

COMPARACIÓN DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS POR SU AISLACIÓN, COSTOS Y TIEMPOS, una investigación en la escuela técnica CCT N°1 de Bariloche (Argentina).

Rodríguez, Norberto Javier, paisajespatagonicos12@gmail.com

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, FADU-UBA

Rocío, de Azque

Nahuel Skalco

Estudiantes del 4º año en el CCT N°1-Bariloche, Río Negro

Resumen

La construcción tradicional en Argentina de hacer uso de sistemas húmedos se ha trasladado a la Patagonia, sin considerar las diferencias en el rendimiento por aislación o de otros aspectos como el costo o los tiempos de obra, que pueden ser reducidos en algunos casos por el clima. Bariloche en la provincia de Río Negro en la Patagonia Argentina, ha mostrado últimamente una tendencia al uso los sistemas constructivos en secos (por Steel Framing) sin embargo lo único puesto en juego al parecer es una aparente justificación de velocidad y posible economía en la construcción, al menos durante su ejecución. Pero si se compara distintos sistemas que tengan similar capacidad aislante, sería útil investigar las diferencias en sus costos y tiempos en tal caso. Para ello se ha planteado un trabajo investigativo en el CCT N°1, donde se han seleccionados dos trabajos de estudiantes en el último año, los cuales se muestran aquí para analizar sus resultados. En el primer caso se ha planteado respecto a un sistema constructivo húmedo con cámara de aire y otro mixto (estructura de Hº Aº con muros de simple cerramiento en bloques con alta aislación); en el segundo caso se compara un sistema húmedo de ladrillos huecos sencillo sin cámara de aire versus otro totalmente en seco. Finalmente se espera que la comparación de los cuatro sistemas entre sí, permita identificar ventajas e inconvenientes de cada uno, a fin de facilitar al usuario la elección más adecuada del sistema constructivo según el caso, y para el constructor mostrar la importancia del diseño y composición del tipo de cerramientos.

Palabras clave

Eficiencia constructiva, Sistemas constructivos húmedos, Sistemas constructivos secos, Bariloche, Patagonia.

Abstract

The traditional construction in Argentina of making use of wet systems has been transferred to Patagonia, without considering the differences in performance due to insulation or other aspects such as cost or construction times, which can be reduced in some cases due to the climate. Bariloche in the province of Río Negro in Patagonia Argentina, has recently shown a tendency to use dry construction systems (by Steel Framing), however the only thing at stake apparently is an apparent justification of speed and possible economy in construction, at least during its execution. But if you compare different systems that have similar insulating capacity, it would be useful to investigate the differences in their costs and times in such a case. For this, an investigative work has been proposed in CCT N°1, where two student works have been selected in the last year, which are shown here to analyze their results. In the first case, it has been proposed with respect to a humid construction system with an air chamber and a mixed one (Hº Aº structure with walls of simple enclosure in blocks with high

insulation); In the second case, a simple hollow brick system without an air chamber is compared to a totally dry one. Finally, it is expected that the comparison of the four systems with each other, allows to identify advantages and disadvantages of each one, in order to facilitate the user the most appropriate choice of the construction system according to the case, and for the constructor to show the importance of the design and composition the type of enclosures.

Keywords

Construction efficiency, Wet construction systems, Dry construction systems, Bariloche, Patagonia.

1- Introducción

La demanda mundial de energía en edificios ha aumentado por distintos motivos, En tal sentido, muchos países han tendido a generar normativas para reducir dicho consumo. En la Unión Europea se cuenta con la directiva EPBD 2002/91/EC y 2010/31/UE, sobre ahorro energético en edificios, que fue luego derivando en decretos reales para el caso de España RD 56/2016, entre otros países que se fueron sumando. Por lo que se ha tendido a edificios cada vez más sustentables con base en la construcción por energía solar pasiva (Mazría, 1983), y se han realizado estudios más específicos sobre los efectos del vidrio en relación a la climatización interior de las obras (Ávila Delgado *et al.*, 2019). Hay muchos estudios y normativas en relación a la aislación en edificios (ver IRAM 11.601 a 11.605¹, y Ord. 3098-CM-19 de Bariloche), para reducir la pérdida de energía en función al nivel de climatización necesario, de forma que permita un nivel mínimo de confort en el interior de los ambientes habitados. Incluso hay estudios que revelan la importancia que tiene la orientación de las aberturas edilicias al norte principalmente, o un nivel de ganancia de energía solar al este y oeste según la latitud en que se ubique la construcción. Pero mucho de esto puede ser más o menos importante para la comunidad y los habitantes de dichas edificaciones, según las diferencias de temperaturas que se perciban en relación al nivel deseado en el interior de la construcción. En tal sentido, las zonas más frías de una región como es la cordillera patagónica donde se ubica Bariloche, resultan una problemática destacada a considerar en el diseño de los edificios y su relación con la capacidad aislante de sus envolventes, al definir la combinación de los materiales en sus muros, techos y pisos.

Las preguntas que se plantearon, en acuerdo con los estudiantes serían las siguientes: ¿Cuál es la ventaja o desventaja en tiempo de ejecución entre un sistema constructivo y otro? ¿Cuánto más cuesta un sistema mejor aislado que otro menos aislado? ¿En dichos casos cuánto más aislará uno respecto del otro?

El ámbito geográfico de Bariloche en la Patagonia, linda con la costa sur del lago Nahuel Huapi en la provincia de Río Negro, a pocos kilómetros del límite con Chile y sobre la latitud 41° LS. Ciudad que cuenta con un ejido municipal que supera las 27.000ha., con casi 115 mil habitantes para 2010, con condiciones climáticas que muestran temperaturas

1- IRAM (Instituto de Racionalización de los Materiales)
<http://www.iram.org.ar/index.php?id=Catalogo-de-normas>

promedio que rondan los -10°C y $+23^{\circ}\text{C}$, con vientos en promedio de 10 a 13km/h, pero frecuentemente superan los 20km/h.

2- Objetivos

Investigar el nivel de aislación de distintos sistemas constructivos diseñados para este trabajo, considerando sistemas de tipo húmedo y otro seco o mixto, comparar los costos y tiempo de ejecución por metro cuadrado, para una superficie de 10m² totales (2.50m de alto por 4.00m de largo) para los casos elegidos.

3- Metodología

Para obtener un valor para el nivel de aislación de los muros en una superficie de muro, se ha tomado los casos de dos estudiantes del último año de la carrera de Técnico Constructor, en el CCT N°1 en Bariloche. Se investiga el valor del coeficiente de trasmittancia térmica (K en Kcal/m²hC°), siguiendo los criterios de las normas IRAM ya citadas, según los requerimientos para el caso de la ciudad de Bariloche. Los costos por metro cuadrado, se revisan en una página web especializada (www.sismat.com.ar/costos-de-materiales), considerando el valor de los materiales y la mano de obra. Los tiempos de ejecución también se definen según datos recabados en contacto con profesionales de la zona.

4- Desarrollo

En el primer caso los dos tipos elegidos por De Azque se denominarán Tipo A y B, el primero será de tipo húmedo y el otro en seco tipo Steel Framing. El muro considerado cuenta con tres columnas de 2.50m de alto en Hormigón Armado, unido en su parte superior por vigas del mismo material, y se exponen sus características en las imágenes N° 1 a 3.

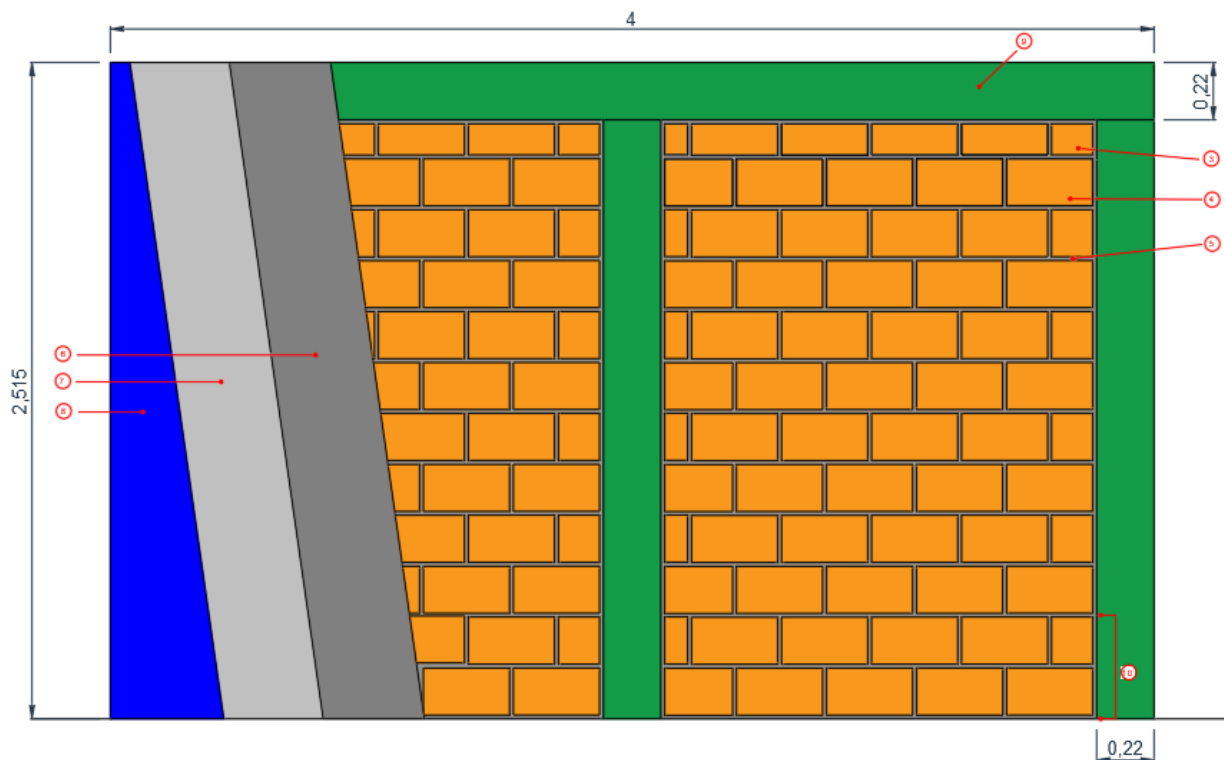


Imagen N° 1 – Vista del muro **Tipo A**, en ladrillo hueco tradicional y estructura de Hº Aº.

Fuente: Diseño de Rocío de Azque en el CCT N° 1.

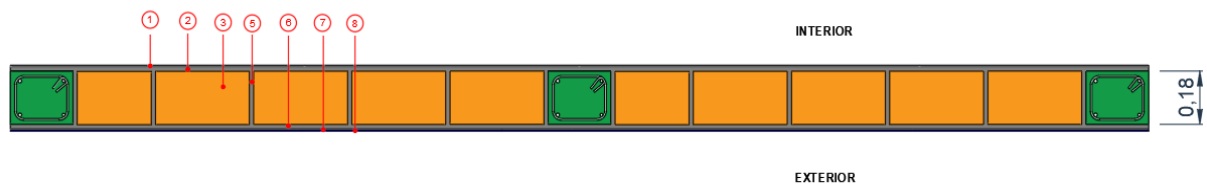


Imagen N° 2 – Planta del muro **Tipo A**.

Fuente: Diseño de Rocío de Azque en el CCT N° 1.

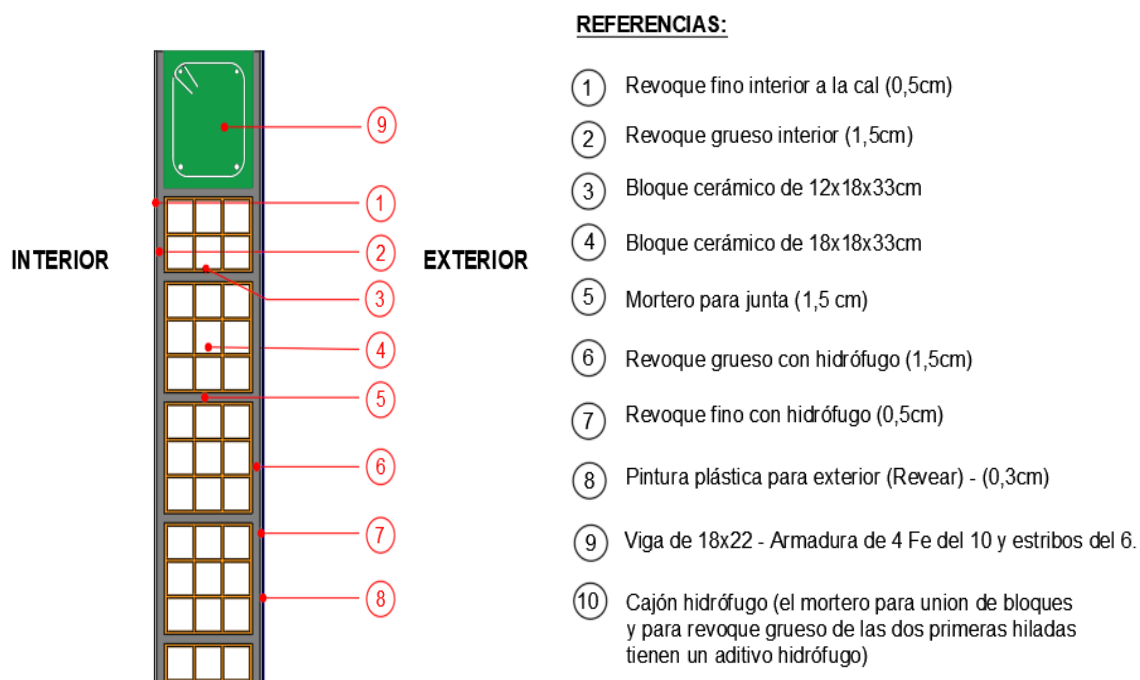


Imagen N° 3 – Detalle del muro **Tipo A**.

Fuente: Diseño de Rocío de Azque en el CCT N° 1.

En el segundo caso llevarán refuerzos en la parte superior, y se puede ver los detalles en las imágenes N° 4 a 6. Por otro lado, se establece que la cimentación de hormigón armado está dada y que la cubierta que apoyará sobre cada uno de los muros será de una carga mínima debido a que no se evaluarán resistencias. El sistema húmedo tomado para el Tipo A será en ladrillos cerámicos de 18x18x33cm con revoque por ambas caras, siendo este el método constructivo más utilizado actualmente en la zona.

En los dos tipos elegidos por Skalco se denominarán Tipo C y D, el primero será de tipo mixto (estructura húmeda en Hormigón Armado y cerramiento en bloques premoldeados aislantes y livianos). Los bloques son de tipo HCCA (Hormigón Celular Curado en Autoclave) tipo Retak o similar y se exponen sus características en las imágenes N° 7 a 10. El otro sistema constructivo es totalmente húmedo, con estructura del mismo tipo que el sistema anterior pero el cerramiento estará conformado por un muro doble y una cámara de aire intermedia, con muro de ladrillo hueco al exterior y macizo al interior, y se exponen sus características en las imágenes N° 11 a 14. En ambos casos se realizan los revoques,

aislaciones hidrófugas y terminaciones correspondientes. Las dimensiones del muro serán iguales a los del caso realizado por de Azque con un total de 10m^2 . También en estos dos últimos casos se establece que la cimentación de hormigón armado está dada y que la cubierta que apoyará sobre cada uno de los muros será de una carga mínima, por lo que no se evalúa la resistencia estructural del muro. Las características de los materiales y espesores de muro serán expuestas en las imágenes respectivas. En los cuatro casos se consideran muros sin aberturas en toda la superficie (10m^2).

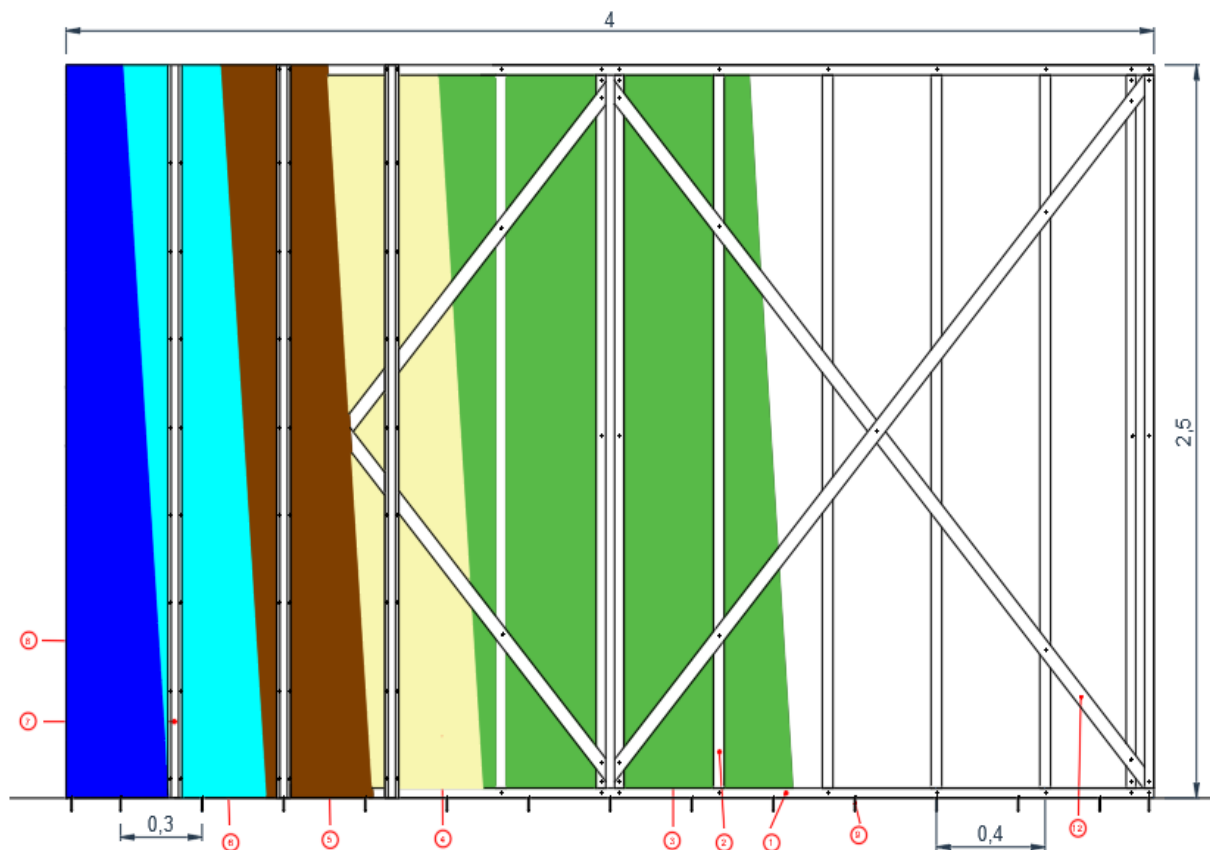


Imagen N° 4 – Vista del muro **Tipo B, de construcción en Steel Framing**.

Fuente: Diseño de Rocío de Azque en el CCT N° 1.

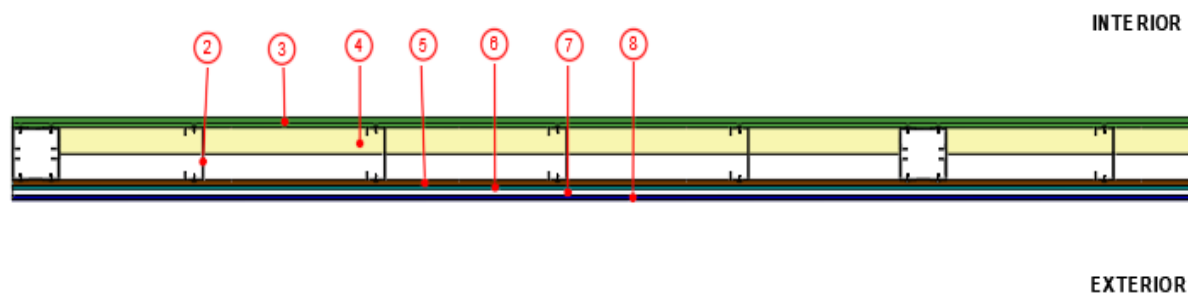
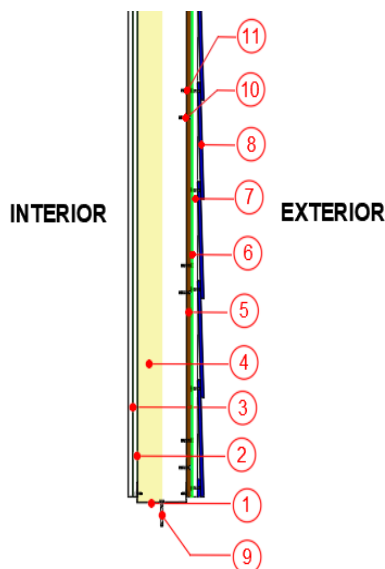


Imagen N° 5 – Planta del muro **Tipo B, de construcción en Steel Framing**.

Fuente: Diseño de Rocío de Azque en el CCT N° 1.

Referencias



- ① Perfil PGU 100 de 1.25mm de espesor y 35mm de ala.
- ② Perfiles PGC 100, 0.9mm de espesor, 40mm de ala y 15mm de pestaña / cámara de aire de 70mm.
- ③ 2 placas de yeso 9,5mm y 2,40m x 1,20m.
- ④ Plancha de poliestireno expandido (EPS) 20 kg/m³, 3cm de espesor, de 1m x 50xm
- ⑤ Placa OSB 11.1mm, 1.22 x 2.4m (placa rigidizadora)
- ⑥ Aislante hidrófugo Wichi, sujetado con engrampadora a las placas de OSB.
- ⑦ Perfil PGO (omega) de 0.9mm de espesor, 27mm de ancho y 10mm de ala.
- ⑧ Siding 20cm de ancho x 6mm de espesor y 3.60m de largo.
- ⑨ Bulon anclaje expansión a golpe 6 mm
- ⑩ Tornillo punta broca cabeza avellanada plana 25mm de largo para fijar las placas de OSB a los PGC.
(Cada 30cm, excepto en los bordes de la placa donde es 15cm)
- ⑪ Tornillo punta broca cabeza avellanada plana 25mm de largo para fijar los PGO a las placas de OSB.
- ⑫ Fleje de chapa galvanizada 5mm de ancho x 0.94mm de espesor x 50m de largo.

Imagen N° 6 – Detalle del muro **Tipo B, de construcción en Steel Framing.**

Fuente: Diseño de Rocío de Azque en el CCT N° 1.

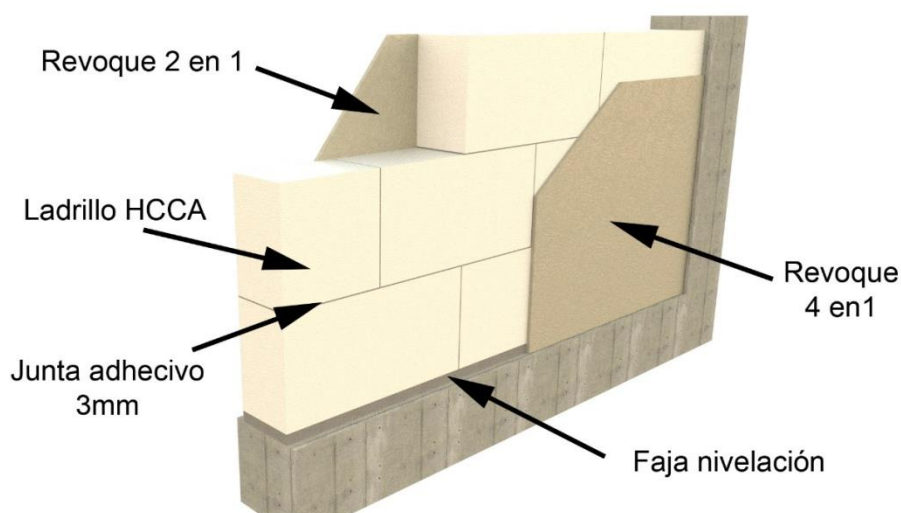


Imagen N° 7 – Detalle del muro **Tipo C, de construcción mixta.**

Fuente: Diseño de Nahuel Scalko en el CCT N° 1.

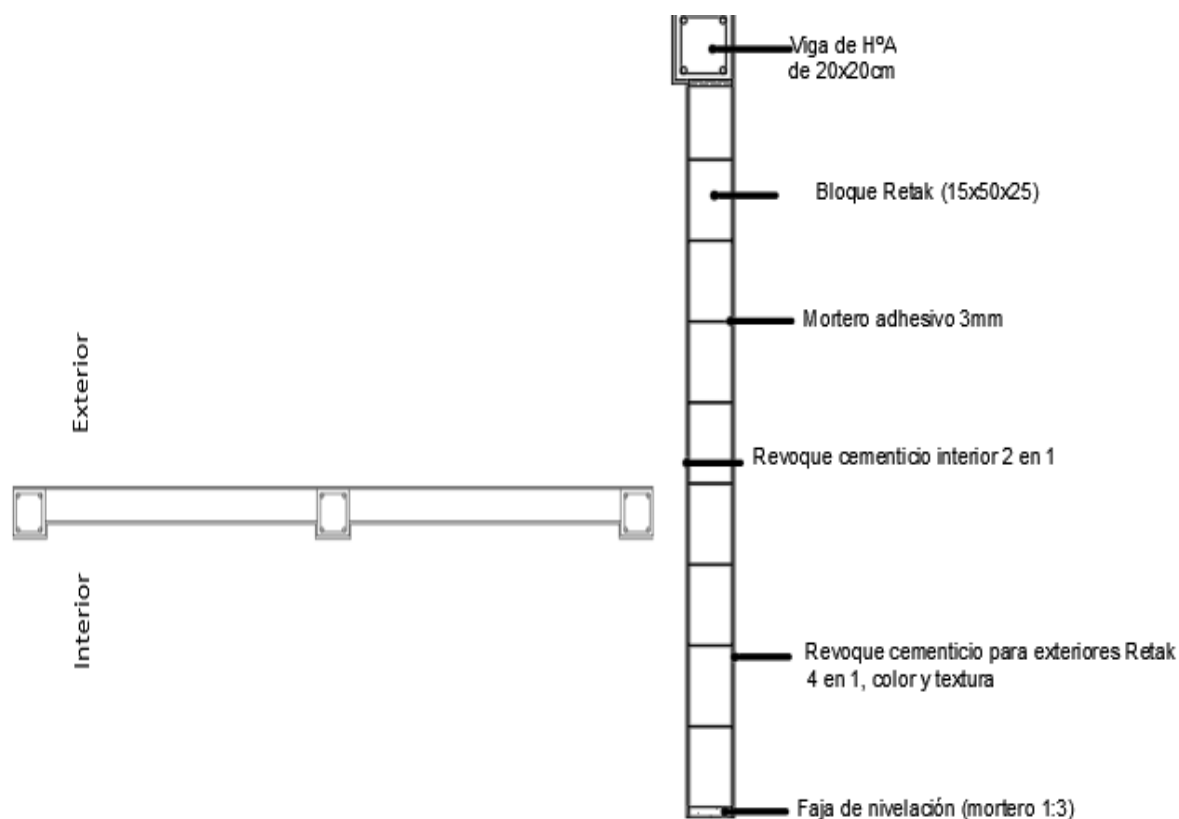


Imagen N° 8 y 9 – Planta y corte vertical del muro **Tipo D, de construcción mixta.**

Fuente: Diseño de Nahuel Scalco en el CCT N° 1.

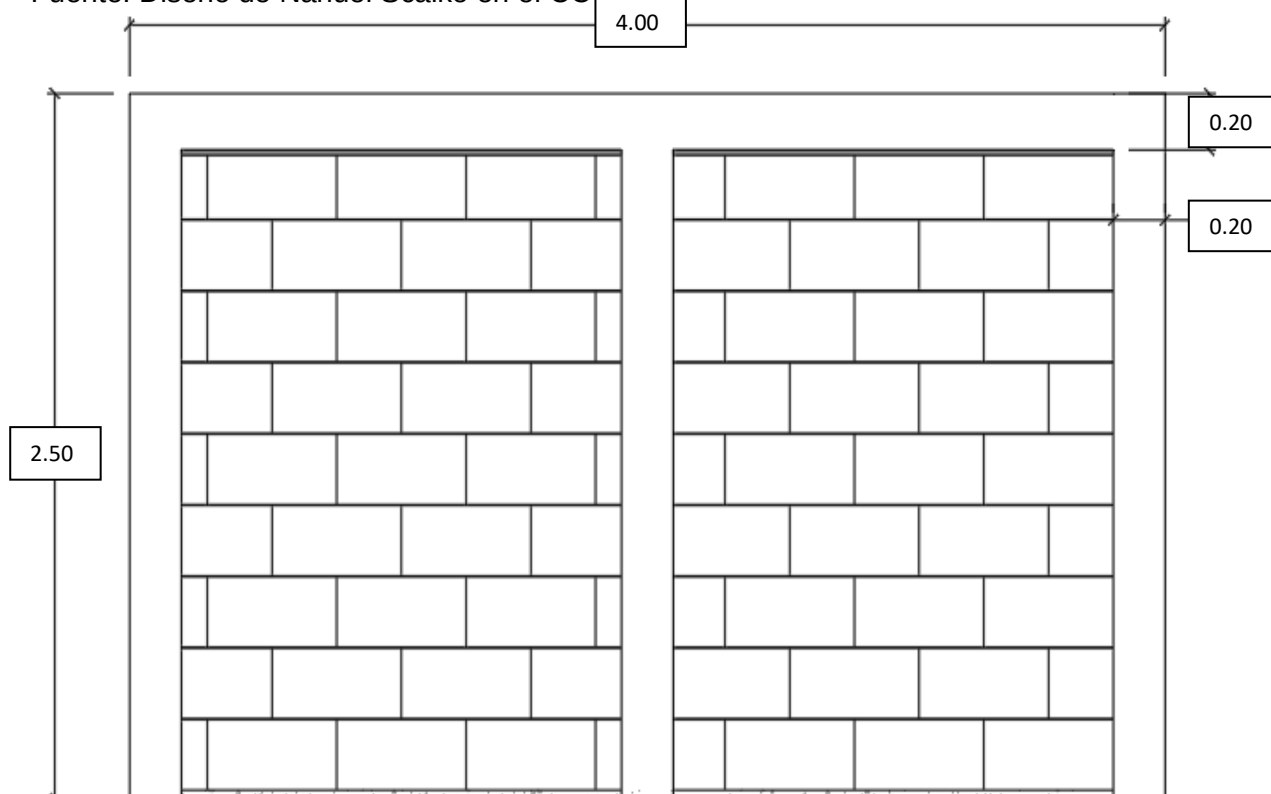


Imagen N° 10 – Vista del muro **Tipo D, de construcción mixta.**

Fuente: Diseño de Nahuel Scalco en el CCT N° 1.

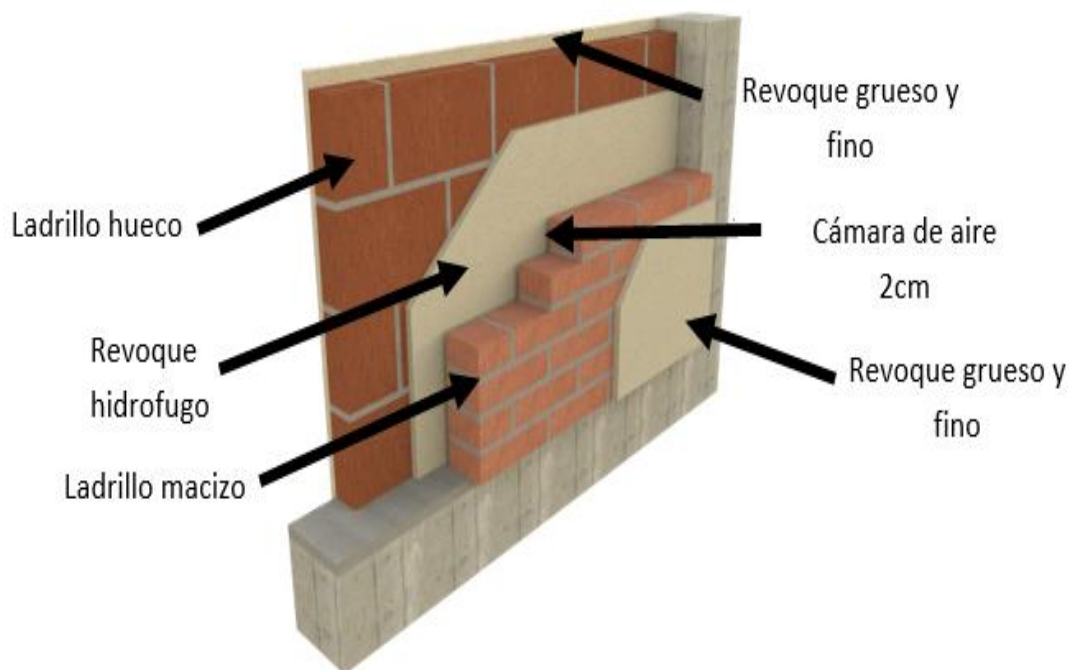


Imagen N° 11 – Detalle del muro doble **Tipo E, doble y de construcción húmeda.**
 Fuente: Diseño de Nahuel Scalko en el CCT N° 1.

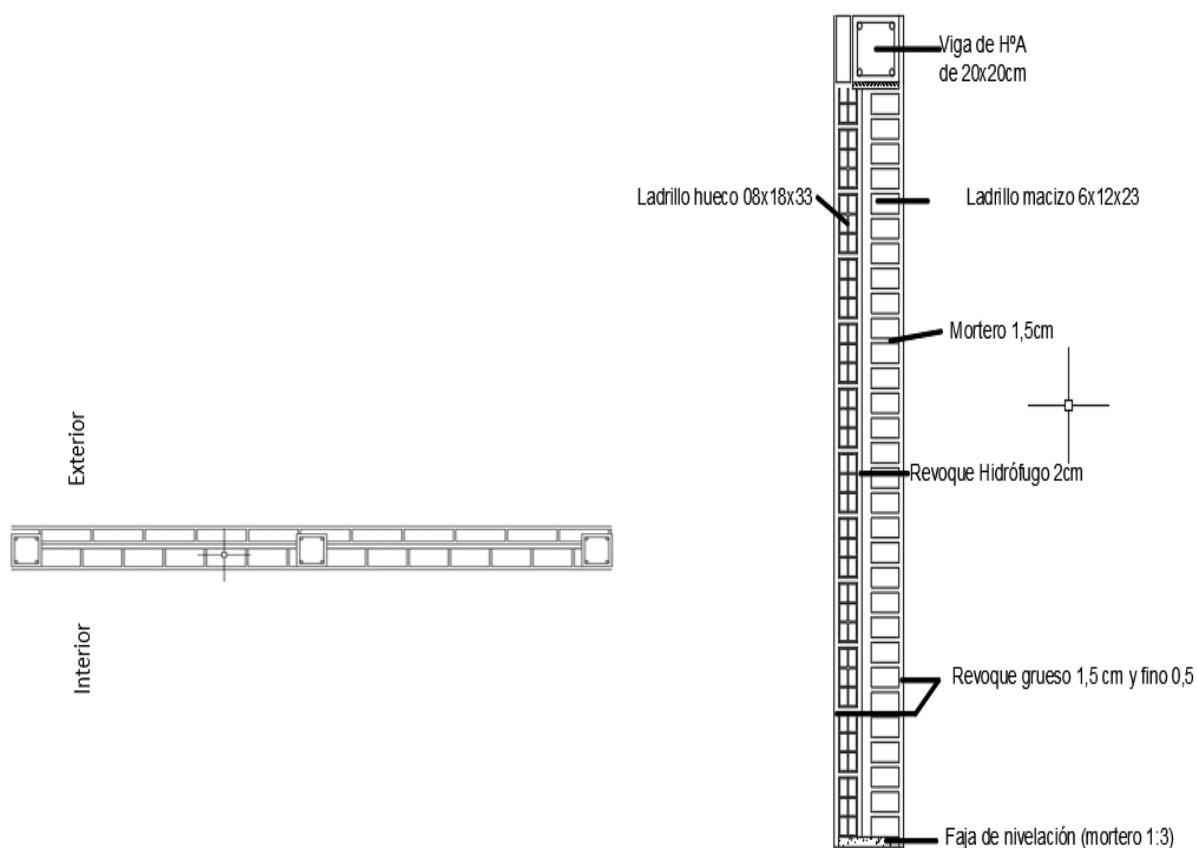


Imagen N° 12 y 13– Planta y corte vertical del muro Tipo E, doble muro de construcción húmeda.
 Fuente: Diseño de Nahuel Scalko en el CCT N° 1.

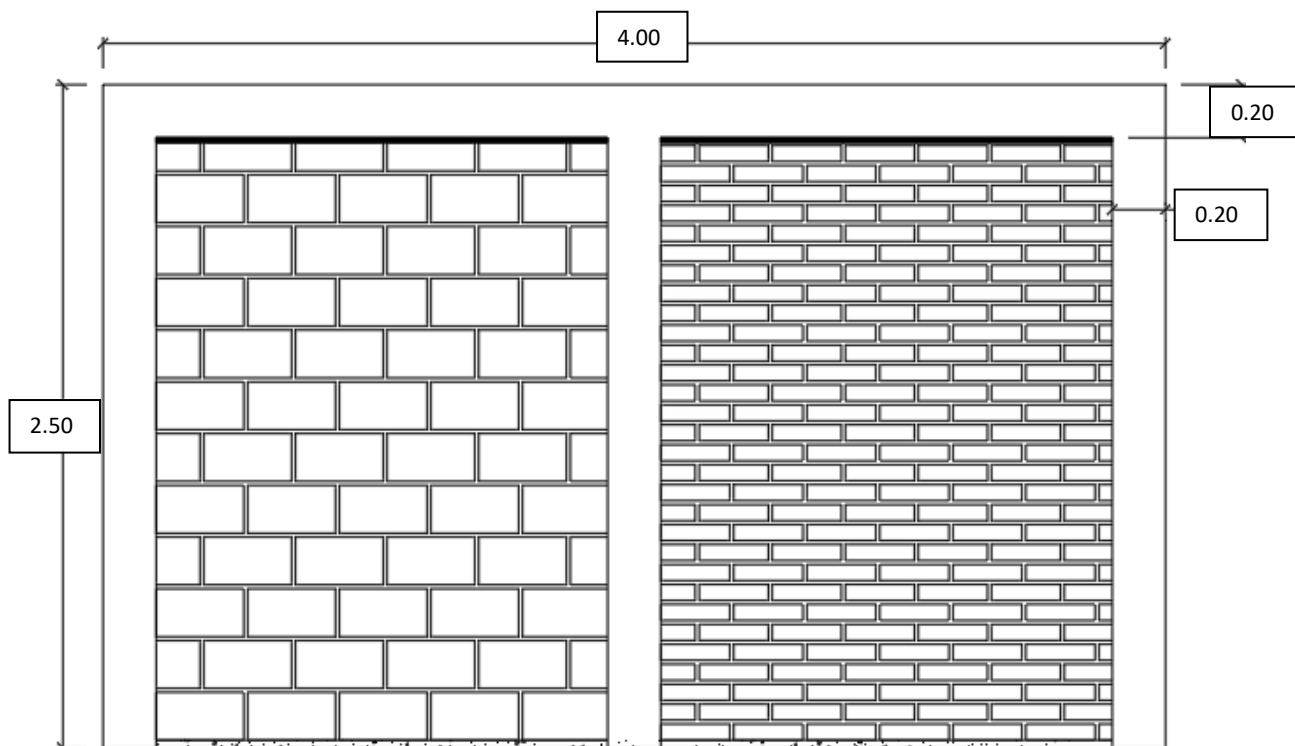


Imagen N° 14 – vista del muro Tipo E, doble y de construcción húmeda.

Fuente: Diseño de Nahuel Scalko en el CCT N° 1.

5- Costo según materiales y mano de obra empleada

La primera comparación que se pretende analizar aquí está relacionada al costo de materiales y mano de obra para cada tipo de construcción, para ello se ha volcado en forma resumida dichos valores para Bariloche a noviembre de 2020, según la página web considerada para el precio de los materiales (www.sismat.com.ar/costos-de-materiales), y para los valores de mano de obra según la revista Vivienda de agosto del 2019, con valores actualizados considerando al menos un 30% más y sumando las cargas sociales correspondientes (113% más) en todos los casos actualizados se aproximó en la actualización de los valores a octubre de 2020.

Más allá de que los costos pueden tener algunas fluctuaciones, variables o cantidades que puedan cambiar según como se planifica la obra en su totalidad, este dato obtenido es considerado para igual superficie de muro sin aventanamiento, e intenta establecer un parámetro del costo para comparar distintos sistemas constructivos. Los casos elegidos por de Azque en los tipos A y B parecen tener valores similares, pero en exceso por poco más del 10% para el tipo A (como sistema constructivo húmedo clásico con ladrillo hueco de 18cm de espesor más revoques). Los últimos dos permitieron comparar dos sistemas más costosos, pero que reflejan un costo adicional importante para un sistema constructivo húmedo muy bien aislado (con doble muro y cámara de aire), llegando este último a cerca del 60% más respecto de aquel mixto (con un bloque HCCA tipo Retak o similar y que incluye una estructura de hormigón armado independiente). Es importante destacar que en la mayoría de los casos en cuanto al costo de materiales se han considerado cifras en exceso y no en defecto por igual para los distintos sistemas. Si bien

algunos valores podrían variar en el tiempo es posible que las proporciones y relaciones de costos se mantengan similares.

Las tablas N°1 y 2 a continuación son los costos para el tipo A y B respectivamente.

TOTALES			Present.		Cantidad a comprar	Redondeo		Precio	\$ TOTAL
Material	Cant.	Unid.	Cant.	Unidad		Cant.	Unidad		
Agregado grueso (canto rodado de 2°)	0,26	m³	1	m³	0,26	1	m³	2.310,00	2.310,00
Arena fina	1,01	m³	1	m³	1,01	1	m³	1.710,00	1.710,00
Bloque cerám. 18x18x33cm	110	unid.	1	unid.	110,00	110	unid.	50,55	5.560,50
Bloque cerám. 12x18x33cm	10	unid.	1	unid.	10,00	10	unid.	34,60	346,00
Cal hidraulica	71,94	kg	1	kg	71,94	72	kg	13,55	975,60
Cemento Portland	250,77	kg	1	kg	250,77	255	kg	12,60	3.213,00
Clavos punta paris 3/4"	1	kg	1	kg	1,00	1	kg	306,00	306,00
Fe del 10 (hierro torcionado 10mm)	44	ml	12	ml	3,67	4	barras	827,00	3.308,00
Fe del 6 (hierro torcionado 6mm)	56,1	ml	12	ml	4,68	5	barras	318,00	1.590,00
Hidrófugo	2,26	kg	10	kg	0,23	1	latas	953,00	953,00
Madera Encofrado	53,36	m²	0,1016	ml	53,36	54	ml	510,00	27.540,00
Revear	30,00	kg	30	kg	1,00	1	balde	4.950,00	4.950,00
Subtotal Costo Materiales									52.762,10
Mano de Obra (1)	10	días	Oficial	UOCRA	80,00	80,00	horas	371,13	29.690,18
	10	días	Ayudante	UOCRA	80,00	80,00	horas	314,12	25.129,63
Subtotal Costo Mano de Obra									54.819,81
TOTAL									107.581,91

COSTOS DE BUENOS AIRES

(1) Para la mano de obra se consideraran unicamente gastos de salario por hora de trabajo + cargas sociales.

TOTALES			Present. Comercial		Cantidad a comprar	Redondeo		Precio	\$ TOTAL
Material	Cant.	Unid.	Cant.	Unidad		Cant.	Unidad		
PGU 100 x 0,90 mm	15	ml	6	m	2,50	3	barras	1.560,00	4.680,00
PGC 100 x 0,90 mm	35	ml	6	m	5,83	6	barras	1.920,00	11.520,00
Fleje de chapa galvanizada	11,85	ml	30	m	0,40	1	rollo	3.700,00	3.700,00
Bulon anclaje expansión a	30	unid	1	unid	30,00	30	Unidad	62,00	1.860,00
Tornillo T1 aguja 8x1/2	104	unid	1	unid.	104,00	104	und	1,95	202,80
Placas de yeso de 9,5mm d	20	m²	2,88	m2	6,94	7	placas	560,00	3.920,00
Masilla p/ juntas y fijaciones	18	kg	1	kg	18,00	18	kg	60,00	1.080,00
Cinta de union placas	25	m	76	m	0,33	1	rollo	310,00	310,00
Poliestireno expandido de	9,25	m²	3	m2	3,08	10	3capas	457,5	4.575,00
Placas de OSB de 11,1mm d	10	m²	2,9768	m2	3,36	4	placas	1.595,00	6.380,00
Membrana hidroruga Wicki	10	m²	1	m²	10,00	10	m²	105,00	1.050,00
Tornillos T3 (48 por placa)	192	unid	1	unid	192,00	192	Unidad	2,75	528,00
Tornillo hexagonal mecha	192	unid	100	unid	1,92	2	cajas	1.410,00	2.820,00
Grampas (para engrapadora)	Cant. Necesaria		1000	unid	1,00	1	cajas	189,00	189,00
Perfil PGO (omega)	27,5	m	2,6	ml	10,58	11	perfiles	275,00	3.025,00
Siding de 20cm de ancho x	51,00	ml	3,6	ml	14,17	15	placas	975,00	14.625,00
Tornillos punta espada y d	287	unid	1	unid	10,16	287	Unidad	10,00	2.870,00
Subtotal Costo Materiales									63.334,80
MANO DE OBRA (1)	1	día	Oficial esp	UOMRA	8,00	8	hroas	376,08	3.008,68
	1	día	Ingresante	UOMRA	8,00	8	horas	301,09	2.408,74
	5	días	Oficial	UOCRA	40,00	40	horas	371,13	14.845,09
	5	días	Ayudante	UOCRA	40,00	40	horas	314,12	12.564,82
Subtotal Costo Mano de Obra									32.827,32
TOTAL									96.162,12

Las tablas N° 3 y 4 a continuación son los costos del tipo C y D respectivamente.

TOTALES			Present. Comercial		Cantidad a comprar	Redondeo		Precio	\$ TOTAL
Material	Cant.	Unid.	Cant.	Unidad		Cant.	Unidad		
Canto rodado	0,29	m³	1	m³	0,29	1	bolsón	2.910,00	2.910,00
Arena	0,29	m³	1	m³	0,29	1	bolsón	1.710,00	1.710,00
Ladrillo retak 15*25*50	61	unid.	1	unid.	61,00	61	Unidad	250,00	15.250,00
Mortero	35,72	Kg	25	kg	1,43	2	bolsas	906,00	1.812,00
Cemento	135,00	kg	50	kg	2,70	3	bolsas	630,00	1.890,00
Clavos	1	kg	1	kg	1,00	1	kg	345,00	345,00
Fe del 10	44	ml	12	ml	3,67	4	barras	827,00	3.308,00
Fe del 6	56	ml	12	ml	4,67	5	barras	318,00	1.590,00
Revoque 2 en 1	228,00	kg	30	kg	7,60	8	bolsas	500,00	4.000,00
Madera 5"	40	ml	40	ml	40,00	40	tabla	510,00	20.400,00
Revoque 3 en 1	300,00	kg	30	kg	10,00	10	bolsa	520,00	5.200,00
Subtotal Costo Materiales									58.415,00
Mano de Obra (1)	7,00	días	Oficial	UOCRA	56,00	56	horas	493,58	27.640,39
	7,00	días	Ayudante	UOCRA	56,00	56	horas	417,79	23.396,15
Subtotal Costo Mano de Obra									51.036,54
TOTAL									109.451,54

TOTALES			Present. Comercial		Cantidad a comprar	Redondeo		Precio	\$ TOTAL
Material	Cant.	Unid.	Cant.	Unidad		Cant.	Unidad		
Canto rodado	0,29	m³	1	m³	0,29	1	bolsón	2.910,00	2.910,00
Arena	9,98	m³	1	m³	9,98	10	bolsón	1.710,00	17.100,00
Bloque cerám. 8x18x33cm	114	unid.	1	unid.	114,00	114	Unidad	40,00	4.560,00
Bloque comun. 6x12x25cm	418	unid.	1	unid.	418,00	418	Unidad	17,95	7.503,10
Cal hidráulica	71,90	Kg	25	kg	2,88	3	bolsas	406,50	1.219,50
Cemento	299,56	kg	50	kg	5,99	6	bolsas	630,00	3.780,00
Clavos	1	kg	1	kg	1,00	1	kg	345,00	345,00
Fe del 10	44	ml	12	ml	3,67	4	barras	827,00	3.308,00
Fe del 6	56	ml	12	ml	4,67	5	barras	318,00	1.590,00
Hidrófugo	3,50	kg	5	kg	0,70	1	latas	386,00	386,00
Madera 5"	40	ml	40	ml	40,00	40	tabla	510,00	20.400,00
Revear	0,00	kg	30	kg	0,00	1	balde	4.600,00	4.600,00
Subtotal Costo Materiales									67.701,60
Mano de Obra (1)	14,00	días	Oficial	UOCRA	112,00	112	horas	493,58	55.280,78
	14,00	días	Ayudan	UOCRA	112,00	112	horas	417,79	46.792,30
Subtotal Costo Mano de Obra									102.073,08
TOTAL									169.774,68

Fuente: Las tablas Nº 1 y 2 tienen como fuente al trabajo de de Azque y las Nº 3 y 4 al trabajo de Scalko.

En cuanto a la comparación entre todos los sistemas, el más costoso parece ser el Tipo D con doble muro húmedo, le sigue el de bloques HCCA y muy cerca está la construcción tradicional, y finalmente estaría el tipo de construcción en seco tipo Steel

Framing como el menos costoso. Si bien ha resultado llamativo la cercanía entre el costo de la obra tradicional y la de un bloque HCCA, este último se ha tomado con un bloque de solo 15cm de espesor, terminaciones con mortero ya preparado y de escaso espesor, dado que no requieren procesos de revoques hidrófugos u otro tipo de aislación, incluso podría dejarse pintado sin revocar al interior los muros en este último caso, y como se verá más adelante la aislación térmica es mejor que la del muro tradicional.

Tabla Nº 5 – Comparación de costos entre tipos constructivos.

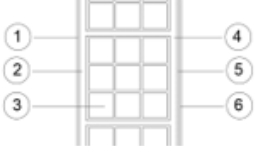
Sistema Constructivo	Material	M/O	Total	Difieren (%)	Difieren (%)	Difieren (%)
				entre A y B	entre C y D	entre todos
Tipo A	52.762,10	54.819,81	107.581,91	89,39		22,28
Tipo B	63.334,80	32.827,32	96.162,12	10,61		19,91
Tipo C	58.415,00	51.036,54	109.451,54		35,53	22,66
Tipo D	67.701,60	102.073,08	169.774,68		64,47	35,15
Sumatoria			482.970,25			100,00

Fuente: Comparativa realizada por Rodríguez Norberto.

6- Capacidad aislante

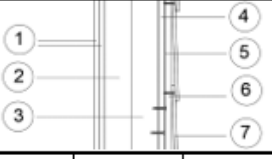
A continuación se exponen las tablas Nº 6 a 9, correspondientes a los cálculos del coeficiente de transmitancia térmica (K) de cada tipo de muro (del A al D respectivamente). Habiendo considerado fundamentalmente los datos y procesos planteados por las normas IRAM citadas anteriormente, considerando las condiciones climáticas para Bariloche y utilizando la planilla propuesta por dicha entidad para este cálculo. En tal sentido el resultado final en cada tabla es el coeficiente de transmitancia térmica donde $1/RT=K$.

Tabla Nº 6 – Cálculo del coeficiente de Transmisión Térmica del sistema constructivo Tipo A

CALCULO DE LA TRANSMITANCIA TERMICA - NORMA IRAM 11601			
ELEMENTO: Muro de bloques cerámicos de 18x18x33cm			
Capas del elemento constructivo	e (8) m	λ (9) W/m.K	R (10) m2.K/W
Resistencia superficial interior	-	-	0,13
1- Mortero para Revoque fino a la cal (interior)	0,005	0,93	0,01
2- Mortero para Revoque grueso (interior)	0,015	0,93	0,02
3- Bloque cerámico 9 cavidades 18x18x33	0,180		0,31
4- Mortero para Revoque fino con hidrófugo (exterior)	0,005	1,16	0,00
5- Mortero para Revoque grueso con hidrófugo (exterior)	0,015	1,16	0,01
6- Pintura plástica Reveal	0,003		0,00
Resistencia superficial exterior	-	-	0,04
TOTAL	0,22		0,52
Transmitancia Termica del componente W/m2.K (16)		1/RT	1,93

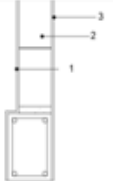
Fuente: Realizado por De Azque.

Tabla Nº 7 – Cálculo del coeficiente de Transmisión Térmica del sistema constructivo Tipo B

CALCULO DE LA TRANSMITANCIA TERMICA - NORMA IRAM 11601			
ELEMENTO: Construccion Steel Framing			
Capas del elemento constructivo	e (8) m	λ (9) W/m.K	R (10) m2.K/W
Resistencia superficial interior			0,13
1- (Dos) Placas de yeso x 9,5mm, densidad 800 kg/cm3	0,02	0,37	0,05
2- Poliestireno expandido esp. 5cm, densidad 15kg/m3	0,05	0,037	1,35
3- Cámara de aire x 5cm	0,05		0,34
4- Placa de OSB x 11,1mm, densidad 300 kg/m3	0,01	0,07	0,16
5- Aislante hidrófugo Wichi			0,00
6- Cámara de Aire x 12,5mm	0,01		0,37
7- Siding x 8mm de espesor, densidad 700 kg/cm3	0,01	0,26	0,03
Resistencia superficial exterior	-	-	0,04
TOTAL	0,15		2,47
Transmitancia Termica del componente W/m2.K (16)		1/RT	0,40

Fuente: Realizado por De Azque.

Tabla Nº 8 – Cálculo del coeficiente de Transmisión Térmica del sistema constructivo Tipo C

NORMA IRAM 11601	CALCULO DE LA TRANSMITANCIA TERMICA		
Muro Retak			
	e (8) m	λ (9) W/m.K	R (10) m2.K/W
Resistencia superficial exterior			0,04
1-Reboque interior 2 en 1	0,01	0,93	0,01
2-Retak HCCA 15 cm (use según iram 600kg)	0,15	0,16	0,94
3-Reboque exterior 4 en 1	0,01	0,93	0,01
Resistencia superficial interior			0,13
TOTAL	0,17		1,13
Transmitancia Térmica del componente W/m2. K (16)		1/RT	0,886

Fuente: Realizado por Scalko.

Los resultados para las normas IRAM citadas en los muros por -en el caso de Bariloche- debería dar un valor menor a $K=1\text{kcal/hC}^\circ\text{m}^2$, o en su defecto $K=1,16\text{W/m}^2$. Como se puede observar solo el tipo A supera el mínimo en casi el doble y por tanto no cumpliría lo recomendado por dichas normas, pero además existe una ordenanza local (Ord. 3098-CM-19) que se aprobó con la exigencia de cumplir dichos parámetros a fin de tender lentamente a contar con edificios más eficientes energéticamente en esta ciudad.

Tabla N° 9 – Cálculo del coeficiente de Transmisión Térmica del sistema constructivo Tipo D

NORMA IRAM 11601	CALCULO DE LA TRANSMITANCIA TERMICA		
Muro Humedo			
Capas del elemento constructivo (5)	e(8) m	λ (9) W/m.K	R (10) m2.K/W
Resistencia superficial exterior (7)			0,04
1-Revoque fino	0,005	0,93	0,01
2-Revoque grueso	0,015	0,93	0,02
3-Ladrillo hueco 8 cm	0,08	0,9	0,09
4-Reboque hidrofugo	0,02	0,93	0,02
5-Camara de airea 2 cm	0,02	0,16	0,13
6-Ladrillo comun 12 cm	0,12	0,21	0,57
7-Revoque hidrofugo	0,003	0,93	0,00
8-Revoque grueso	0,015	1,16	0,01
9-Revoque fino	0,0005	1,16	0,00
Resistencia superficial interior (13)			0,13
TOTAL	0,2785		1,01
Transmitancia Térmica del componente W/m2. K (16)		1/RT	0,985

Fuente: Realizado por Scalko.

Los resultados obtenidos se volcaron en forma resumida en la tabla N° 10, donde las columnas de relación muestran números que cuanto más altos mayor pérdida de calor, o peor aislante es el sistema. Revela para el sistema tradicional con ladrillo hueco, en cuanto a la aislación térmica, revelan que el tipo A (la construcción más utilizada en las últimas décadas en Bariloche) es la peor en capacidad aislante, conlleva casi cinco veces más pérdida calórica que el sistema de construcción en seco tipo B, este último además resulta ser casi dos veces mejor aislante que las últimas dos opciones consideradas, tipo C de bloque tipo Retak y tipo D conformado por muro doble en construcción húmeda.

Tabla N° 10 – Comparativa de los cuatro sistemas analizados según su capacidad de aislación térmica.

Sist. Const.	Espesor Muro	Trasmit. Térmica (K)	Relación (%)	Relación (%)	Relación (%)
			entre A y B	entre C y D	entre todos
Tipo A	0,22	1,98	0,83		46,58
Tipo B	0,15	0,40	0,17		9,41
Tipo C	0,17	0,89		0,47	20,84
Tipo D	0,28	0,99		0,53	23,17
Sumatoria		4,25			100,00

Fuente: Realizado por Rodríguez.

En todos los casos esta capacidad ha dependido del diseño en las capas que componen el muro, como de los espesores y características de los materiales que se eligieron en su composición. En la comparación por separado de los tipos C y D entre sí, el

primero -que utiliza ladrillos tipo Retak o similar- es superior casi en un 9% en capacidad aislante con respecto al último caso, que se compone de un muro doble con una cámara de aire entre ambas. Por otro lado, cabe recordar que el tipo D es el muro con mayor espesor llegando casi a 30cm, mientras el mejor aislado (tipo B) solo llega a la mitad (0.15m) del grosor total en el muro.

7- Ventajas y desventajas

La tabla Nº 11 muestra una comparación global de todos los datos obtenidos, según las características del sistema constructivo tipo A y B. La relación expresada para cada característica del sistema constructivo, en la franja inferior de la tabla, muestra en qué medida el primer sistema expuesto (Tipo A en este caso) supera al segundo (Tipo B) si el número es superior a la unidad, en caso contrario es una relación inversa y resulta inferior. En estos casos solo el costo por materiales resulta a favor del Tipo A (con una relación 0.83), es decir que es un 17% más económico en cuanto a los materiales, pero un 67% más costoso en la mano de obra, resultando ser superior en un 12% el costo total de dicho muro Tipo A (que es la construcción húmeda tradicional con ladrillos huecos de 18cm de espesor). Es destacable la diferencia en la capacidad aislante por ser un 474% peor dicho resultado el Tipo A que el B.

Tabla Nº 11 – Comparativa de los sistemas tipo A y B, en forma global.

Tipo de Muro	Espesor (cm)	Capacidad aislante (Kcal/m ² .h.°C)	Tiempo de ejecución (días)	Costo de materiales (\$)	Costo de M.O. (\$)	Costo Total (\$)
Húmedo (A)	22,3	1,66	11 o 12	52.762,10	54.819,81	107.581,91
Seco (B)	15,6	0,35	6 o 7	63.334,80	32.827,32	96.162,12
Relación	1,43	4,74	1,77	0,83	1,67	1,12

Fuente: Realizado en forma conjunta por los tres autores.

A continuación se compara por separado los otros dos sistemas constructivos Tipo C y D. En este caso todos los valores en la relación entre ambos sistemas muestran valores sobre la unidad, en el menor caso es por la capacidad aislante que supera el primero (Tipo C) en un 11% y en el mayor caso llega al 100%, es decir el doble, en el segundo (Tipo D) en relación al costo de la mano de obra, y en el total del costo incluyendo materiales es del 55% superior en el sistema húmedo (con doble muro y cámara de aire).

Tabla Nº 12 – Comparativa de los sistemas tipo C y D, en forma global.

Tipo de Muro	Espesor-cm	Capacidad aislante (Kcal/m ² .h.°C)	Tiempo de ejecución (días)	Costo de materiales (\$)	Costo de M.O.(\$)	Costo Total(\$)
Húmedo (D)	27,8	0,849	14	67.701,60	102.073,08	169774,68
Mixto (C)	17	0,763	7	58.415,00	51.036,54	109451,54
Relación	1,64	1,11	2,00	1,16	2,00	1,55

Fuente: Realizado en forma conjunta por los tres autores.

Para tener una relación combinada de las cuatro opciones analizadas en este trabajo se ha planteado la tabla Nº 13. Para esta comparativa se ha sumado el total de cada

columna, y se obtuvo el porcentaje en relación a dicha sumatoria. Lo que muestra que el más delgado de todos los muros es el seco tipo B, le sigue el mixto tipo C, luego sigue el húmedo tradicional tipo A y el más grueso es el Húmedo con cámara de aire tipo D. Para la capacidad aislante el número más bajo es el más eficiente, en este caso tipo B es el mejor, le sigue el tipo C, luego el tipo D y finalmente el tipo A. El tiempo de ejecución es el mismo considerado para el tipo B y C, pero le sigue el Húmedo tradicional y por fin el doble tipo D. En cuanto al costo finalmente también resultó más bajo el valor para el tipo B, le sigue el tipo A, luego el tipo C y finalmente el tipo D es el más costoso. La valoración para cada caso porcentual obtenido se los dividió en cuatro cuartos, considero otorgando 10 puntos si es el valor más bajo de la columna, y va descendiendo 2.50 puntos para su valoración en cada cuarto de menor calificación. Según lo antes expresado, se toma el color verde para los que tienen 10 puntos, los amarillos 7,50 puntos, los rosado suave 5 puntos y finalmente los rosados más oscuros solo 2,5 puntos. El resultado fue que para el tipo B se obtuvo el mayor valor posible (40), le siguió el tipo mixto C con 30 puntos, luego el húmedo tradicional tipo A con 17.5 puntos y finalmente el de muro doble tipo D con 15 puntos. Donde el máximo puntaje obtenido puede llegar a 40 y el menor a 10 puntos para cada sistema constructivo o tipología.

Tipo de Muro	Espesor(cm)	%	Capacidad aislante (Kcal/m ² .h.°C)	%	Tiempo de ejecución (días)	%	Costo Total(\$)	%
Humedo (D)	27,80	0,34	0,85	0,23	14,00	0,35	169774,68	0,35
Mixto (C)	17,00	0,21	0,76	0,21	7,00	0,18	109451,54	0,23
Húmedo (A)	22,30	0,27	1,66	0,46	12,00	0,30	107581,91	0,22
Seco (B)	15,60	0,19	0,35	0,10	7,00	0,18	96162,12	0,20
Sumatoria	82,70	1,00	3,62	1,00	40,00	1,00	482970,25	1,00

Tabla Nº 13 – Relación entre los cuatro sistemas constructivos analizados.

8- Conclusiones

Los resultados en la comparación entre los sistemas húmedos considerados y los secos o mixtos, muestran un mejor resultado a favor de estos dos últimos, con menor costo y mayor rendimiento en sus parámetros aislantes. Si bien los costos pueden variar según el rendimiento de los operarios, la experiencia en determinados sistemas o la disposición de ciertos tipos de materiales, la relación entre las mismas puede mantenerse en forma similar a la obtenida en este estudio.

El tipo B en seco, en base a los datos aquí expuestos, podemos observar a simple vista que dicha la construcción es más favorable en todos los aspectos tratados. Cabe aclarar que aquí hay que considerar las limitaciones no consideradas en cuanto a resistencia estructural, o dificultad para asegurar que las calidades de aislación por ejemplo sean las mejores, como los posibles puentes térmicos, hendiduras o separación de elementos aislantes, pero da una pauta inicial para revisar y considerar los pros y contras de cada sistema, sean estos mejorados o cambiados en relación a los diseños y pautas que se han tomado aquí. Pero en base a los datos considerados se puede ver la importancia que

tiene revisar estos aspectos antes de elegir un tipo constructivo y su diseño, los cuales pueden ser infinitamente modificados incluso sobre la base de los cuatro casos aquí presentados.

La elección de los sistemas mayormente se ha venido eligiendo por una tradición, en ocasiones traída a la región de zonas menos exigentes climáticamente hablando como Buenos Aires, donde el valor del K se recomienda en valores más altos y cercanos a los que resultan de la pared del tipo constructivo A en ladrillo hueco común. Las ventajas ya evidenciadas de otros sistemas que contengan parcial o totalmente un sistema constructivo en seco, resulta según los resultados obtenidos aquí más eficientes en la ocupación del suelo y por tanto redundan en una reducción de la superficie construida por m² de vivienda, así como un menor costo, pero sobre todo muestra una amplia mejora en el ahorro energético. Un resultado colateral del ahorro energético para calefacción en las ciudades patagónicas es la menor contaminación ambiental.

Por todo lo expresado hasta aquí, se puede inferir que el uso de la construcción húmeda tradicional con ladrillos huecos de 18cm son solo culturales, y heredados de otras zonas donde si son útiles por distintas razones, pero en la cordillera incluso se podría pensar en usar el sistema seco con subestructuras en madera, , sobre todo en los puntos de puentes térmicos que aquí no se han analizado. Además, se podría revitalizar el uso de machimbre como terminaciones superficiales en interior y exterior de muros, ya que sería aún mejor su rendimiento en aislación térmica. Esto último, si bien no se empleó en alguno de los sistemas analizados, recuperarían un tipo constructivo tradicional de la región, que fue siendo reemplazado por tecnologías que no son las más adecuadas según los resultados obtenidos aquí para esta región patagónica, al menos en los casos de viviendas individuales de baja altura.

9- Fuentes y Bibliografía

- 1- **Mazria, E.** (1983). "El libro de la energía solar pasiva". Ed. G. Gili S.A. México.
- 2- **Ávila Delgado, J., Robador González, M., Barrera-Vera, J., & Marrero, M.** (2019). La influencia del vidrio en el consumo de calefacción, refrigeración e iluminación en rehabilitación de edificios de oficinas bajo clima mediterráneo peninsular (1971-1980). *Revista hábitat sustentable*, 9(1), 68-83.
- 3- **Ord. 3098-CM-19.** Concejales Daniel Natapof, Ana Marks y Ramón Chioconni. (2019). Eficiencia Energética en Edificios. Según sitio web <https://digestobariloche.gov.ar/>