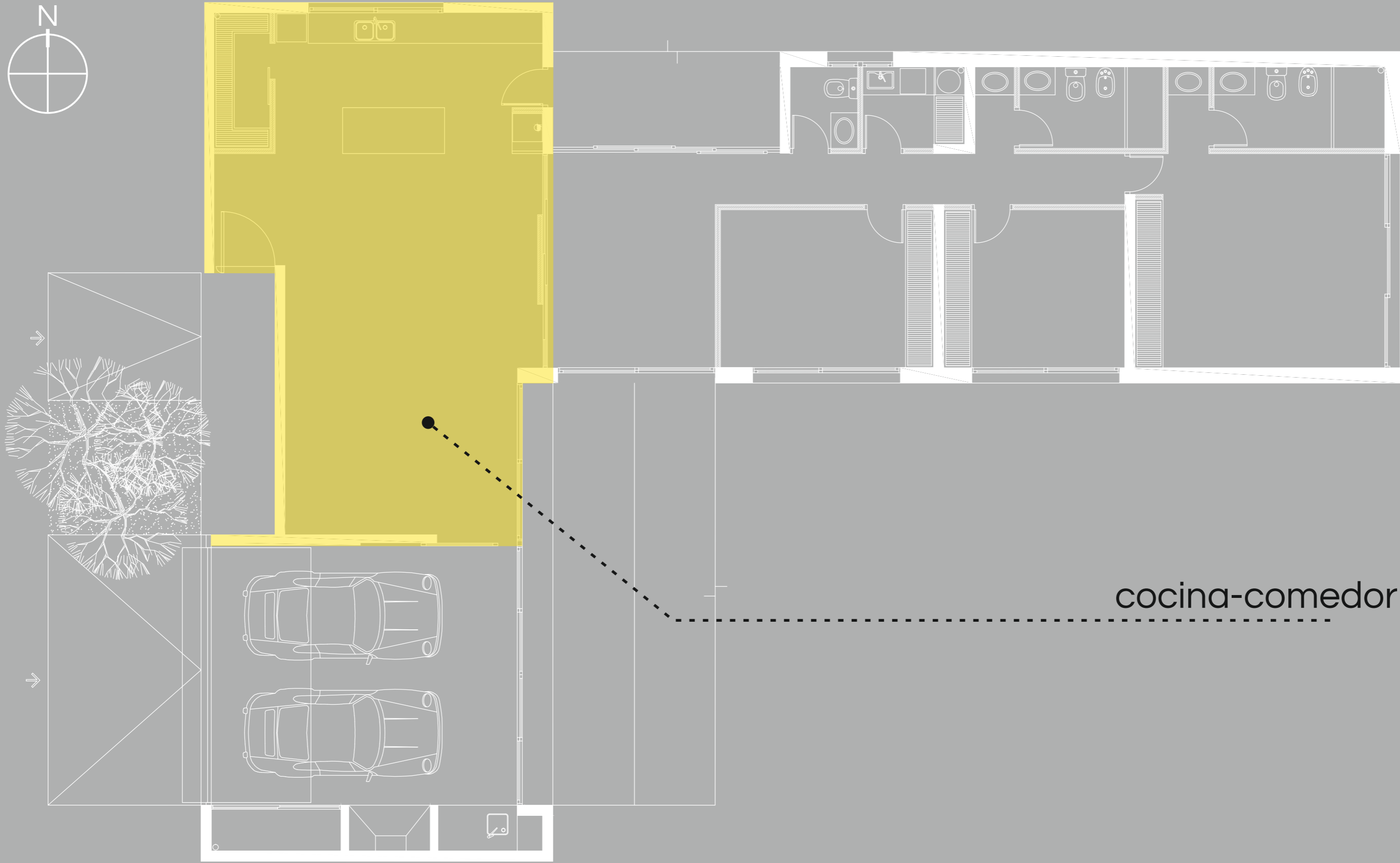
Ing. Cecilia Monti - Ing. Amilcar José Barletta - Arq. Carolina Leisen - Arq. Cecilia Priolo

El fin del Balance Térmico es determinar de la manera más exacta posible, la **CANTIDAD DE CALOR QUE SE DEBE SUMINISTRAR A UN EDIFICIO** para compensar las pérdidas de calor, manteniendo una temperatura interior confortable.

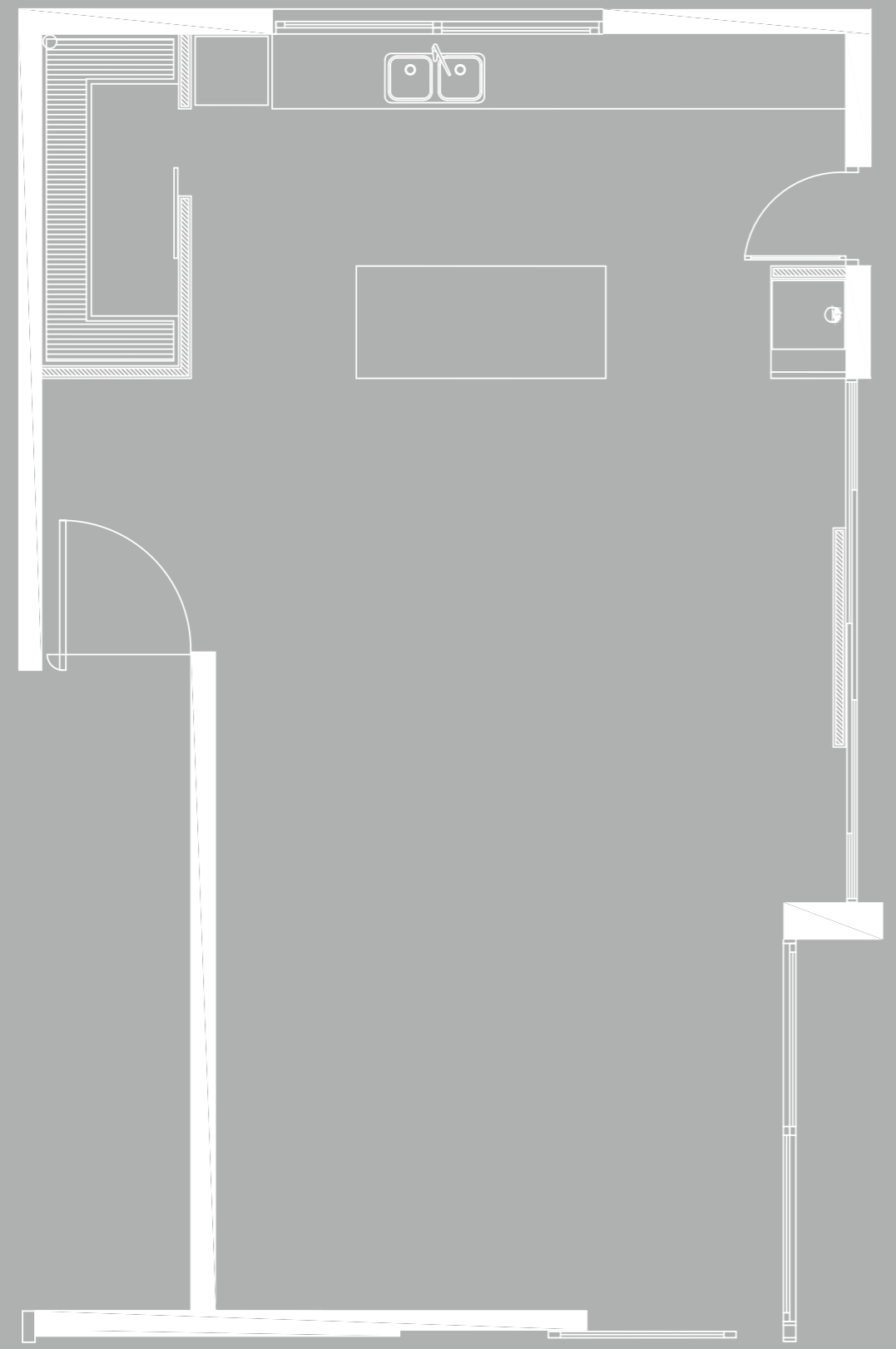
Nos permitirá determinar:

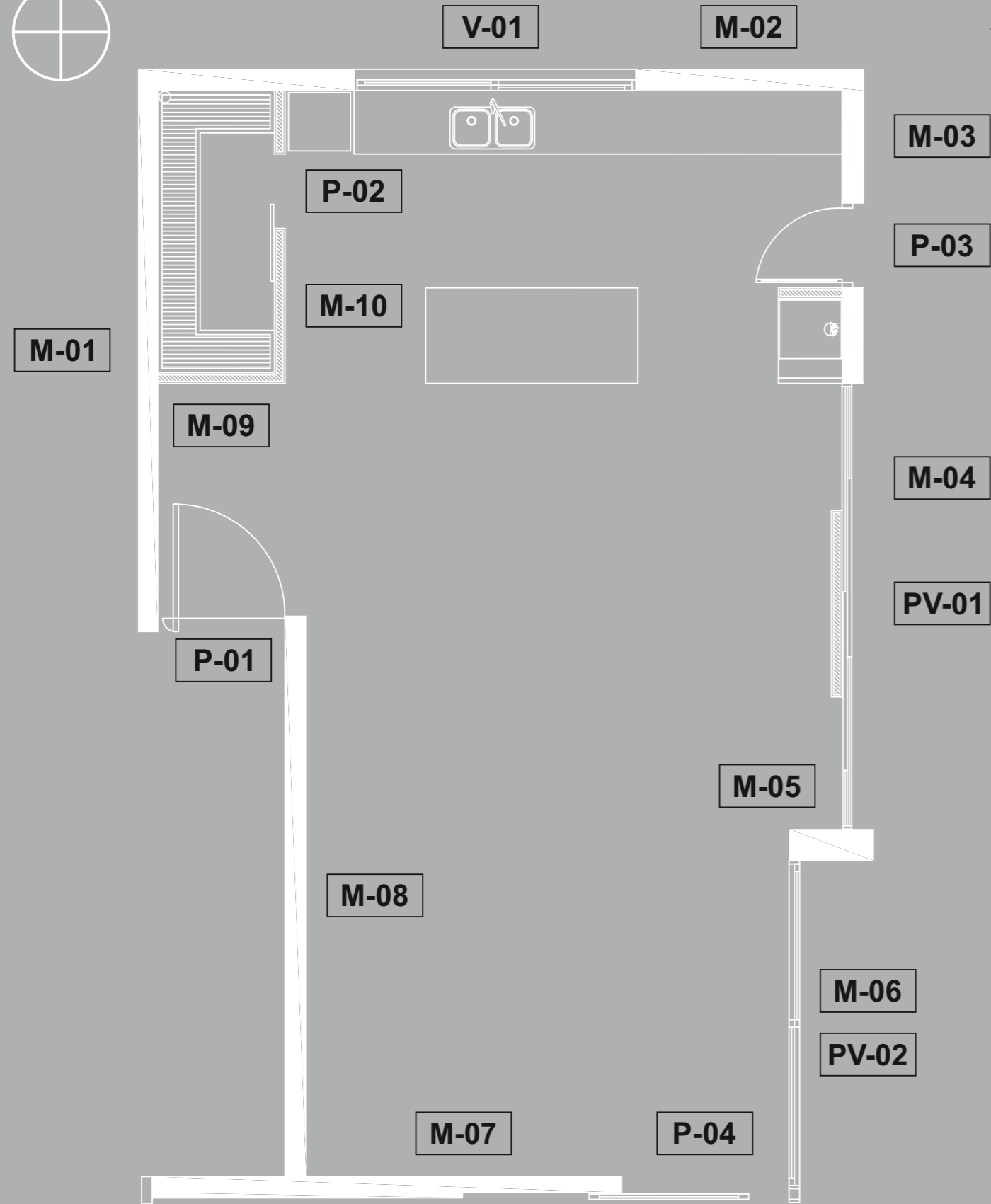
- Sistema de calefacción a instalar
- Ubicación de equipos
- Dimensionado de conductos o cañerías.





cocina-comedor

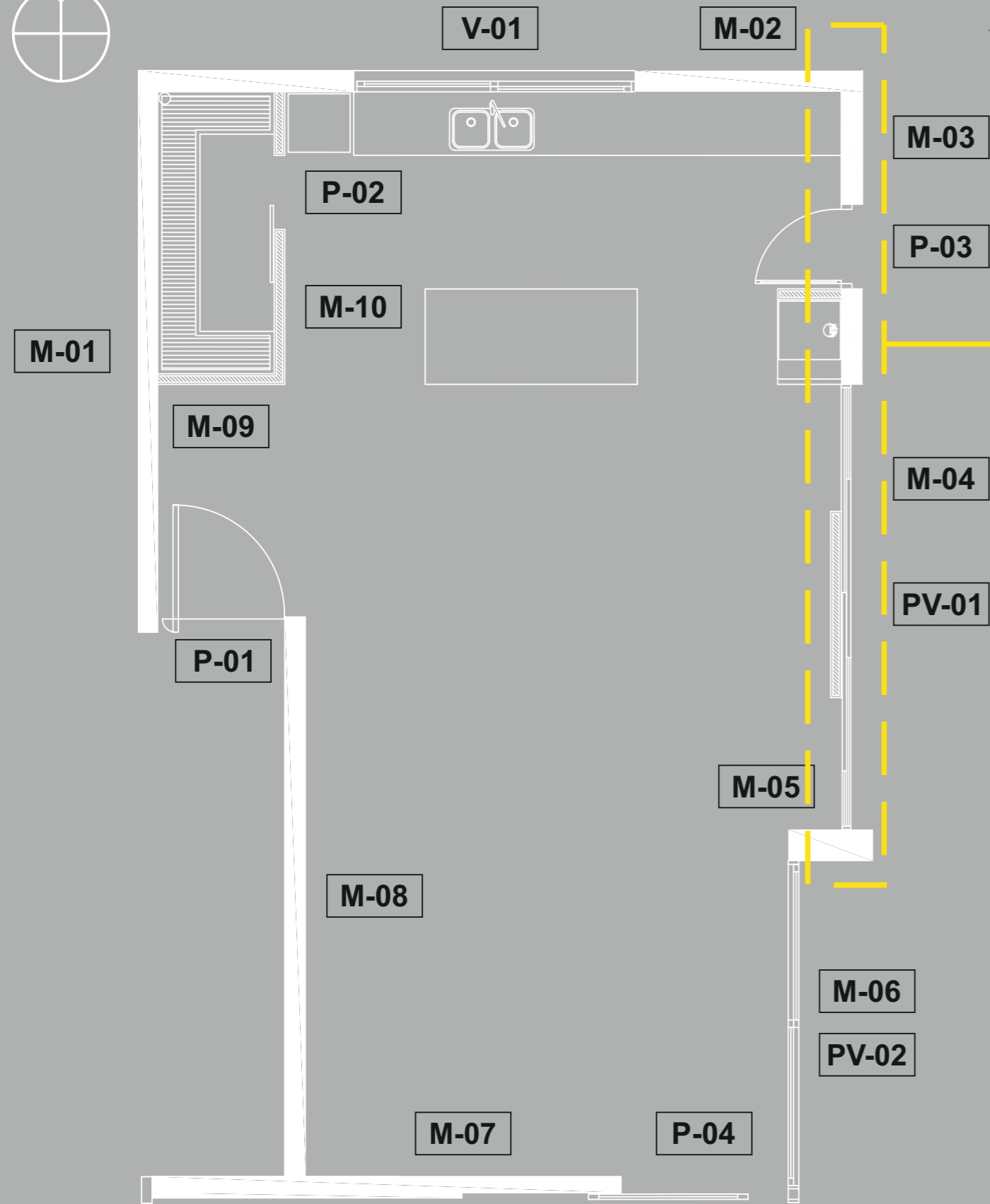




- Establecer una **IDENTIFICACIÓN** de cada Superficie.

- Analizar:

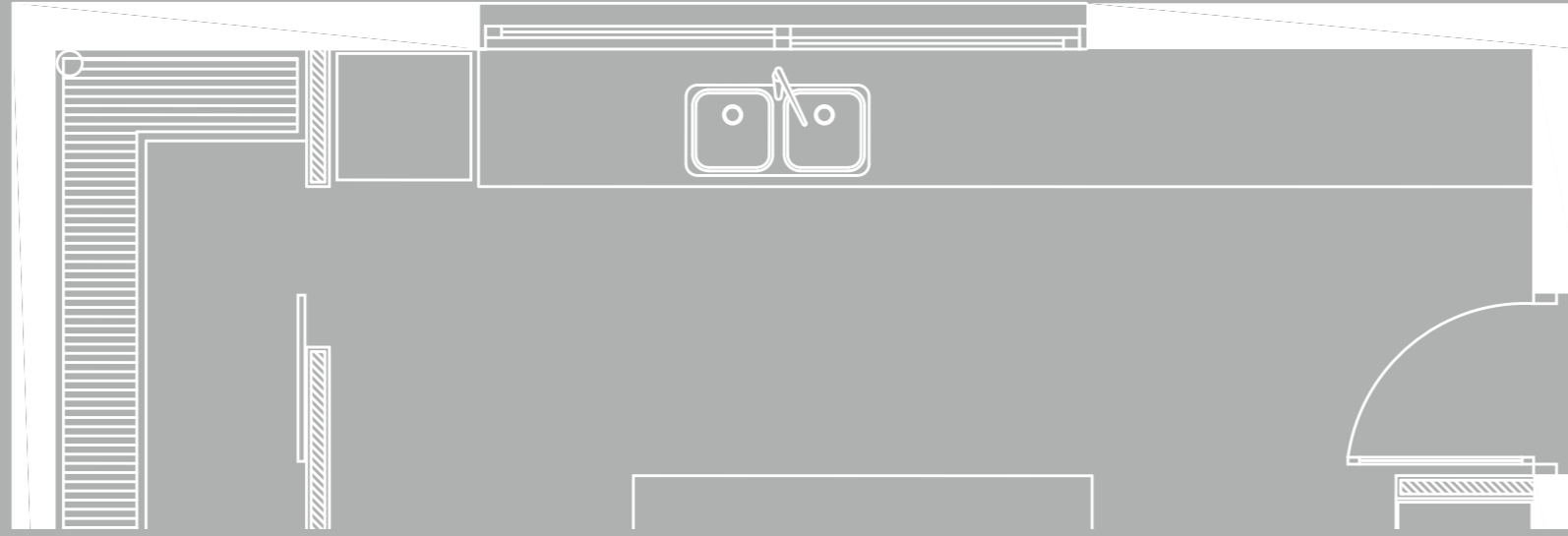
- TIPO DE SUPERFICIE**
- MATERIAL**
- CONDICIÓN**
- ORIENTACIÓN**



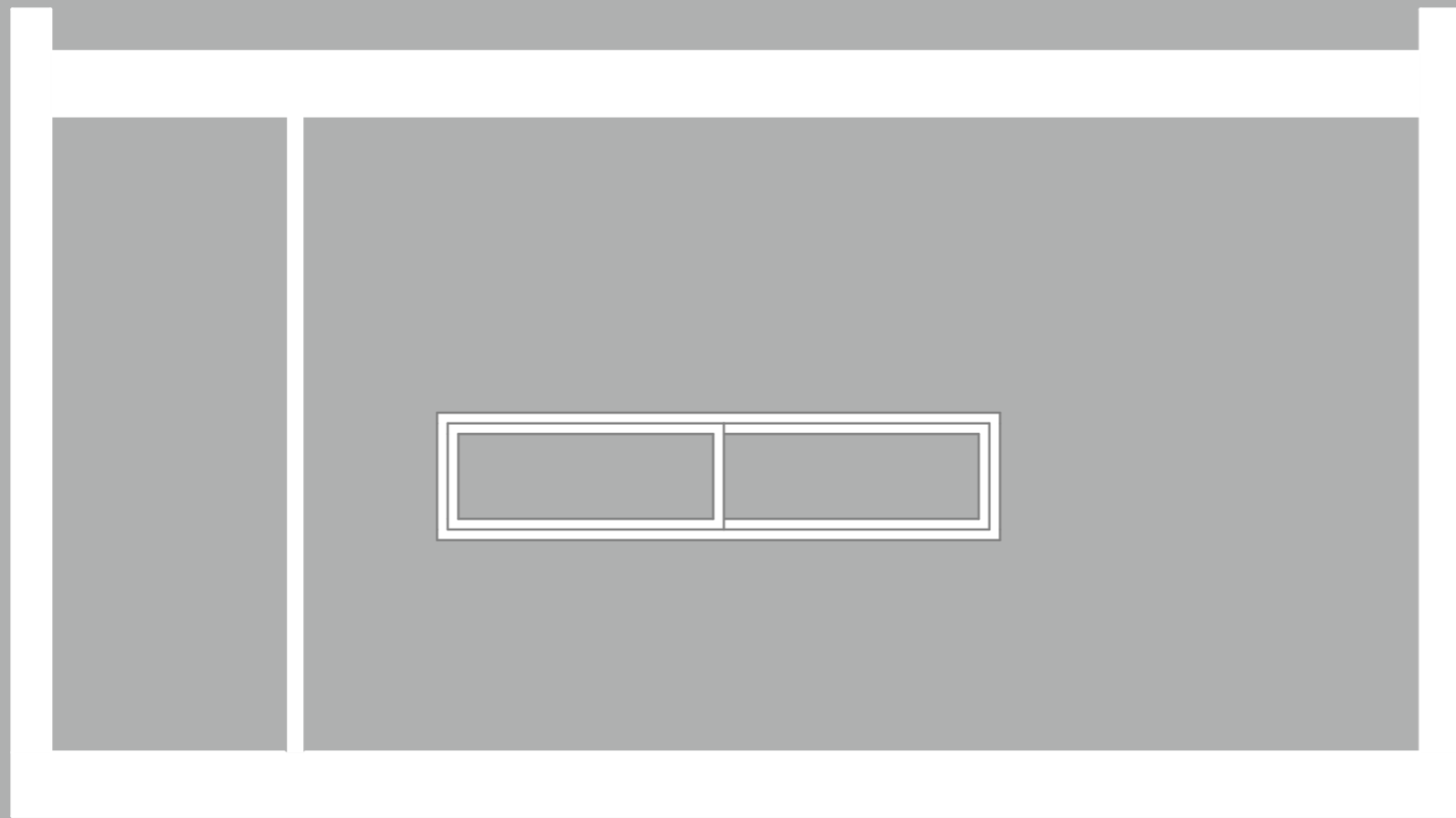
En este caso un mismo muro se ha “dividido” en dos partes, ya que **SE ENCUENTRA EXPUESTO A DOS CONDICIONES DISTINTAS**

M-03: A Exterior

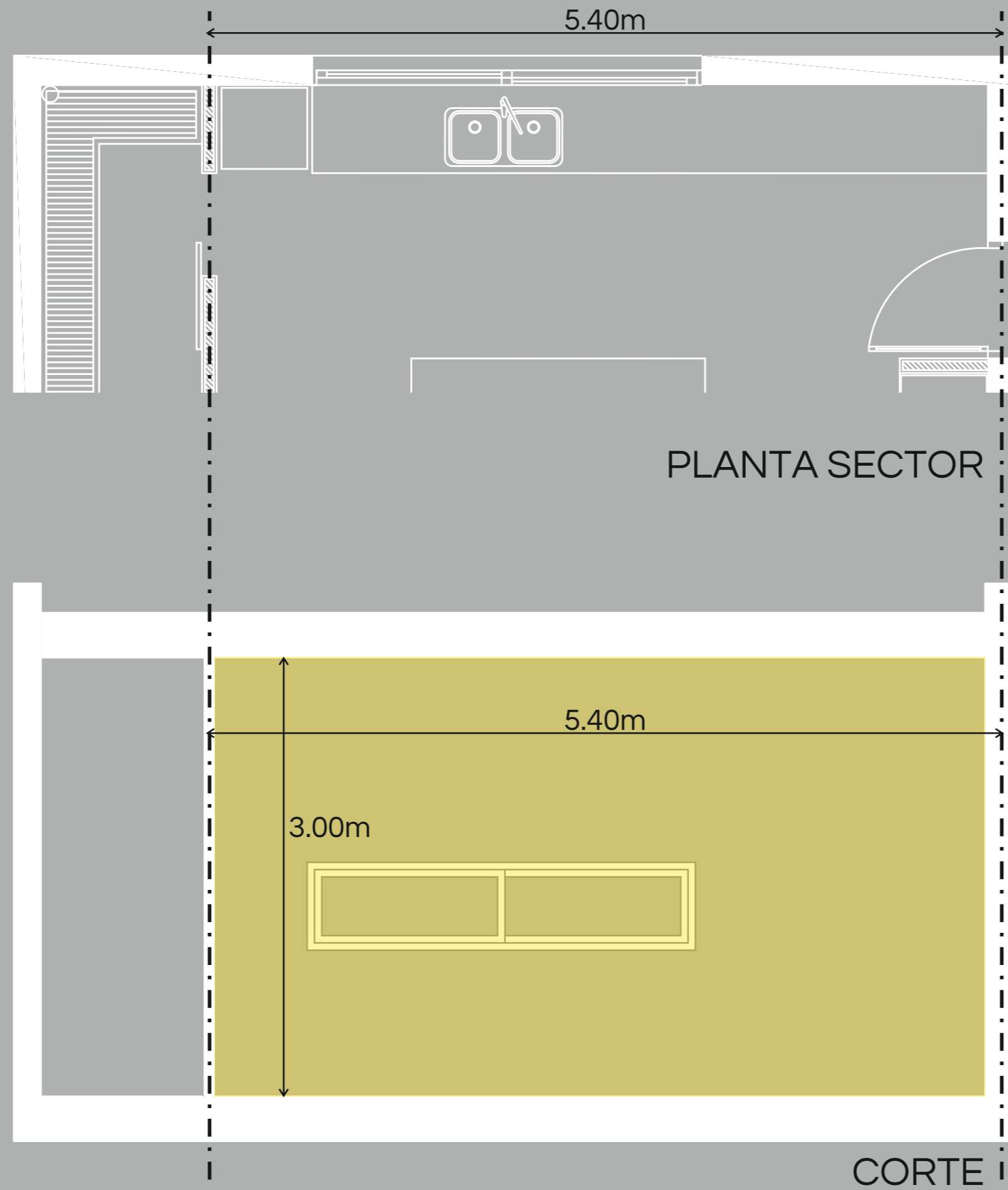
M-04: A Local Acondicionado



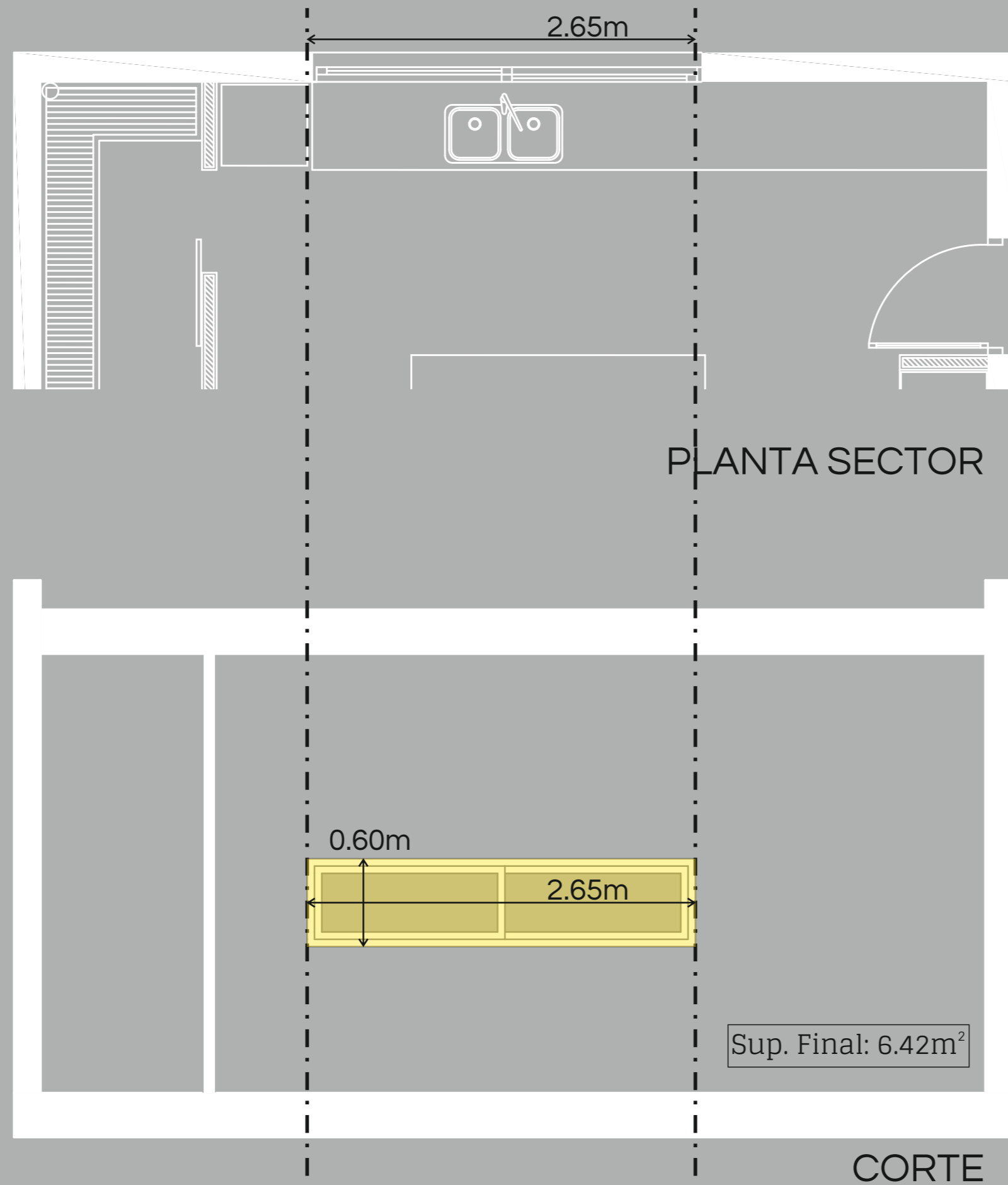
PLANTA SECTOR



CORTE



- Las medidas se toman de **EJE DEMURO A EJE DEMURO**



- Las medidas se toman de **EJE DEMURO A EJE DEMURO**

- Luego se contabilizan las **SUPERFICIES A DESCONTAR** (ej. puertas, ventanas, etc.)

Los **COEFICIENTES DE TRANSMITANCIA "K"** están tabulados por Normas IRAM⁽¹⁾. Para el caso de Muros Compuestos, este coeficiente deberá calcularse.

$$K = \frac{1}{R_{\dagger}} \longrightarrow R_{\dagger} = R_{si} + \overbrace{\frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_n}{\lambda_n}}^{\text{materiales que componen el muro}} + R_{se}$$

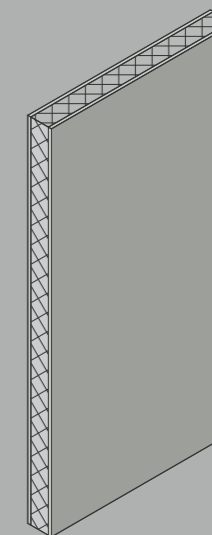
$$R_{si} = 0.14 \frac{\text{h.m}^2.\text{°C}}{\text{Kcal}} \qquad R_{se} = 0.05 \frac{\text{h.m}^2.\text{°C}}{\text{Kcal}}$$

⁽¹⁾ Pueden consultarse en: Quadri, Nestor. *Manual de Cálculo. Aire Acondicionado y Calefacción*. Buenos Aires: Editorial Alsina.(Pág.23)

Los **COEFICIENTES DE TRANSMITANCIA "K"** están tabulados por Normas IRAM⁽¹⁾. Para el caso de Muros Compuestos, este coeficiente deberá calcularse.

$$0.14 \frac{\text{h.m}^2.\text{°C}}{\text{Kcal}} + \overset{\text{placa de yeso}}{\uparrow} \frac{0.0125 \text{ m}}{0.38 \frac{\text{Kcal}}{\text{h.m.}^{\circ}\text{C}}} + \overset{\text{panel lana de vidrio}}{\uparrow} \frac{0.075 \text{ m}}{0.036 \frac{\text{Kcal}}{\text{h.m.}^{\circ}\text{C}}} + \overset{\text{placa de yeso}}{\uparrow} \frac{0.0125 \text{ m}}{0.38 \frac{\text{Kcal}}{\text{h.m.}^{\circ}\text{C}}} + 0.05 \frac{\text{h.m}^2.\text{°C}}{\text{Kcal}} = 2.34 \frac{\text{h.m}^2.\text{°C}}{\text{Kcal}}$$

$$K = \frac{1}{2.34 \frac{\text{h.m}^2.\text{°C}}{\text{Kcal}}} \longrightarrow 0.43 \frac{\text{Kcal}}{\text{h.m}^2.\text{°C}}$$



DOBLE PLACA DE YESO + PANEL DE LANA DE VIDRIO



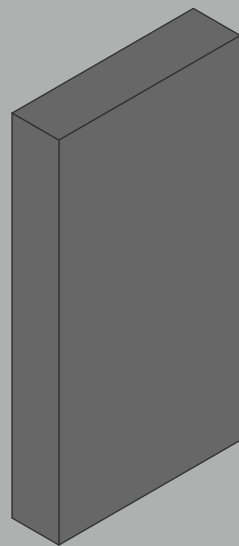
DOBLE VIDRIO HERMÉTICO (DVH)

Coef. "K" = $2.80 \frac{\text{KCal}}{\text{h.m}^2.\text{°C}}$



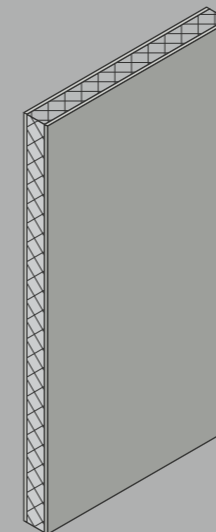
PUERTA ALUMINIO (e=5cm)

Coef. "K" = $5.26 \frac{\text{KCal}}{\text{h.m}^2.\text{°C}}$



TABIQUE DE H°A°

- Espesor 18cm: $K= 3.41 \frac{\text{KCal}}{\text{h.m}^2.\text{°C}}$
- Espesor 20cm: $K= 3.29 \frac{\text{KCal}}{\text{h.m}^2.\text{°C}}$
- Espesor 30cm: $K= 2.77 \frac{\text{KCal}}{\text{h.m}^2.\text{°C}}$



**DOBLE PLACA DE YESO +
PANEL DE LANA DE VIDRIO**

- Coef. "K" = $0.43 \frac{\text{KCal}}{\text{h.m}^2.\text{°C}}$

Para este ejemplo se plantean cuatro situaciones de pérdidas de Calor por Transmisión a las que se encuentran expuestas las superficies:


TEMP. EXTERIOR

(Mendoza - Zona Urbana) -2°C

TEMP. INTERIOR DE CONFORT

(para una Vivienda) 21°C

- A LOCAL NO ACONDICIONADO (A LNA)

$$\Delta T = \frac{T_{\text{int}} + T_{\text{ext}}}{2} \longrightarrow \Delta T = \frac{21^{\circ}\text{C} + (-2^{\circ}\text{C})}{2} = 11,5^{\circ}\text{C}$$

- A EXTERIOR

$$\Delta T = T_{\text{int}} - T_{\text{ext}} \longrightarrow \Delta T = 21^{\circ}\text{C} - (-2^{\circ}\text{C}) = 23^{\circ}\text{C}$$

- A LOCAL ACONDICIONADO

$$\Delta T = T_{\text{int}} - T_{\text{LA}} \longrightarrow \Delta T = 21^{\circ}\text{C} - 21^{\circ}\text{C} = 0^{\circ}\text{C}$$

- SUPERFICIE EN CONTACTO CON EL SUELO

$$\Delta T = T_{\text{int}} - T_{\text{SUELO}} \longrightarrow \Delta T = 21^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C} = 11^{\circ}\text{C}$$

Se calculan las pérdidas por transmisión en cada una de las superficies. Luego, se realiza la corrección por orientación superficie por superficie. Finalmente se suman todas las pérdidas por transmisión corregidas.

$$Q_t = \sum Q_o \cdot (1 + Z_h)$$

pérdida por transmisión total ←

suplemento por orientación →

pérdida por transmisión en cada superficie ↓

$$Q_o = K \cdot A \cdot \Delta T$$

SUPLEMENTO ⁽²⁾

Z_h → **Suplemento por Orientación:**

Esta corrección puede adoptar 3 valores, según la orientación que posea la superficie analizada.

- E, O: **0%**
- N, NE, NO: **-5%**
- S, SE, SO: **5%**

⁽²⁾ Pueden consultarse en: Quadri, Nestor. *Manual de Cálculo. Aire Acondicionado y Calefacción*. Buenos Aires: Editorial Alsina. (pág. 71)

La cantidad de aire que ingresa en un local, a través de puertas y ventanas, dependen de su hermeticidad y de la diferencia de presión entre el interior y el exterior del edificio, debido a la acción del viento.

$$Q_{v/i} = C_e \cdot p_e \cdot C_a \cdot \Delta T$$

C_e → Calor Específico del Aire Seco ($0.24 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$)

p_e → Peso Específico del Aire ($1.20 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$)

C_a → Caudal de aire que ingresa a través de las aberturas ^(*3)

(En este caso se utilizó el método de las renovaciones horarias, ya que se trata de una cocina)

$$C_a = \text{N}^\circ \text{ de Renovaciones Horarias} \cdot \text{Volúmen del local}$$

ΔT → Diferencia de Temperatura exterior e interior

⁽³⁾ Pueden consultarse en: Quadri, Nestor. *Manual de Cálculo. Aire Acondicionado y Calefacción*. Buenos Aires: Editorial Alsina. (pág. 74)

La cantidad de aire que ingresa en un local, a través de puertas y ventanas, dependen de su hermeticidad y de la diferencia de presión entre el interior y el exterior del edificio, debido a la acción del viento.

$$Q_{v/i} = 0,24 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}^\circ\text{C}} \cdot 1,20 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 323,4 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 23^\circ\text{C} = 2142 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

Ce → Calor Específico del Aire Seco ($0.24 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}^\circ\text{C}}$)

pe → Peso Específico del Aire ($1.20 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$)

Ca → Caudal de aire que ingresa a través de las aberturas ^(*3)

(En este caso se utilizó el método de las renovaciones horarias, ya que se trata de una cocina)

$$Ca = \text{N}^\circ \text{ de Renovaciones Horarias} \cdot \text{Volúmen del local}$$

ΔT → Diferencia de Temperatura exterior e interior

⁽³⁾ Pueden consultarse en: Quadri, Nestor. *Manual de Cálculo. Aire Acondicionado y Calefacción*. Buenos Aires: Editorial Alsina. (pág. 74)

En el Análisis Térmico de Invierno, al tratarse de una Vivienda **NO SE TIENE EN CUENTA** la incidencia favorable de la cantidad de **CALOR APORTADAS POR LAS PERSONAS, ILUMINACIÓN, ETC.** porque se considera el local en la condición más desfavorable.

Por tanto, el cálculo de la cantidad de calor de pérdida en lo locales se realiza de la siguiente manera:

$$Q_T = Q_t + Q_{v/i} + (1 \cdot Z_d + Z_c)$$

SUPLEMENTOS ⁽⁴⁾

Z_d → **Suplemento por Interrupción de Servicio:**

En este caso, se adopta el de Servicio Ininterrumpido con marcha reducida durante la noche (7%)

Z_c → **Suplemento por Pérdidas de Calor en Conductos o Cañerías:**

Es recomendable adoptar un valor de corrección entre 5% y 10%

⁽⁴⁾ Pueden consultarse en: Quadri, Nestor. *Manual de Cálculo. Aire Acondicionado y Calefacción*. Buenos Aires: Editorial Alsina. (pág. 71)

- Todos los datos obtenidos se vuelcan en una tabla
- Se realiza una tabla para cada local analizado.

Local	ID	Tipo de Superficie	Material	Condición	Orientación	SUPERFICIE					K Kcal/h.m2.°C	CARGAS POR TRANSMISIÓN				CARGAS POR VENTILACIÓN/INFILTRACIÓN						SUPLEMENTOS		QT (Corregido)					
						Alto	Ancho	Área	A Descontar (Aberturas)	Sup. Final		TEMPERATURA			Qo Kcal/h	SUPLEMENTO Zh	Qo (Corregida) Kcal/h	Qt Kcal/h	Ce (Kcal/kg.°C)	pe (Kg/m3)	ΔT	CAUDAL			Qv/i Kcal/h	QT Qv/i+Qt	Zd	Zc	QT Qv/i+Qt
												Text	Tint	ΔT								N° Renov. Hs.	Vol	Ca					
Cocina-Comedor (LOCAL 1)	M-01	Muro	Tabique H"A°	Exterior	O	3 m	2,14 m	6,42 m2	0,00 m2	6,42 m2	3,41	-2,0 °C	21 °C	23 °C	504	0	504	5568	0,24	1,2	23 °C	2	162 m3	323 m3/h	2142	7710	0,07	0,075	8828
	M-02	Muro	Tabique H"A°	Exterior	N	3 m	5,40 m	16,20 m2	1,59 m2	14,61 m2	3,29			23 °C	1106	-0,05	1050												
	M-03	Muro	Tabique H"A°	Exterior	E	3 m	2,85 m	8,55 m2	1,68 m2	6,87 m2	3,29			23 °C	520	0	520												
	M-04	Muro	Tabique H"A°	A Local Acond.	E	3 m	4,20 m	12,60 m2	8,82 m2	3,78 m2	3,29			0 °C	0	0	0												
	M-05	Muro	Tabique H"A°	Exterior	S	3 m	0,60 m	1,80 m2	0,00 m2	1,80 m2	2,77			23 °C	115	0,05	120												
	M-06	Muro	Tabique H"A°	Exterior	E	3 m	3,25 m	9,75 m2	6,62 m2	3,14 m2	3,29			23 °C	237	0	237												
	M-07	Muro	Tabique H"A°	A LNA	S	3 m	4,65 m	13,95 m2	3,36 m2	10,59 m2	3,29			11,5 °C	401	0,05	421												
	M-08	Muro	Tabique H"A°	Exterior	O	3 m	5,40 m	16,20 m2	0,00 m2	16,20 m2	3,29			23 °C	1226	0	1226												
	M-09	Muro	Doble Placa de Yeso + Lana de Vidrio	A LNA	S	3 m	1,20 m	3,60 m2	0,00 m2	3,60 m2	0,43			11,5 °C	18	0,05	19												
	M-10	Muro	Doble Placa de Yeso + Lana de Vidrio	A LNA	E	3 m	2,75 m	8,25 m2	1,47 m2	6,78 m2	0,43			11,5 °C	34	0	34												
	L-01	Piso	Porcelanato + Contrapiso de H" (10cm)	Suelo	-	0 m	0,00 m	0,00 m2	0,00 m2	0,00 m2	2,98			11 °C	0	0	0												
	L-02	Cubierta	Chapa T101 + Polietileno Expandido (50mm)	Exterior	-	0 m	0,00 m	0,00 m2	0,00 m2	0,00 m2	0,49			23 °C	0	0	0												
	P-01	Puerta	Aluminio	Exterior	S	1,2 m	2,10 m	2,52 m2	0,00 m2	2,52 m2	5,26			23 °C	305	0,05	320												
	P-02	Puerta	Aluminio	Exterior	O	0,7 m	2,10 m	1,47 m2	0,00 m2	1,47 m2	5,26			23 °C	178	0	178												
	P-03	Puerta	Aluminio	Exterior	E	0,8 m	2,10 m	1,68 m2	0,00 m2	1,68 m2	5,26			23 °C	203	0	203												
	P-04	Puerta	Aluminio	A LNA	S	1,6 m	2,10 m	3,36 m2	0,00 m2	3,36 m2	5,26			11,5 °C	203	0,05	213												
	V-01	Ventana	Vidrio (DVH)	Exterior	N	0,6 m	2,65 m	1,59 m2	0,00 m2	1,59 m2	2,80			23 °C	102	-0,05	97												
	PV-01	Puerta-Ventana	Vidrio (DVH)	A Local Acond.	E	2,1 m	4,20 m	8,82 m2	0,00 m2	8,82 m2	2,80			0 °C	0	0	0												
	PV-02	Puerta-Ventana	Vidrio (DVH)	Exterior	E	2,1 m	3,15 m	6,62 m2	0,00 m2	6,62 m2	2,80			23 °C	426	0	426												

- Todos los datos obtenidos se vuelcan en una tabla
- Se realiza una tabla para cada local analizado.

Pérdida Total (corregida)
8828 Kcal/h

Pérdidas por Transmisión
5568 Kcal/h

Pérdidas por Infiltración
2142 Kcal/h

Local	ID	Tipo de Superficie	Material	Condición	Orientación	SUPERFICIE					K Kcal/h.m2.°C	CARGAS POR TRANSMISIÓN				Qt Kcal/h	CARGAS POR VENTILACIÓN/INFILTRACIÓN						QT Kcal/h	SUPLEMENTOS		QT (Corregido) Kcal/h				
						Alto	Ancho	Área	A Descontar (Aberturas)	Sup. Final		TEMPERATURA			Qo Kcal/h		SUPLEMENTO Zh	Qo (Corregida) Kcal/h	Ce (Kcal/kg.°C)	pe (Kg/m3)	ΔT	CAUDAL			Qv/i Kcal/h		QT Qv/i+Qt	Zd	Zc	
												Text	Tint	ΔT								N° Renov. Hs.		Vol						Ca
Cocina-Comedor (LOCAL 1)	M-01	Muro	Tabique H"A°	Exterior	O	3 m	2,14 m	6,42 m2	0,00 m2	6,42 m2	3,41	-2,0 °C	21 °C	23 °C	504	0	504	0,24	1,2	23 °C	2	162 m3	323 m3/h	2142	7710	0,07	0,075	8828		
	M-02	Muro	Tabique H"A°	Exterior	N	3 m	5,40 m	16,20 m2	1,59 m2	14,61 m2	3,29			23 °C	1106	-0,05	1050													
	M-03	Muro	Tabique H"A°	Exterior	E	3 m	2,85 m	8,55 m2	1,68 m2	6,87 m2	3,29			23 °C	520	0	520													
	M-04	Muro	Tabique H"A°	A Local Acond.	E	3 m	4,20 m	12,60 m2	8,82 m2	3,78 m2	3,29			0 °C	0	0	0													
	M-05	Muro	Tabique H"A°	Exterior	S	3 m	0,60 m	1,80 m2	0,00 m2	1,80 m2	2,77			23 °C	115	0,05	120													
	M-06	Muro	Tabique H"A°	Exterior	E	3 m	3,25 m	9,75 m2	6,62 m2	3,14 m2	3,29			23 °C	237	0	237													
	M-07	Muro	Tabique H"A°	A LNA	S	3 m	4,65 m	13,95 m2	3,36 m2	10,59 m2	3,29			11,5 °C	401	0,05	421													
	M-08	Muro	Tabique H"A°	Exterior	O	3 m	5,40 m	16,20 m2	0,00 m2	16,20 m2	3,29			23 °C	1226	0	1226													
	M-09	Muro	Doble Placa de Yeso + Lana de Vidrio	A LNA	S	3 m	1,20 m	3,60 m2	0,00 m2	3,60 m2	0,43			11,5 °C	18	0,05	19													
	M-10	Muro	Doble Placa de Yeso + Lana de Vidrio	A LNA	E	3 m	2,75 m	8,25 m2	1,47 m2	6,78 m2	0,43			11,5 °C	34	0	34													
	L-01	Piso	Porcelanato + Contrapiso de H" (10cm)	Suelo	-	0 m	0,00 m	0,00 m2	0,00 m2	0,00 m2	2,98			11 °C	0	0	0													
	L-02	Cubierta	Chapa T101 + Polietileno Expandido (50mm)	Exterior	-	0 m	0,00 m	0,00 m2	0,00 m2	0,00 m2	0,49			23 °C	0	0	0													
	P-01	Puerta	Aluminio	Exterior	S	1,2 m	2,10 m	2,52 m2	0,00 m2	2,52 m2	5,26			23 °C	305	0,05	320													
	P-02	Puerta	Aluminio	Exterior	O	0,7 m	2,10 m	1,47 m2	0,00 m2	1,47 m2	5,26			23 °C	178	0	178													
	P-03	Puerta	Aluminio	Exterior	E	0,8 m	2,10 m	1,68 m2	0,00 m2	1,68 m2	5,26			23 °C	203	0	203													
	P-04	Puerta	Aluminio	A LNA	S	1,6 m	2,10 m	3,36 m2	0,00 m2	3,36 m2	5,26			11,5 °C	203	0,05	213													
	V-01	Ventana	Vidrio (DVH)	Exterior	N	0,6 m	2,65 m	1,59 m2	0,00 m2	1,59 m2	2,80			23 °C	102	-0,05	97													
	PV-01	Puerta-Ventana	Vidrio (DVH)	A Local Acond.	E	2,1 m	4,20 m	8,82 m2	0,00 m2	8,82 m2	2,80			0 °C	0	0	0													
	PV-02	Puerta-Ventana	Vidrio (DVH)	Exterior	E	2,1 m	3,15 m	6,62 m2	0,00 m2	6,62 m2	2,80			23 °C	426	0	426													