

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA, CENUR LITORAL NORTE SALTO**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO**

**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO TERMOENERGÉTICO DE UNA BODEGA VITIVINÍCOLA  
EN EL DEPARTAMENTO DE PAYSANDÚ.**

**Propuesta de reacondicionamiento para la reducción de la demanda energética.**

por

**Ileana BERGES ÁLVAREZ**

**Tutor: Arq. Federico Chapuis**

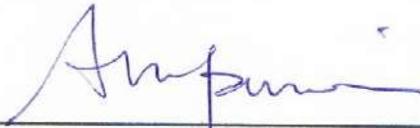
**TRABAJO FINAL presentado como  
uno de los requisitos para obtener el  
título de Licenciado en Diseño Integrado.**

**SALTO**

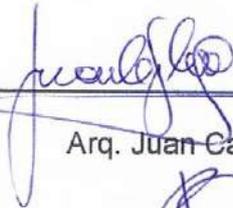
**URUGUAY**

**2018**

Trabajo final aprobado por:



Arq. Alicia Picción



Arq. Juan Carlos Silva



Ing. Mec. Juan Rodríguez

Fecha: \_\_\_\_\_

Autor:  \_\_\_\_\_

Ileana Berges Álvarez



## **Agradecimientos**

Al profesor Arq. Federico Chapuis por su receptividad y compromiso, por su dedicación, paciencia y valiosos aportes que hicieron posible el proyecto que hoy presento.

Un especial agradecimiento a la Bodega Bertolini & Broglio por abrirme las puertas de su establecimiento y permitirme realizar este estudio.

Al Enol. Ricardo Cabrera por su colaboración, así como a las bodegas Garzón, Carrau, Bouza y Juanico por su recepción.

Por último a mi familia, amigos, compañeros y profesores, por la confianza durante todos los años de la carrera, y todas las personas que colaboraron e hicieron posible que este trabajo se pueda llevar a cabo correctamente.

## Índice

I. Introducción	1
1.1 Contexto .....	1
1.2 Antecedentes.....	1
1.3 Justificación / Fundamentación .....	3
1.4 Definición del problema.....	3
1.5 Objeto de estudio .....	4
1.6 Objetivos.....	4
1.6.1 General.....	4
1.6.2 Específicos.....	4
1.7 Hipótesis .....	4
II. Marco teórico	5
2.1 Condiciones climáticas .....	5
2.1.1 Temperatura.....	6
2.1.2 Radiación solar.....	6
2.1.3 Humedad Relativa.....	6
2.1.4 Viento.....	6
2.6.5 Precipitación.....	6
2.2 Acondicionamiento ambiental pasivo .....	7
2.2.1 Recomendaciones de diseño pasivo.....	8
2.2.2 Sistema de acondicionamiento pasivo.....	10
2.3 Acondicionamiento ambiental para la producción del vino .....	13
2.3.1 Generalidades.....	13
2.3.2 Proceso productivo.....	13
2.3.3 Condiciones ambientales necesarias para la producción del vino.....	16
2.4 Balance térmico.....	19
2.4.1 Pérdidas y ganancias.....	19
2.4.2 Transmisión de calor.....	20
2.4.3 Cargas Térmicas.....	20
2.4.4 Determinación del balance térmico.....	22
III. Materiales y métodos	26
3.1 Métodos de estudio utilizados .....	26
3.2 Descripción del edificio.....	27
IV. Registros y mediciones	29
4.2 Mediciones <i>in situ</i> y análisis de datos .....	29

4.2.1 Temperatura y humedad.....	29
4.2.2 Imágenes termográficas - Temperatura superficial.....	42
4.2.3 Medición de iluminación.....	42
4.2.4 Medición de CO <sub>2</sub> .....	43
V. Comportamiento térmico y consumo energético actual - Simulación.	44
5.1 Ingreso de datos.....	44
5.1.1 Opciones de modelo.....	44
5.1.2 Datos de modelo.....	45
5.2 Simulación.....	59
5.2.1 Resultados Simulación 1.....	60
5.2.2 Resultados Simulación 2.....	76
5.2.3 Resultados Simulación 3.....	80
VI. Comportamiento térmico y consumo energético aplicando mejoras - Simulación.	85
6.1 Resultados Simulación 4a.....	85
6.2 Resultados Simulación 4b.....	96
6.3 Resultados simulación 5a.....	98
6.4 Resultados Simulación 5b:.....	109
VII. Aplicación de los intercambiadores aire-tierra como estrategia de acondicionamiento pasivo.	111
7.1 Dimensionado de los sistemas de calefacción y refrigeración. ....	111
7.2 Diseño del intercambiador aire-tierra. ....	112
7.2.1 Contribución del sistema.....	116
Conclusiones y recomendaciones	119
Futuras investigaciones.....	121
Referencia bibliográfica	122
Anexos	124

## Índice de Tablas

Tabla 1 - Datos climáticos para un mes representativo del período frío y período caluroso, en Salto, Uruguay. ....	6
Tabla 2 - Períodos de cosecha de las distintas variedades de uva en la zona Norte del Uruguay. ....	14
Tabla 3 - Intervalos de temperatura para la fermentación. ....	15
Tabla 4 - Umbrales teóricos de las condiciones de temperatura por tipo de vino y procedimiento. ....	15
Tabla 5 - Niveles de iluminación recomendados para bodega. ....	18
Tabla 6 - Efectos de los distintos niveles de CO <sub>2</sub> . ....	19
Tabla 7 - Valores de renovaciones por hora necesarios según el uso del local. ....	19
Tabla 8 – Valores representativos a partir de los cuales el humano emite calor y humedad en diferentes actividades. ....	22
Tabla 9 - Transmisión de radiación solar, vidrios. ....	23
Tabla 10 - Comportamiento térmico de los cerramientos transparentes. Transmitancia U (W/m <sup>2</sup> k)....	24
Tabla 11 - Especificaciones potencia (W) por lámpara. ....	24
Tabla 12 - Instrumentos para recolección de datos. ....	26
Tabla 13 - Denominación y destino de los locales. ....	28
Tabla 14 - Temperaturas registradas en el monitoreo <i>in situ</i> . ....	29
Tabla 15 – Niveles de iluminación registrados en el monitoreo <i>in situ</i> . ....	43
Tabla 16 – Niveles de CO <sub>2</sub> registrados en el monitoreo <i>in situ</i> . ....	43
Tabla 17 - Datos climáticos para el diseño de calefacción. ....	45
Tabla 18 - Datos climáticos para el diseño de refrigeración. ....	45
Tabla 19 - Horarios estimativos de uso de la bodega. ....	46
Tabla 20 - Temperatura de consigna para los distintos locales. ....	47
Tabla 21 – Planilla de iluminación, luminarias por local. ....	47
Tabla 22 – Planilla de equipos. ....	48
Tabla 23 – Comparación entre área real vs. área virtual. ....	49
Tabla 24 - Planilla propiedades M01. ....	50
Tabla 25 - Planilla de propiedades M02. ....	51
Tabla 26 - Planilla de propiedades M03. ....	52
Tabla 27 - Planilla de propiedades M04. ....	53
Tabla 28 - Planilla de propiedades T01. ....	53
Tabla 29 - Planilla de propiedades T02. ....	54
Tabla 30 - Planilla de propiedades R01. ....	54
Tabla 31 - Planilla de propiedades R02. ....	54
Tabla 32 - Planilla de propiedades P01. ....	54
Tabla 33 - Planilla de propiedades P02. ....	55
Tabla 34 - Planilla de propiedades EP01. ....	55
Tabla 35 - Planilla de propiedades EP02. ....	55
Tabla 36 - Planilla de propiedades EP03. ....	56
Tabla 37 - Planilla de ventana: vidrio. ....	56
Tabla 38 - Planilla de ventana: marco. ....	56

Tabla 39 - Planilla de propiedades: aberturas, puerta exterior. ....	56
Tabla 40 - Planilla de propiedades: aberturas, puerta interior. ....	57
Tabla 41 - Propiedades térmicas del vino. ....	57
Tabla 42 - Valores de producción de la bodega durante la vendimia 2018. ....	58
Tabla 43 - Planilla masa térmica interna. ....	58
Tabla 44 - Planilla ventilación mecánica. ....	59
Tabla 45 - Planilla HVAC. ....	59
Tabla 46 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 1, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L01_Cava. ....	60
Tabla 47 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 1, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L02_Sala de etiquetado. ....	61
Tabla 48 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 1, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L03_Central, planta baja. ....	62
Tabla 49 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 1, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L04_Sala de barricas. ....	63
Tabla 50 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 1, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L07_Laboratorio. ....	64
Tabla 51 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 1, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L08_Central, planta alta. ....	64
Tabla 52 - Temperatura operativa anual con HVAC obtenida por simulación 2, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L02_Sala de etiquetado. ....	77
Tabla 53 - Temperatura operativa anual con HVAC obtenida por simulación 2, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L04_Sala de barricas. ....	78
Tabla 54 - Influencia del HVAC sobre la temperatura operativa de los locales contiguos, obtenido por la simulación 2. ....	79
Tabla 55 - Consumos desglosados de energía anuales obtenidos por simulación 2. ....	79
Tabla 56 - Temperatura operativa anual sin masa térmica interna obtenida por simulación 3, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L01_Cava. ....	80
Tabla 57 - Temperatura operativa anual sin masa térmica interna obtenida por simulación 3, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L02_Sala de etiquetado y L04_Sala de barricas. ....	81
Tabla 58 - Temperatura operativa anual sin masa térmica interna obtenida por simulación 3, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L02_Sala de etiquetado y L04_Sala de barricas. ....	83
Tabla 59 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 4, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L01_Cava. ....	86
Tabla 60 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 4, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L02_Sala de etiquetado. ....	87
Tabla 61 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 4, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L03_Central, planta baja. ....	88
Tabla 62 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 4, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L04_Sala de barricas. ....	88

Tabla 63 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 4, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L07_Laboratorio. ....	89
Tabla 64 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 4, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L08_Central, planta alta. ....	90
Tabla 65 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 4b, porcentaje de horas dentro y fuera de confort con HVAC para L02_Sala de etiquetado. ....	96
Tabla 66 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 4b, porcentaje de horas dentro y fuera de confort con HVAC para L04_Sala de barricas. ....	97
Tabla 67 - Influencia del HVAC sobre la temperatura operativa de los locales contiguos, obtenido por la simulación 4b.....	97
Tabla 68 - Consumos desglosados de energía anuales obtenidos por simulación 4b.....	98
Tabla 69 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 5, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L01_Cava. ....	99
Tabla 70 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 5, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L02_Sala de etiquetado. ....	100
Tabla 71 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 5, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L03_Central, planta baja. ....	101
Tabla 72 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 5, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L04_Sala de barricas. ....	102
Tabla 73 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 5, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L07_Laboratorios. ....	103
Tabla 74 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 5, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L08_Central, planta alta. ....	104
Tabla 75 - Comparación de los tipos de consumos desglosados de energía mensuales obtenidos por la simulación 5b.....	109
Tabla 76 - Dimensionado de los sistemas de climatización artificial. ....	111
Tabla 77 - Parámetros de la temperatura del suelo, Salto.....	112
Tabla 78 - Propiedades físicas del fluido aire. ....	113
Tabla 79 - Principales características del tubo a utilizar en el intercambiador. ....	114
Tabla 80 - Volumen de aire a renovar mediante el intercambiador. ....	114
Tabla 81 - Caso invierno, longitud del intercambiador: propiedades térmicas. ....	114
Tabla 82 - Diseño del intercambiador, caso invierno. ....	114
Tabla 83 - Caso verano, longitud del intercambiador. Propiedades térmicas. ....	115
Tabla 84 - Diseño del intercambiador, caso verano.....	115
Tabla 85 - Comparación del consumo de energía por calefacción y refrigeración del edificio, de las simulaciones 1, 2 y 3 sin tubo, y el consumo de las mismas mediante la incorporación del intercambiador. ....	118

## Índice de Figuras

Figura 1 – Principales variables climáticas y su comportamiento sobre Uruguay (1961-1990). .....	7
Figura 2 - Transmisión de calor en edificios.....	21
Figura 3 - Ubicación de los sensores de temperatura y humedad en el edificio .....	29
Figura 4 - Mediciones <i>in situ</i> , invierno. Temperatura y humedad relativa exterior. ....	30
Figura 5 – Mediciones <i>in situ</i> , verano. Temperatura y humedad relativa exterior. ....	30
Figura 6 - Mediciones <i>in situ</i> , invierno. Comparación entre la temperatura exterior, la temperatura interior y las condiciones óptimas del local L01_Cava.....	31
Figura 7 - Mediciones <i>in situ</i> , verano. Comparación entre la temperatura exterior, la temperatura interior y las condiciones óptimas del local L01_Cava.....	31
Figura 8 - Mediciones <i>in situ</i> , invierno. Comparación entre la humedad relativa exterior, humedad relativa interior y las condiciones óptimas del local L01_Cava.....	32
Figura 9 - Mediciones <i>in situ</i> , verano. Comparación entre la humedad relativa exterior, humedad relativa interior y las condiciones óptimas del local L01_Cava.....	33
Figura 10 – Mediciones <i>in situ</i> , invierno. Comparación entre la temperatura exterior, temperatura interior y las condiciones óptimas del local L02_Sala de etiquetado.....	33
Figura 11 - Mediciones <i>in situ</i> , invierno. Comparación entre la temperatura exterior, temperatura interior y las condiciones óptimas del local L04_Sala de barricas. ....	34
Figura 12 - Mediciones <i>in situ</i> , verano. Comparación entre la temperatura exterior, temperatura interior y las condiciones óptimas del local L02_Sala de etiquetado.....	34
Figura 13 - Mediciones <i>in situ</i> , verano. Comparación entre la temperatura exterior, temperatura interior y las condiciones óptimas del local L04_Sala de barricas. ....	34
Figura 14 - Mediciones <i>in situ</i> , invierno. Comparación entre la humedad relativa exterior, humedad relativa interior y las condiciones óptimas del local L02_Sala de etiquetado. ....	36
Figura 15 - Mediciones <i>in situ</i> , invierno. Comparación entre la humedad relativa exterior, humedad relativa interior y las condiciones óptimas del local L04_Sala de barricas. ....	36
Figura 16 - Mediciones <i>in situ</i> , verano. Comparación entre la humedad relativa exterior, humedad relativa interior y las condiciones óptimas del local L02_Sala de etiquetado. ....	36
Figura 17 - Mediciones <i>in situ</i> , verano. Comparación entre la humedad relativa exterior, humedad relativa interior y las condiciones óptimas del local L04_Sala de barricas. ....	37
Figura 18 – Mediciones <i>in situ</i> , invierno. Comparación entre la temperatura exterior, temperatura interior y las condiciones óptimas del local L08_Central, planta alta.....	37
Figura 19 - Mediciones <i>in situ</i> , verano. Comparación entre la temperatura exterior, temperatura interior y las condiciones óptimas del local L08_Central, planta alta.....	38
Figura 20 - Mediciones <i>in situ</i> , verano. Comparación entre la temperatura exterior, temperatura interior y las condiciones óptimas del local L03_Central, planta baja.....	38
Figura 21 - Mediciones <i>in situ</i> , invierno. Comparación entre la humedad relativa exterior, humedad relativa interior y las condiciones óptimas del local L08_Central, planta alta.....	39
Figura 22 - Mediciones <i>in situ</i> , verano. Comparación entre la humedad relativa exterior, humedad relativa interior y las condiciones óptimas del local L08_Central, planta alta.....	40

Figura 23 - Mediciones <i>in situ</i> , verano. Comparación entre la humedad relativa exterior, humedad relativa interior y las condiciones óptimas del local L03_Central, planta baja.....	40
Figura 24 - Puntos de referencia en planta para el registro de niveles de iluminación por monitoreo <i>in situ</i> . .....	42
Figura 25 – Esquema de las zonas térmicas del edificio. ....	48
Figura 26 - Detalle muro M01.....	50
Figura 27 - Detalle muro M02.....	51
Figura 28 - Detalle muro M03.....	52
Figura 29 - Detalle muro M04.....	52
Figura 30 – Detalle de tabiques T01 y T02. ....	53
Figura 31 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 1. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L01_Cava. ....	61
Figura 32 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 1. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L02_Sala de etiquetado. ....	62
Figura 33 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 1. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L03_Central, planta baja. ....	62
Figura 34 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 1. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L04_Sala de barricas. ....	63
Figura 35 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 1. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L07_Laboratorio. ....	64
Figura 36 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 1. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L08_Central, planta alta. ....	65
Figura 37 - Tipos de ganancias internas obtenidas por simulación 1 para el local L01_Cava.....	66
Figura 38 – Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 1 para el local L01_Cava.....	66
Figura 39 - Tipos de ganancias internas obtenidas por simulación 1 para el local L02_Sala de etiquetado. .....	67
Figura 40 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 1 para el local L02_Sala de etiquetado. ....	68
Figura 41 - Tipos de ganancias internas obtenidas por simulación 1 para el local L03_Central, planta baja. .....	69
Figura 42 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 1 para el local L03_Central, planta baja.....	69
Figura 43 - Tipos de ganancias internas obtenidas por simulación 1 para el local L04_Sala de barricas. .....	71
Figura 44 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 1 para el local L04_Sala de barricas. ....	71
Figura 45 - Tipos de ganancias internas obtenidas por simulación 1 para el local L07_Laboratorio. ...	72
Figura 46 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 1 para el local L07_Laboratorio.....	73

Figura 47 - Tipos de ganancias internas obtenidas por simulación 1 para el local L8_Central, planta alta. ....	74
Figura 48 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 1 para el local L08_Central, planta alta. ....	74
Figura 49 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 2. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L02_Sala de etiquetado. ....	77
Figura 50 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 2. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L04_Sala de barricas. ....	78
Figura 51 - Comparación de los tipos de consumos desglosados de energía mensuales obtenidos por la simulación 2. ....	79
Figura 52 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 3, sin masa térmica interna. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L01_Cava...81	81
Figura 53 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 3, sin masa térmica interna. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L02_Sala de etiquetado. ....	82
Figura 54 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 3, sin masa térmica interna. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L02_Sala de barricas. ....	82
Figura 55 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 3, sin masa térmica interna. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L03_Central, planta baja. ....	83
Figura 56 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 3, sin masa térmica interna. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L08_Central, planta alta. ....	84
Figura 57 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 4. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L01_Cava. ....	86
Figura 58 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 4. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L02_Sala de etiquetado. ....	87
Figura 59 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 4. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L03_Central, planta baja. ....	88
Figura 60 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 4. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L04_Sala de barricas. ....	89
Figura 61 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 4. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L07_Laboratorio. ....	89
Figura 62 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 4. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L08_Central, planta alta. ....	90
Figura 63 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 4 para el local L01_Cava. ....	91
Figura 64 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 4 para el local L02_Sala de etiquetado. ....	92

Figura 65 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 4 para el local L03_Central, planta baja.....	93
Figura 66 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 4 para el local L04_Sala de barricas.....	94
Figura 67 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 4 para el local L07_Laboratorio.....	94
Figura 68 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 4 para el local L08_Central, planta alta.....	95
Figura 69 – Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 4b. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior con HVAC y las condiciones óptimas del local L02_Sala de etiquetado.	96
Figura 70 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 4b. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior con HVAC y las condiciones óptimas del local L04_Sala de barricas..	97
Figura 71 - Comparación de los tipos de consumos desglosados de energía mensuales obtenidos por la simulación 4b.....	98
Figura 72 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 5. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L01_Cava.....	100
Figura 73 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 5. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L02_Sala de etiquetado.....	101
Figura 74 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 5. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L03_Central, planta baja.....	102
Figura 75 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 5. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L04_Sala de barricas.....	103
Figura 76 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 5. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L07_Laboratorio.....	104
Figura 77 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 5. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L08_Central, planta alta.....	105
Figura 78 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 5 para el local L01_Cava.....	106
Figura 79 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 5 para el local L02_Sala de etiquetado.....	106
Figura 80 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 5 para el local L03_Central, planta baja.....	107
Figura 81 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 5 para el local L04_Sala de barricas.....	108
Figura 82 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 5 para el local L07_Laboratorio.....	108
Figura 83 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 5 para el local L08_Central, planta alta.....	109
Figura 84 - Comparación de los tipos de consumos desglosados de energía mensuales obtenidos por la simulación 5b.....	110
Figura 85 - Variación de la temperatura de la tierra en función de la profundidad a lo largo del año.	112

Figura 86 - Evolución de la temperatura del suelo. Curva embudo.....	113
Figura 87 – Variación de la temperatura a lo largo del intercambiador, caso invierno. ....	115
Figura 88 -Variación de la temperatura a lo largo del intercambiador, caso verano. ....	115
Figura 89 – Comparación consumo de energía simulación 1 sin tubo, con el consumo obtenido mediante los cálculos del intercambiador para calefacción y refrigeración en los distintos locales. ....	116
Figura 90 - Comparación consumo de energía simulación 4 sin tubo, con el consumo obtenido mediante los cálculos del intercambiador para calefacción y refrigeración en los distintos locales. ....	117
Figura 91 - Comparación consumo de energía simulación 5 sin tubo, con el consumo obtenido mediante los cálculos del intercambiador para calefacción y refrigeración en los distintos locales. ....	117

## Resumen

En una bodega vitivinícola la demanda energética se vincula a los procesos que determinan la calidad del vino y se extiende desde la fermentación hasta la conservación del mismo. Dada la especificidad del proceso de producción, la construcción demanda cierta rigurosidad térmica; cada etapa requiere del logro de condiciones microclimáticas.

Este trabajo se propone evaluar el desempeño termoenergético del edificio y distintas propuestas de optimización energética, especialmente a través del diseño y sistemas pasivos.

Para ello se desarrolla un monitoreo a través de mediciones *in situ*, aproximación de la realidad mediante un período de tiempo establecido (invierno-verano), y una modelización en el software Design Builder. Se analiza a través de simulaciones y métodos de cálculo distintas alternativas para lograr una condición térmica interior óptima para todo el proceso productivo, reduciendo así el consumo de energía: modo de uso de la instalación, composición de la envolvente del edificio y diseño de un sistema pasivo -intercambiador aire tierra-.

La propuesta de reacondicionamiento que incorpora mejoras edilicias y de uso del edificio da como resultado un promedio de horas en confort de 2 a 17% mayor respecto a la situación actual. Al combinarlo con un sistema pasivo es posible mantener las condiciones interiores necesarias para las distintas etapas del proceso productivo sin el uso de energía auxiliar.

## Abstract

In a wine cellar the energy demand is linked to the processes that determine the quality of the wine and extends from fermentation to its conservation. Given the specific conditions of the production process, construction demands a certain thermal rigor; each stage requires the achievement of microclimatic conditions.

This work aims to evaluate the thermoenergetic performance of the building and different proposals for energy optimization, especially through design and passive systems.

To this end, monitoring is carried out through on-site measurements, approximation of reality through a set period of time (winter-summer), and modeling in the Design Builder software. Different alternatives are analyzed through simulations and calculation methods to achieve an optimal internal thermal condition for the entire production process, thus reducing energy consumption: way of using the installation, composition of the building envelope and design of a system passive-air-ground exchanger.

The reconditioning proposal that incorporates building improvements and the use of the building results in an average comfort hours of 2 to 17% greater than the current situation. When combined with a passive system it is possible to maintain the necessary internal conditions for the different stages of the productive process without the use of auxiliary energy.

## I. Introducción

### 1.1 Contexto

Si bien todos los sectores tienen una tendencia creciente, en la última década, el sector industrial se ha convertido en el principal demandante energético del país. Según datos brindados por el informe de "Medio Ambiente y Energía en Uruguay: Aspectos de la temática energética desde una visión ambiental" (2014), el consumo energético de este sector aumentó un 50% en los últimos 10 años, pasando del 20% al 39% del consumo energético total. Según la Dirección Nacional de Energía (DNE), la demanda energética seguirá creciendo con una tasa anual entre 2,5% y 3,3% en el período 2012-2035<sup>1</sup>.

Dentro del sector, la vitivinicultura es una industria emergente, ya que se trata de una de las actividades productivas en la que el país ha conquistado un lugar en mercados altamente exigentes; su calidad le brinda reconocimiento internacional. El informe del sector vitivinícola (2016) indica que Uruguay se encuentra en el cuarto lugar dentro de los productores de América del Sur, luego de Argentina, Chile y Brasil. La producción de uva en el país ronda las 100.000 toneladas por año, el 96% aproximadamente se destina a vinificación (INAVI, 2016).

### 1.2 Antecedentes

En este trabajo los antecedentes se concentran en tres puntos principales: bodegas; arquitectura bioclimática (estrategias pasivas) y, por último, los sistemas de intercambiadores aire-tierra.

El entendimiento del sistema productivo y los requerimientos específicos del proceso es fundamental para estudiar el comportamiento del edificio y proponer mejoras en el desempeño termo energético de la bodega.

No se encontraron hasta el momento en el Uruguay, estudios relacionados con la temática estudiada, sin embargo, en otros países desarrollaron investigaciones y trabajos en este campo.

Se pudo comprobar a partir de visitas a distintas bodegas del país, consultas a instituciones y personas idóneas en el tema, que hasta el momento el Uruguay no cuenta con normativa edificatoria ni energética que rija a las bodegas vitivinícolas, por lo que su consideración queda a criterio de los distintos técnicos.

No obstante, la bodega Garzón ubicada en el departamento de Maldonado, es considerada como una bodega sustentable que cuenta con la certificación LEED (Leadership in energy and environmental design). El edificio busca la optimización del rendimiento energético mediante el diseño pasivo, la reducción del consumo de agua, la utilización de materiales locales, la gestión responsable de residuos, entre otros.

---

<sup>1</sup> Olivet, Beatriz (2014). Informe: Medio ambiente y energía en el Uruguay: aspectos de la temática energética desde una visión ambiental.

Mendoza (2015) presenta, de una manera clara, las etapas y requisitos del proceso de elaboración del vino. Plantea también el análisis del funcionamiento de la bodega y establece los principales criterios de acondicionamiento ambiental pasivo para el óptimo manejo del proceso de fermentación alcohólica, como es la ventilación, la iluminación, la orientación, organización del espacio, entre otras.

Ramos (2014) investiga la incidencia del clima árido en las condiciones de confort del vino en el interior de las envolventes de vinificación y en la consecuente demanda energética en acondicionamiento térmico.

Ganem y Coch (2013) se concentran en el análisis de la materialidad, inercia térmica e intercambios de flujos energéticos interior-exterior, características claves de la envolvente de los edificios de bodegas. Los autores comparan los cerramientos tradicionales y contemporáneos con un caso teórico de bodega subterránea.

Ganem, Barea y Balter (2014), analizaron y compararon el desempeño térmico y consumo energético durante el período de vendimia de dos bodegas con distintas materialidades, presentando diversas propuestas de mejoras mediante el control de las propiedades termo físicas de la envolvente, intercambios de aire interior-exterior, incorporación de protección solar, y controlando el horario de apertura de las ventanas consiguiendo temperaturas equivalentes a lo que hoy presentan los establecimientos, con un ahorro energético.

El consumo de energía en una instalación vitivinícola varía en función de la definición de los rangos óptimos del proceso productivo y de la selección de los materiales, tanto de los depósitos de vinificación como de la envolvente del edificio. Es necesario un proyecto cuidadoso para cada instalación, cada edificio debería adecuarse a las condiciones climáticas del lugar donde se implanta.

La adaptación al lugar mediante el diseño del edificio, los materiales utilizados y sistemas pasivos seleccionados trae consigo condiciones interiores confortables para el proceso productivo, por consiguiente, una reducción de la energía consumida por acondicionamiento interior.

El libro "Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible: buenas prácticas edificatorias" de J. Neila (2004) es referencia en cuanto a estrategias de diseño pasivo. Así como también el "Tratado de Enología" de J. Hidalgo (2011), donde establece datos básicos para el diseño bioclimático de la bodega, y se menciona brevemente el sistema de intercambiadores de calor aire-tierra para climatización de los locales.

Meneses (2007) con relación a los sistemas de acondicionamiento pasivo, realiza un estudio sobre el desempeño de los intercambiadores de calor aire-tierra para refrigerar y calefaccionar los espacios de una vivienda en Chile, comparando los resultados mediante evaluación económica, consumos y gastos de operación con distintos sistemas de acondicionamiento tradicionales.

Larsen y Lesino (2000), presentan un estudio del uso de ductos enterrados para acondicionar y ventilar oficinas en la Facultad de Agronomía de la Universidad de la Pampa, Argentina. Predicen el comportamiento del sistema aplicando el modelo de Fourier para representar la variación de la temperatura del suelo, y comparan los resultados analíticos con los obtenidos mediante mediciones.

### **1.3 Justificación / Fundamentación**

El diseño y una envolvente correcta ayuda a mantener las temperaturas interiores estables, es por esto que las bodegas primitivas eran subterráneas. Cuando se comenzó a buscar la construcción más económica, aparecieron las bodegas sobre rasantes, muchas veces dejando de lado aquella búsqueda de la resistencia que proporciona la masa térmica. Como consecuencia, aparecen los problemas de control de la estabilidad térmica interior, por lo que se recurre al consumo de energía auxiliar (C. Ganem y H. Coch, 2013).

Ganem y Coch (2013) desarrollaron, en este sentido, un estudio de la arquitectura de las bodegas desde un enfoque sustentable en la provincia de Mendoza, Argentina. Asimismo, Ganem, Barea y Balter (2014) para la misma localidad, y Ramos (2014) lo ha hecho para climas áridos en San Juan, Argentina. En todos los estudios se concluye que en cada proceso por el que pasa el vino requiere rigurosidad térmica, se debe lograr condiciones micro-climáticas, por lo que es importante tener en cuenta estos aspectos desde el diseño del edificio.

Actualmente, el control de la temperatura en la fase de fermentación del mosto se da por sistemas de refrigeración por serpentinas donde circula agua fría o alcohol, así como también por los tanques metálicos que cuentan una doble capa por donde circula agua. Otro aspecto a tener en cuenta en esta etapa es la generación de CO<sub>2</sub> que se produce por las reacciones químicas, que por su gran densidad tiende a acumularse a nivel de piso y puede resultar nocivo si no se realiza la ventilación necesaria. Se debe controlar también el nivel de iluminación natural sobre el espacio de fermentación, ya que puede afectar el proceso.

Asimismo, durante el almacenamiento y crianza ya sea en barricas de roble, botellas o en tanques de acero inoxidable, se controla la temperatura del aire mediante sistemas de acondicionamientos mecánicos, generalmente eléctricos. En este proceso es fundamental mantener un control de la temperatura, humedad, iluminación y ventilación requerida.

### **1.4 Definición del problema**

Como se explicó anteriormente, no existen normativas que rijan sobre la construcción ni el consumo de energía en las bodegas, a pesar de que es un sector donde se necesita mantener un rango de temperatura estable todo el año. Los principales problemas de la producción se evidencian cuando en la bodega la infraestructura crece desordenadamente al tratar de dar solución a un incremento de la demanda, resultando la construcción de nuevas instalaciones sin

la evaluación técnica respectiva, ignorando factores logísticos y climáticos. Esto genera problemas posteriores en el control de los factores principales en el proceso de productivo. Es en este sentido que radica la importancia de realizar un estudio termoenergético de una bodega vitivinícola particular para poder evaluar el desempeño actual y realizar propuestas de mejoras que estén al alcance de los pequeños productores, incrementando los niveles de calidad y sostenibilidad, mejorando su eficiencia y manteniendo un control más riguroso de los procesos.

## **1.5 Objeto de estudio**

El trabajo de esta tesis se realiza en el establecimiento agroindustrial ubicado en la ruta nacional n°3 km 468,500 paraje Dayman - latitud 31°31´ S y longitud 57°54´ O - al norte del departamento de Paysandú, a unos 30 km de la ciudad de Salto. Es una explotación frutivivinícola, tomando como foco la producción de la bodega Bertolini & Broglio.

En dicha bodega, que consta de un único edificio, se realiza el proceso productivo para la elaboración del vino de forma completa.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 General.**

- Estudiar el desempeño termoenergético del edificio de la bodega vitivinícola Bertolini & Broglio.

### **1.6.2 Específicos.**

- Estudiar el funcionamiento termoenergético actual del edificio mediante monitoreo.
- Conocer la influencia del vino como acumulador de calor, mediante simulación.
- Evaluar el impacto de mejoras de uso del edificio sobre el confort térmico y consumo energético, mediante simulación.
- Evaluar el efecto de la aplicación de mejoras constructivas en la envolvente sobre el confort térmico y consumo energético, también mediante simulación.
- Evaluar la aplicación del intercambiador aire-tierra como sistema pasivo para minimizar el consumo energético producido en el acondicionamiento de las instalaciones.

## **1.7 Hipótesis**

Es posible alcanzar condiciones térmicas interiores adecuadas para el proceso de producción del vino, mediante cambios en el uso, mejoras constructivas y sistemas pasivos.

## II. Marco teórico

Se considera la arquitectura como un modificador del sistema natural, el cual a su vez es alterado por las características del medio donde se encuentra. Los efectos del edificio sobre el entorno dependerán de las sustancias que desprende durante todo su ciclo de vida: sólido, líquido y gaseoso, el impacto de su asentamiento y de los consumos que afecte el desarrollo sostenible. Así pues, la arquitectura y el clima están estrechamente ligados; la edificación se favorece de algunos aspectos del medio y se refugia de otros.

La arquitectura tiene como una de sus obligaciones proporcionar espacios habitables desde el punto de vista de confort térmico. Para ello, la denominada arquitectura bioclimática apunta a mejorar el confort del espacio de manera natural, es decir, aprovechando los recursos que brinda el ambiente mediante medidas simples y eficientes, así como también, reducir el consumo de los no renovables.

Mendoza (2015), en su tesis de grado *Diseño de una bodega vitivinícola pisquera en el valle de Ica utilizando acondicionamiento ambiental pasivo*, plantea que el acondicionamiento ambiental pasivo es parte de la utilización eficiente de los recursos climáticos y el adecuado diseño del edificio. Para ello se deben tener en cuenta: la orientación, asoleamiento, ventilación y aislamiento térmico de los componentes de los cerramientos para que se genere una adecuada condición ambiental interior necesaria para una óptima producción.

Se puede decir entonces que la arquitectura bioclimática engloba lo que es el desarrollo sostenible y la eficiencia energética; entendiendo a esta última como aquella que redunde en una disminución del consumo de energías en alguna fase del ciclo productivo, para lo que existen diferentes enfoques que serán detallados a continuación.

### 2.1 Condiciones climáticas

Comprender las condiciones climáticas del medio natural donde se emplaza el edificio, nos permite advertir que factores se pueden aprovechar y cuáles son los elementos climáticos de los que nos debemos proteger.

Conforme con el Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET) basándose en la clasificación climática de Koppen, Uruguay está comprendido dentro de las siguientes características:

- Templado, moderado, lluvioso: tipo "C", la temperatura del mes más frío está entre -3°C y 18°C.
- Temperatura húmeda; tipo "f"
- Temperatura del mes más cálido superior a 22°C; tipo "a".

Dado que el establecimiento vitivinícola se encuentra más próximo a la ciudad de Salto, se toman como referencia los valores para dicha localidad:

Tabla 1 - Datos climáticos para un mes representativo del período frío y período caluroso, en Salto, Uruguay.

Ciudad	Mes	Temperaturas					
		Tx	Txm	Tm	Tnm	Tn	A
Salto	Enero	42	31.8	26.2	18.2	8.3	13.6
	Julio	29	17.4	12.5	7.1	4.8	10.3

Fuente: FADU, Acondicionamiento térmico. Repartido 1, pp. 27.

### 2.1.1 Temperatura.

Basándose en la información proporcionada por el Instituto Uruguayo de Meteorología, la temperatura media característica sobre el país tiene una orientación general de sureste a noroeste. Las temperaturas medias anuales son de 17.5 °C, con una isoterma<sup>2</sup> media máxima entre 18°C y 18.5°C sobre el límite de los departamentos de Paysandú y Salto, localización donde se sitúa la bodega a estudiar.

### 2.1.2 Radiación solar.

Según INUMET la insolación media anual -u horas de sol efectivas acumuladas- en todo el Uruguay es de 2500 horas, presentándose un máximo de 2600 horas en Salto.

### 2.1.3 Humedad Relativa.

Basando este estudio en el repartido de acondicionamiento térmico, la humedad relativa promedio para Salto en el mes de enero es de 56%, mientras que para julio es de 73%.

### 2.1.4 Viento.

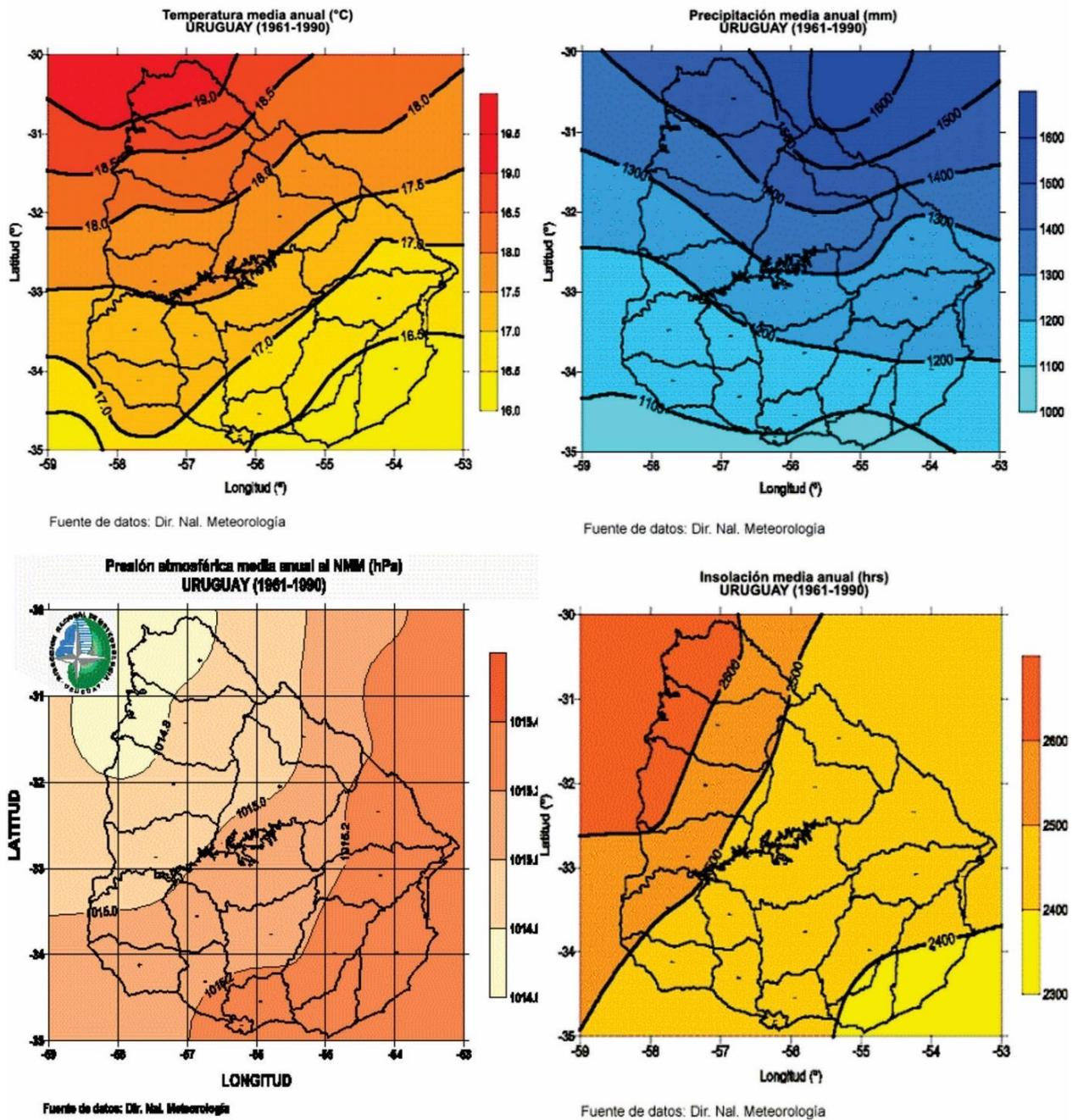
Según Mendoza (2015), “El viento es un elemento climático de suma importancia en la arquitectura, a parte de su incidencia en la estabilidad de los edificios debe tenerse muy en cuenta por su influencia en el aislamiento térmico y las infiltraciones” (pp. 51).

De acuerdo a INUMET, los vientos tienen un régimen predominante del Noreste al Este con una velocidad de 3.5 m/s.

### 2.6.5 Precipitación.

En cuanto a la pluviometría, la zona se caracteriza por un valor de 1300 a 1400 ml; a su vez, la presión media tiene un valor promedio de 1014.8 hPa.

<sup>2</sup> Línea curva en un mapa meteorológico que une los puntos de los lugares que tienen la misma temperatura media anual.



Fuente: Dir. Nac. Meteorología

Figura 1 – Principales variables climáticas y su comportamiento sobre Uruguay (1961-1990).

## 2.2 Acondicionamiento ambiental pasivo

Al conocer las características climáticas del lugar se procede a establecer las pautas de diseño a utilizar para acondicionar térmicamente el espacio, sacando el mayor beneficio posible de las ventajas que brinda el medio, con el objetivo de lograr confort con un mínimo consumo de energía.

### **2.2.1 Recomendaciones de diseño pasivo.**

Se debe considerar el rango de confort térmico, además del comportamiento climático del lugar, para la elección de las estrategias bioclimáticas a utilizar para adaptar el edificio al clima en cada período del año.

Dado que en el departamento de Salto la estación más crítica es el verano, y que en ese período el fenómeno fundamental es el sobrecalentamiento, las acciones prioritarias serán las que intentan mitigarlo. Todas las actuaciones tienen carácter plenamente arquitectónico; basadas en el diseño, cualquier elemento constructivo -cubierta, muros, sección de vidrios, color de la fachada, etc.- tiene efecto directo sobre el calentamiento. "Por todo ello resulta primordial iniciar los primeros pasos del diseño pensando en sus implicaciones energéticas, ya que las soluciones posteriores no dejarán de ser parches de insuficiente eficacia." (Neila, 2004. pp. 287)

En verano es necesario evitar aportes de energía externa, controlando la radiación solar y también aumentar las pérdidas térmicas de calor, manteniendo un control de la energía en el tiempo. Por el contrario, en invierno, se debe conservar la energía interna y procurar ganar energía aportada por la radiación solar.

#### ***Captación, acumulación y aprovechamiento de las energías naturales.***

Las energías naturales usadas en los sistemas bioclimáticos son cíclicas, es decir que se pueden generar picos de energía en momentos puntuales y su ausencia total en otros. La forma de disponer de la energía en los momentos de necesidad es acumulándola según se capta, permitiendo adecuar la energía a los períodos de consumo y evitar el golpe térmico que se produce en los momentos de captación. De acuerdo a Neila (2004), un edificio con dispositivos bioclimáticos de captación de energía, sin un sistema de acumulación, tiene un funcionamiento peor que una edificación convencional sin ningún sistema de captación. A su vez, manifiesta que la acumulación debe hacerse básicamente en los elementos estructurales y constructivos del edificio, optimizando así su empleo.

El Dr. Arq. F. Javier Neila (2004), plantea que las sustancias más adecuadas para la acumulación de energía térmica son los fluidos, "ya que, en ellos, gracias a la convección que se establece en su seno, el calor se distribuye uniformemente, sin calentamientos superficiales excesivos, reduciendo, de este modo, las pérdidas. De entre todos los fluidos, el más adecuado es el agua, por su densidad, pero sobre todo por su alto calor específico" (pp. 363). Cabe destacar que el vino es un fluido con similares características al agua, por lo tanto, se lo puede considerar como una masa de acumulación de calor.

Mientras que la masa térmica es el destino de la acumulación, la inercia térmica es su consecuencia, así como también es la dificultad que ofrece un cuerpo a cambiar su temperatura. Por lo tanto, los locales o cerramientos con mucha inercia acumulan mucha energía, que actúa como amortiguador ante las variaciones de temperaturas externas. Los valores altos de la inercia

térmica permiten conseguir la estabilidad térmica, es decir, que la temperatura oscile levemente y dentro de los márgenes del confort establecidos.

La influencia de la inercia térmica tiene particular importancia durante el período caluroso, ya que en esa época se produce el efecto térmico de sobrecalentamiento. Este fenómeno se produce principalmente por la radiación solar, aunque también lo generan las cargas internas como el calor disipado por los ocupantes, el proceso de fermentación del vino, la iluminación artificial y todo aparato que produzca energía calorífica. En invierno, la inercia térmica permite generar mayor amortiguación y retardo en la temperatura interior.

### ***Orientación.***

La orientación del edificio en general se vincula a la energía que se quiere captar; ésta depende de la localización, dado que la incidencia solar varía en inclinación y nivel de radiación.

La implantación del edificio influye sobre la demanda energética de calefacción y refrigeración del mismo en el futuro. Una buena orientación puede redundar en disminuir considerablemente estas demandas. Para ello, se recomienda la orientación norte, noreste y noroeste, para ganar energía aportada por la radiación solar en invierno. En cambio, en el verano se debe aplicar distintas estrategias para protegerse de las orientaciones solares más desfavorables: plano horizontal, oeste, este y norte.

### ***Ventilación Natural.***

La ventilación natural es aquella que se obtiene mediante condiciones naturales, sin necesidad de un dispositivo mecánico; se genera por movimientos de aire por diferencias de densidades, provocadas por una variación de temperatura entre las masas de aire.

Se considera a la ventilación como una de las estrategias pasivas fundamentales en condiciones de verano. Ventilar es renovar el aire en un lugar, ya que corrige las condiciones no deseadas, sustituye y mueve el aire interior contaminado sustituyéndolo por el exterior, en general más limpio, aunque no signifique que este tenga las condiciones requeridas.

Este tipo de ventilación presenta la ventaja de un bajo costo inicial de mantenimiento y operativo en comparación con la ventilación mecánica. Su principal desventaja es que en el período caluroso se encuentra limitada por las condiciones ambientales exteriores, por la dificultad de regulación, por no poder reducir la temperatura por debajo de la temperatura ambiente exterior y la difícil cuantificación de sus efectos en la etapa de diseño.

En climas calientes y húmedos la ventilación cruzada es la medida más simple a ser adoptada.

### ***Cerramientos opacos.***

Dentro de los cerramientos opacos la cubierta es el cerramiento que recibe mayor radiación solar a lo largo del día, lo convierte en uno de los componentes más problemáticos. Debido al problema del recalentamiento de la cubierta, y posterior sobrecalentamiento de la planta adyacente por la radiación, se puede recurrir al uso de acabados claros o en alguna

circunstancia, de acabados metálicos de aluminio con una reflectancia casi especular. Otra solución puede ser el uso de un correcto aislamiento independiente o combinado con la ventilación.

Frente al problema de sobrecalentamiento por los cerramientos verticales, se debe incorporar estrategias de sombreado y protección de los planos asoleados; además, la implementación de colores claros en los cerramientos opacos permite que disminuya la absorción ante la radiación solar. La masa térmica y el uso de aislantes térmicos disminuyen las pérdidas de calor, generar mayor amortiguación y retardo térmico.

Mediante el aislamiento los edificios conservan la energía captada o producida dentro de este, y reducen el ritmo de disipación de la misma. Desde el punto de vista de la transferencia de calor y del consumo energético, el material aislante es el componente más significativo del cerramiento. Para que éste sea eficaz se debe considerar cual o cuales son los mecanismos principales de transferencia de la energía calorífica (conducción, convección o radiación).

Teniendo en cuenta estos mecanismos se selecciona el tipo de aislamiento más eficaz, tales como: materiales aislantes, cámaras de aire ventiladas, superficies refractantes, superficies vegetales absorbentes, entre otras.

### ***Cerramientos traslúcidos.***

En los cerramientos, los huecos acristalados son considerados los elementos más débiles del edificio desde el punto de vista energético, dado que a través de ellos puede transferirse la mayor cantidad de energía, ya sea por radiación directa o transmisión. Por ello, es importante el tipo de vidrio y carpinterías que se utilizan, ya que éstas últimas pueden convertirse en puentes térmicos si no se cuida la aislación y hermeticidad de su composición.

Así mismo, se debe controlar la relación entre el área vidriada con respecto al volumen del local según la orientación para controlar la radiación incidente en verano, y evitar las pérdidas de calor en invierno. A su vez, es vital combinar el diseño de estos sistemas con protecciones solares, más que nada en la época calurosa para así evitar sobrecalentamientos; para ello, se puede utilizar protección fija o móvil tanto interior como exterior, además de vegetación de hoja caduca, dando flexibilidad en ambos períodos.

## **2.2.2 Sistema de acondicionamiento pasivo.**

### ***Intercambiador de calor aire-tierra.***

Los intercambiadores de calor aire – tierra, también llamados tubos canadienses o pozos provenzales, se basan en la utilización de la energía térmica del suelo (geotermia) para pretratar el aire que se ingresa al edificio.

El sistema consiste en uno o varios ductos enterrados que tienen una toma de aire exterior y una salida al interior del edificio. El fluido penetra por la toma exterior y mediante un sistema de

impulsión circula aire ambiente que se calienta o enfría -dependiendo del período- a lo largo del ducto, y luego se induce al edificio donde se mezcla con el aire interior.

Para un correcto diseño de dicho sistema se deben optimizar diversas características geométricas, como: el flujo del aire, la profundidad, la longitud de los ductos, etc.

Como se detalla en el trabajo de Flores Larsen y Lesino (2000), varios autores, entre los que se encuentran Gauthier (1997) y Mihalakakou (1994), han hecho un estudio detallado de la influencia de las dimensiones del ducto, la temperatura de entrada, salida del aire, y demás. A partir de la información obtenida de dichos trabajos, se puede concluir que:

- La temperatura de salida del aire depende directamente de la de entrada;
- Las propiedades térmicas del suelo influyen fuertemente el comportamiento térmico del sistema;
- A mayor longitud del conducto aumenta el rendimiento del sistema, dado que existe mayor transferencia de energía. Los valores usuales van de 10 a 100m, mayor a este no produce un aumento significativo debido a que la temperatura de salida presenta un comportamiento asintótico con la longitud del ducto;
- Se considera óptimo para la velocidad del aire valores cercanos a los 4 m/s para ductos de 0.1m de radio, existiendo un compromiso entre la potencia necesaria para hacer circular el aire y el acondicionamiento resultante;
- Es más eficiente varios ductos cortos que uno de mayor longitud.

En este tipo de instalaciones la inercia de la tierra amortigua la temperatura y reduce la onda térmica. Por esto, las propiedades del suelo como la capacidad calorífica y la conductividad tienen gran influencia sobre el funcionamiento del sistema.

### **Modelo de cálculo.**

Para el modelado de los cálculos se utiliza como base el trabajo de Lesino y Larsen (2000) y, suponiendo que el suelo tiene una composición homogénea y presenta propiedades térmicas constantes, se utiliza la siguiente ecuación para el cálculo de la temperatura a distintas profundidades (z):

$$T(x, t) = T_m - A_s e^{-z \sqrt{\frac{\pi}{365 \alpha}}} \cos \left[ \frac{2\pi}{365} \left( t - t_0 - \frac{z}{2} \sqrt{\frac{365}{\pi \alpha}} \right) \right]$$

Ecuación 1

Donde:

T (x,t): Temperatura de la tierra en función de la profundidad y el tiempo

Z: Profundidad (m)

T<sub>m</sub>: Temperatura media anual del suelo (°C)

A<sub>s</sub>: Amplitud de la variación superficial de temperatura (°C)

t: Tiempo (días)

t<sub>0</sub>: Desfasaje en días

α: Difusividad térmica del terreno (m<sup>2</sup>/día)

Para el estudio de los fenómenos de transferencia de calor que ocurren en un sistema de intercambio de calor aire – tierra, este trabajo se basará en el modelo de Benkert, Hedidt y Scholer. Para simplificar el cálculo se tomará como hipótesis que la temperatura del suelo se mantiene estable a lo largo del año.

La temperatura del aire dentro del intercambiador se obtiene de igualar las ecuaciones de transferencia de calor:

$$\dot{m} \cdot c_p(T(\chi + \Delta\chi) - T(\chi)) = (\pi \cdot Di)\Delta\chi(T_s - T(\chi))$$

Ecuación 2

A partir de la anterior ecuación se despeja hasta obtener un modelo simplificado:

$$T(x, t) = (T_a - T_s) \cdot e^{\frac{-\pi \cdot Di \cdot UL}{\dot{m} \cdot c_p} \cdot x} + T_s$$

Ecuación 3

Donde:

Ta: Temperatura del aire a la entrada del tubo (°C)

Ts: Temperatura del suelo a la profundidad de instalación (°C)

Di: Diámetro interior del tubo

UL: Coeficiente de transferencia de calor por largo de pared del tubo

m: Flujo másico

cp: Calor específico

El coeficiente de traspaso térmico por la longitud de la pared del tubo (UL) depende del coeficiente de traspaso térmico (hi) en su superficie interna, la que se expresa de la siguiente manera:

$$UL = \frac{1}{\frac{1}{hiDi\pi} + \frac{\ln(D_{ext}/D_{int})}{2\pi K}}$$

Ecuación 4

Donde:

hi: Coeficiente de traspaso térmico en la superficie interna del tubo

D.ext: Diámetro exterior del tubo

D.int: Diámetro interior del tubo

K: Conductividad térmica del tubo

El coeficiente de traspaso térmico en la superficie interna del tubo (hi) depende de las características del flujo, de las dimensiones del tubo y de las propiedades del aire en el tubo.

$$hi = \frac{Ka \cdot Nu}{Di}$$

Ecuación 5

Donde:

Ka: Conductividad térmica del aire

Nu: Número de Nusselt del aire en el tubo

Nu depende del número de Reynolds y por ende del caudal. Para la circulación de aire turbulento en los intercambiadores, Gnielinski propone la siguiente ecuación:

$$Nu = 0.0214 \cdot (Re^{0.8} - 100) \cdot Pr^{0.4}$$

Ecuación 6

Donde:

Re: Número de Reynolds del aire en el tubo

Pr: Número de Prandtl del aire en el tubo

El flujo másico ( $\dot{m}$ ) depende del diámetro interior del tubo, tanto como de la velocidad y la densidad del aire que circula dentro del mismo.

$$\dot{m} = \frac{\pi \cdot D_i^2}{4} \cdot \rho \cdot v$$

Ecuación 7

Donde:

$\rho$ : Densidad del aire dentro del tubo

v: Velocidad del aire dentro del tubo

## 2.3 Acondicionamiento ambiental para la producción del vino

### 2.3.1 Generalidades.

“De acuerdo a la nueva Ley 24/2003 de la Viña y el Vino, el vino se define como el alimento natural, obtenido exclusivamente por la fermentación alcohólica, total o parcial, de uva fresca, estrujada o no, o de mosto de uva” (Hidalgo, 2003. pp.48).

Atendiendo a sus orígenes, los vinos se pueden clasificar en dos grandes categorías:

- Vino blanco: El precedente de mosto de uva blanca o uva tinta con pulpa no coloreada y evitando la maceración.
- Vino tinto: procedente de mostos de uvas tintas con proceso de maceración.

### 2.3.2 Proceso productivo.

La demanda energética en el proceso de vinificación, se vincula a los procesos térmicos que se producen en el interior de la envolvente del edificio; estos procesos son determinantes para la calidad del vino, ya que incluyen desde la fermentación hasta la conservación del mismo, por lo cual se puede afirmar que el vino requiere rigurosidad térmica.

El proceso productivo comienza con la vendimia que se realiza una vez al año entre los meses de diciembre a marzo; la fecha varía de acuerdo al tipo de uva que se manipule y en la región que se encuentre, en virtud de que las características de la misma influyen en la maduración de la materia prima.

Tabla 2 - Períodos de cosecha de las distintas variedades de uva en la zona Norte del Uruguay.

Uva de mesa	Diciembre	
Uva de vino	Diciembre - Enero	Variedades Blancas
	Febrero – Marzo	Variedades Tintas

Fuente: (Ing. Agr. J.P.Broglio, comunicación personal, 12 de Mayo de 2017)

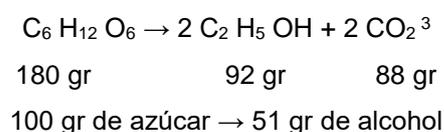
Los períodos que se reflejan en la Tabla 2 son para la zona norte del país, ya que, debido a la diferencia climática, en la zona sur la cosecha varía unos 20 a 30 días después del promedio.

Dentro de los procesos de producción del vino, la fermentación y maceración son de los que requieren mayor rigurosidad térmica, Hidalgo los describe de la siguiente manera:

“Separados de la vid y especialmente cuando se rompen los granos de uva, se inician de forma inmediata y simultánea dos tipos de fenómenos: uno de maceración o intercambio de sustancias entre el mosto y las partes sólidas y los racimos, y otros, una serie de transformaciones bioquímicas producidas por las enzimas contenidas en la vendimia”. (J. Hidalgo pp.409)

La fermentación se produce por un proceso anaerobio realizado por las levaduras, hongos microscópicos unicelulares presentes en la fruta. Estos microorganismos descomponen el azúcar en alcohol (etanol) y gas carbónico (CO<sub>2</sub>).

El mecanismo químico de fermentación del azúcar se puede resumir en la siguiente reacción:



Las levaduras requieren de ciertas necesidades para su nutrición y desarrollo, son muy sensibles a las temperaturas y necesitan oxígeno para propagarse. La detención del proceso indica el impedimento de crecimiento y muerte de las levaduras.

Según Figueroa (2004), para que se dé inicio a la fermentación, la temperatura no debe ser menor a 13°C o 14° C; en caso de ser menor, el proceso será tan lento que se arriesga a una inactivación o interrupción. Por otro lado, si se presentan temperaturas mayores a 35°C tampoco se podrá realizar correctamente la fermentación, ya que se detiene el proceso o a temperaturas aún mayores se da la muerte de las levaduras.

<sup>3</sup> Representación del proceso fermentativo por Gay-Lussac en 1813.

Tabla 3 - Intervalos de temperatura para la fermentación.

≤ 10°C	No hay actividad
10°C - 15°C	Se inicia la actividad
15°C - 20°C	Óptima para la fermentación de blancos
20°C - 25°C	Admisible para blanco y tinto
25°C - 30°C	Óptima para tinto y desfavorable para blancos
30°C - 35°C	Grave para blanco y peligrosa para tinto
≥ 35°C	Peligro de parada de fermentativa

Fuente: Figueroa, 2004, pp. 22.

El Ing. Agr. Juan Pedro Broglio manifiesta que es conveniente que la temperatura se mantenga estable y presente la menor amplitud térmica posible. Los intervalos de temperatura de fermentación varían de acuerdo a la variedad; por ejemplo, para vinos blancos se recomienda una temperatura que oscile entre los 12° C y 18° C, mientras que para vinos tintos en torno a los 25°C.

Por otro lado, Hidalgo en su *Tratado de enología* nombra como temperaturas óptimas para vinos blancos de 18° a 20°C, mientras que para los vinos tintos entre los 25° y 30°C. Debido a que las temperaturas demasiado elevadas o variaciones repentinas de las mismas pueden detener la fermentación, se recomienda evitar alteraciones abruptas de temperatura de más de 5°C. En cuanto a la maceración se recomienda temperaturas entre 20 y 25°C.

En la siguiente tabla se especifican las condiciones de temperatura y humedad relativa adecuada para la elaboración de vinos comunes y finos, ambos para variedades blancas y tintas según Ramos y Blasco (2011).

Tabla 4 - Umbrales teóricos de las condiciones de temperatura por tipo de vino y procedimiento.

Proceso térmico de vinificación	Tiempo (días)		Tipo de operación	Tipo de operación					
				Vino común		Vino fino			
						Varietal		Premium/Ultrapremium	
				Blanco	Tinto	Blanco	Tinto	Blanco	Tinto
Fermentación (Tumultosa y lenta)	10 a 15	4 a 7	Alcohólica	18-23°C	24-35°C	18-20°C	24-31°C	18-20°C	30-31°C
		7 a 10	Malo-Alcohólica			25 - 30°C			
		7 a 10	Malo-Láctica			20 - 26°C			
Maceración	7	a T°	T° Constante			22°C			
		Ambiente	T° Progresiva			20 - 37°C			

Fuente: Ramos, A.; Blasco, I., 2011.

Se requiere la utilización de equipos de frío para garantizar la temperatura adecuada para la fermentación; los más utilizados son intercambiadores térmicos de tipo “tubo en tubo” o serpentinas, y la camisa de refrigeración con agua que forma parte del tanque.

La primera maceración<sup>4</sup> o fermentación<sup>5</sup> de orujo busca la extracción selectiva de los fenólicos de la pulpa y los hollejos, aportándole al vino características específicas como son el color, taninos, componentes de extractos, aromas; esta primera etapa tiene una duración aproximada entre doce y treinta y seis horas para vinos blancos.

A diferencia de la fermentación del vino blanco, donde la presencia del orujo es a elección del bodeguero para dar ciertas características particulares al vino, en el tinto siempre se realiza en presencia del mismo; este suele tener una duración de seis días, prestándole atención a la temperatura y densidad del mismo. Por otro lado, la maceración se desarrolla con una permanencia prolongada y puede desarrollarse, según J. Hidalgo (2010), a temperatura ambiente, antes durante o después de la fermentación.

Si se quiere obtener vinos de mayor calidad, debe pasar un período en barricas generalmente de roble francés o americano, debiendo cumplir con una serie de condiciones enológicas. Para esto, el Ing. Agr. Juan Pedro Broglio recomienda mantener la temperatura de la bodega o cava, entre los 18°C y 20°C, y un nivel de humedad entre los 70% y 80%, para que el proceso de envejecimiento se desarrolle de forma adecuada y las barricas realicen su labor.

La humedad es un factor que debe ser controlado, ya que produce problemas con hongos que penetran el tapón en caso de exceso de humedad y en caso de baja humedad la barrica y el tapón absorben vino pudiendo incluso permear hacia el exterior en caso extremo.

En el caso de vinos finos puede haber una segunda crianza luego de embotellado; estos se almacenan generalmente en las cavas con duración variable.

### **2.3.3 Condiciones ambientales necesarias para la producción del vino**

Las condiciones óptimas para los distintos locales de la bodega varían en función de las condiciones de trabajo para las personas, y de las mejores situaciones para el almacenamiento y crianza del vino.

Los principales factores ambientales que se deben controlar son la temperatura y humedad, pero en algunos de los locales se deben tener en cuenta la ventilación e iluminación.

#### ***Control de la temperatura.***

En las zonas de oficinas y servicios se debe buscar que la temperatura sea la necesaria para cumplir con el bienestar de las personas, ya que, en el período caluroso se considera como temperatura de confort el rango que va desde los 22°C a los 28°C, mientras que en invierno de 18°C a 24°C.

Sin embargo, los locales de almacenamiento de vino, crianza en barrica y botella, y los almacenes de producto terminado, se ven afectados por las exigencias del vino respecto a las

---

<sup>4</sup> Proceso de extracción sólido-líquido. El mosto y sus hollejos se dejan en contacto en un recipiente para proporcionar al vino aromas varietales, color y textura desde las partes sólidas.

<sup>5</sup> Proveniente del latín "fervere" lo que significa "hervir". Hace referencia al proceso de transformación del mosto en vino, el fenómeno espontáneo de subida de temperatura y desprendimiento de gas carbónico (Hidalgo, 2003).

adecuadas temperaturas de conservación o de crianza; las temperaturas deben ser constantes a lo largo del año y con un rango óptimo entre los 16 - 20°C.

La aplicación del frío en la industria enológica tiene múltiples usos como: la refrigeración de mostos para su desfangado, el control de la temperatura de fermentación alcohólica, la estabilización de los vinos por frío, y la climatización de los locales de conservación o crianza del vino. En el caso del calor, se restringe al desarrollo de la fermentación maloláctica y al acondicionamiento del local.

En el recinto de la fermentación alcohólica es recomendable que la temperatura sea preferentemente baja, para facilitar el control de la temperatura de fermentación.

A partir de las consultas bibliográficas y a profesionales, se asume para este estudio una temperatura óptima de fermentación de 13-18°C para vinos blancos y 25-28°C para vinos tintos. Por lo tanto, para el presente trabajo serán utilizadas temperaturas en el rango de 20 a 25°C en los locales donde se produce el proceso de fermentación, con el fin de colaborar al control de la temperatura de fermentación en los tanques.

#### ***Control de la humedad.***

Además de la regularización de la temperatura, se recomienda que en determinados locales -sobre todo en aquellos destinados a la crianza de barricas y etiquetado- se mantengan controlados los niveles de humedad en el ambiente. Hidalgo (2010) plantea que la humedad ambiente en los locales de crianza sirve para regular las mermas (pérdidas), así como la composición de los vinos que contienen las barricas. Recomienda entonces que esta esté entre los 70 y 80%, ya que, por debajo de estos las mermas son abundantes, llegando a sobrepasar el 10% anual en barricas bordelesas, porque el vino pierde mucha agua con respecto a la cantidad de alcohol. Por el contrario, cuando los niveles son elevados, se reducen las mermas a un 3%, y se reduce la graduación alcohólica debido a la condensación de agua que se produce en el vino.

#### ***Control de la iluminación.***

Los niveles de iluminación en los locales de la bodega deben permitir que los trabajadores desarrollen sus labores cómodamente, aunque en algunos ambientes pueden incidir en la calidad de los vinos almacenados.

A continuación, se plantean los niveles recomendados por Hidalgo (2010) para los distintos locales de la bodega.

Tabla 5 - Niveles de iluminación recomendados para bodega.

Área	Lux
Zona de descarga de vendimia	70 a 100
Procesado de vendimia y fermentación alcohólica	300 a 500
Crianza en barrica	70 a 100
Embotellado, etiquetado y embalado de vinos	300 a 500
Crianza en botella	70 a 100
Almacenes de materiales y productos terminados	150 a 200
Oficinas, laboratorios y servicios	700 a 1000

Fuente: Hidalgo 2010, Tratado de Enología, pp. 782.

La presencia de luz permanente en los locales que albergan vino embotellado no es favorable, ya que puede producir alteraciones impulsadas por la radiación luminosa, sobre todo en los vinos blancos.

### ***Control de la ventilación.***

La ventilación en los locales de elaboración, crianza o almacenamiento es necesaria en ciertas circunstancias, ya que durante la fermentación alcohólica se produce un desprendimiento de gases como anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), vapores de agua y alcohol que son necesarios evacuar.

Siguiendo al etanol, el anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) es la segunda sustancia con trascendencia formada durante la fermentación alcohólica. Con respecto a esto, Hidalgo (2010) plantea un desprendimiento del orden de 0,4 a 0,5 gramos por cada gramo de azúcar fermentado, así como también menciona que la presión del CO<sub>2</sub> en el proceso de fermentación alcohólica puede ser contraproducente, por lo que se admiten valores de este gas por debajo de 0,15 a 0,20 atmósferas como inofensivo para las levaduras. En casos como en el mosto, donde se encuentra un pH bajo, el CO<sub>2</sub> se encuentra mayoritariamente disuelto, pudiendo difundirse fácilmente hacia el exterior a través tanto del tejido de las levaduras como en forma gaseosa.

Se toma como referencia los niveles planteados por una empresa VAISALA, dedicada a fabricar productos de medición, sobre los efectos que puede causar la concentración de CO<sub>2</sub> sobre las personas:

Tabla 6 - Efectos de los distintos niveles de CO<sub>2</sub>.

Concentración (ppm)	Efecto
350-450	Concentración atmosférica típica
600-800	Calidad del aire interno aceptable
1000	Calidad del aire interno tolerable
5000	Límite promedio de exposición en un período de 8 hrs
6000 - 30000	Preocupación, solo exposición breve
3-8%	Incremento de la frecuencia respiratoria, dolor de cabeza
>10%	Náuseas, vómitos, pérdida de conocimiento
>20%	Pérdida de conocimiento repentina, muerte

Fuente: VAISALA. How to measure carbon dioxide. Recuperado de: [www.vaisala.com](http://www.vaisala.com).

Otros de los objetivos de la ventilación es la regulación de la humedad y temperatura.

Se toma como base algunos de los valores que plantea Hidalgo en su tratado de enología (2010) para la renovación por hora de locales:

Tabla 7 - Valores de renovaciones por hora necesarios según el uso del local.

Uso del local	Rph
Locales industriales	
Ambientes nocivos	30-60
Depósitos de mercancía	3-6
Talleres en general	8-10
Talleres con horno	30-60
Talleres de mecanización	5-10

Fuente: Hidalgo 2010, Tratado de Enología, pp. 785-786.

## 2.4 Balance térmico

El diseño de un sistema de acondicionamiento para una edificación requiere de la realización previa del cálculo de la carga térmica del espacio; dicha carga es considerada como la cantidad de calor a remover o incorporar en el espacio que se quiere acondicionar para mantener el nivel de bienestar prefijado. Méndez define al balance térmico como “el proceso mediante el cual el flujo de calor (entradas y salidas) de un cerramiento o una edificación se equilibra” (2015, pp. 30). El balance térmico consiste entonces en una serie de cálculos que consideran las pérdidas y ganancias de calor de un cerramiento o la edificación.

### 2.4.1 Pérdidas y ganancias.

Las pérdidas de calor dependen de la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior- o entre espacios contiguos- y también del sistema constructivo utilizado en la edificación, ya que el calor se transfiere a través de los cerramientos. Por otro lado, las ganancias se generan por la

emisión de calor de distintas fuentes internas, entre las que se encuentran la ocupación, los aparatos en funcionamiento, etc.; así como también externas, como los factores climáticos.

#### **2.4.2 Transmisión de calor.**

La energía calorífica se manifiesta cuando se transfiere energía entre dos sistemas; para ello es necesario que ambos sistemas tengan temperaturas diferentes. Las transferencias cumplen con los primeros dos principios de la termodinámica, el primero expresa que la cantidad de calor cedida por un sistema debe ser totalmente absorbido por el otro; mientras que, el segundo manifiesta que el intercambio se produce desde el sistema con temperatura más elevadas hacia el de menor temperatura.

Existen tres mecanismos de transferencia de calor, los cuales se pueden dar por separado o combinados: conducción, convección y radiación. Según Incropera y De Witt (1999), la conducción refiere a la transferencia de energía de las partículas más energéticas a las menos energéticas de una sustancia. Esta interacción se produce mediante el intercambio de la energía cinética entre moléculas contiguas y, por lo tanto, es necesaria una continuidad física en la materia.

González (2004) define la convección como

“el mecanismo de transferencia de calor que tiene lugar en un fluido provocado por los movimientos de la masa del mismo. La transferencia de calor que se produce en el interior de ese fluido sigue siendo un proceso de conducción, al ponerse en contacto moléculas del fluido entre sí, pero la energía se transporta de un lado al otro por el desplazamiento de la materia.” (2004, pp. 336).

Incropera y De Witt (1999) a su vez, definen a la radiación como una emisión de energía de la materia que es transportada por ondas electromagnéticas y se encuentra a una temperatura infinita. A diferencia de los mecanismos anteriores, la radiación no necesita de un medio material, sino que se transfiere a través del vacío. Este fenómeno tiene gran influencia sobre el confort térmico de los espacios interiores, debido a la dependencia funcional con la temperatura. Por ello es clave el control sobre la temperatura interior de las paredes.

#### **2.4.3 Cargas Térmicas.**

Dependiendo de su procedencia, se pueden distinguir dos grupos de cargas térmicas:

- Cargas por calefacción (negativas)
- Cargas por refrigeración (positivas)

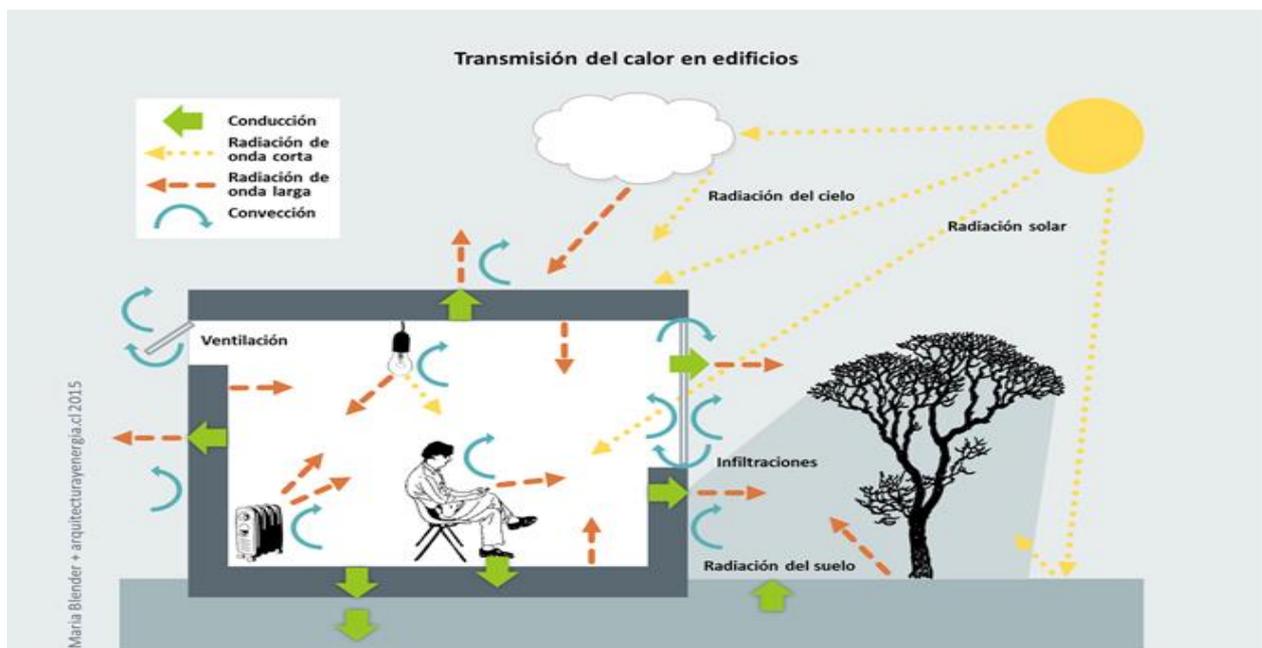
A su vez, dichas cargas están provocadas de forma simultánea por agentes que se agrupan de acuerdo a su origen con relación al edificio, como exteriores o interiores.

- Las cargas térmicas de origen externo se relacionan con los fenómenos meteorológicos y el clima (temperatura exterior, aire de ventilación o radiación solar).
- Las cargas térmicas de origen interno tienen su procedencia de toda fuente de energía interior. Según Neila,

“La totalidad de estas fuentes energéticas actúan durante todo el año, pero solamente se considerarán como cargas térmicas positivas (cargas de refrigeración) en verano, cuando incrementan la temperatura interior fijada como de bienestar y deben ser contrarrestadas mediante la refrigeración. Durante el invierno, al ser cargas positivas, es decir, generadoras de calor, pueden ayudar a reducir el consumo de energía necesario para el acondicionamiento, pero nunca se pueden considerar como valores a descontar en el cálculo.” (2004, pp. 352)

A continuación, se enumerarán las cargas a tener en cuenta para la bodega:

- Cargas de Calefacción (salida de calor):
  - Transmisión y radiación solar a través de la envolvente (muros, piso, cubierta).
  - Trasmisión a través de las superficies acristaladas.
  - Renovación de aire (por ventilación).
- Cargas de Refrigeración (entrada de calor):
  - Cargas externas:
    - Transmisión y radiación solar a través de la envolvente (muros, piso, cubierta).
    - Trasmisión y radiación solar a través de las superficies acristaladas.
    - Renovación de aire (por ventilación).
  - Cargas internas:
    - Ocupación (personas).
    - Iluminación artificial, equipos electrónicos, y otros.
    - Proceso de fermentación alcohólica.



Fuente: M. Blender, arquitectura y energía (2015).

Figura 2 - Transmisión de calor en edificios.

#### 2.4.4 Determinación del balance térmico.

##### **Ganancias y pérdidas por muros y cubierta.**

“Las propiedades de los materiales y componentes están directamente relacionadas con la cantidad de energía que pueden emitir, absorber, transmitir y reflejar al ambiente, así como también con la posibilidad de almacenarla y controlar los flujos de energía por conducción” (Camacho, López, Milicua; 2009).

##### **Ganancias y pérdidas de calor por suelo.**

Para poder calcular las transferencias de calor entre el suelo y el ambiente se debe conocer previamente el tipo de suelo y sus propiedades térmicas. Además, se debe saber la temperatura media anual del lugar, ya que se considera que a 10 metros de profundidad la temperatura del suelo se iguala a la media anual.

##### **Ganancia de calor por ocupación.**

Para el cálculo de las ganancias de calor asociadas a las personas mediante procesos de oxidación y que se disipa al ambiente por procesos convectivos, radiantes y evaporativos se utilizan los datos de tasa metabólica junto a los de ocupación. Este valor depende del nivel de intensidad de la actividad realizada por los ocupantes, e influye en las ganancias totales de calor por persona bajo condiciones nominales.

Se utilizan, como se puede observar en la Tabla 8, dos tipos de valores para la tasa metabólica, ya que en espacios relacionados con carga o trabajo de producción se llevan a cabo actividades que generan mayores ganancias.

Tabla 8 – Valores representativos a partir de los cuales el humano emite calor y humedad en diferentes actividades.

Actividad	Fracción sensible (btu/h)	Fracción latente (btu/h)	Carga total (btu/h)
Trabajo liviano	245	200	400
Trabajo de actividad moderada	250	200	450

Fuente: Capítulo 18.4 Tabla 1 (2009 ASHRAE Handbook - Fundamentals SI)

La carga total varía dependiendo del sexo; los valores de dicha tabla son un promedio entre el masculino y el femenino. Por otro lado, “Las ganancias latentes por ocupación se refieren, en términos simples, a la humedad aportada por las personas mediante procesos como la transpiración y la respiración.” (Manual de ayuda Design Builder en español. Pág. 79).

Para calcular la carga latente por ocupación se utiliza la siguiente ecuación:

$$Carga\ latente = \frac{Fracción\ latente\ (btu/h)}{Carga\ total\ (btu/h)}$$

Ecuación 8

Por el contrario, la densidad se obtiene mediante la cantidad de personas que utilizan un espacio sobre el área útil del mismo.

$$\rho = \frac{n}{\bar{A}}$$

Ecuación 9

Donde:

n: Número de personas

Á= Área útil del local

**Ganancia de calor por radiación solar.**

La incidencia de radiación solar depende de la latitud del lugar y de las características del clima local. Es variable a lo largo del año y de las horas del día.

La radiación solar (onda corta) ingresa al edificio a través de los vidrios, que tienen un espesor pequeño, lo que favorece a la transferencia de calor por convección entre las caras del vidrio y el aire. A su vez, la principal forma de transferencia es la radiación directa, ya que la superficie translúcida permite el ingreso de la luz visible y la radiación infrarroja de alta frecuencia.

La porción que será reflejada, transmitida o absorbida, depende de las características del vidrio.

Tabla 9 - Transmisión de radiación solar, vidrios.

Tipo de vidrio		Rad. Lumínica t <sub>v</sub>	Radiación solar			
			t	a	r	F <sub>s</sub>
Simple	Común	0.85	0.78	0.15	0.07	0.83
Doble	Común + Común	0.80	0.70	0.17	0.13	0.76
	Solarshield + Común	0.17	0.06	0.37	0.57	0.11

Fuente: FADU, Acondicionamiento térmico. Repartido 2, pp. 50.

Se define el factor solar (F<sub>s</sub>) como el cociente entre la energía que ingresa al local sobre la energía incidente sobre el cerramiento vidriado.

$$F_s = \frac{E \text{ que ingresa al local}}{E \text{ incidente en el cerr. vidriado}}$$

Ecuación 10

En la siguiente tabla se puede observar la transmitancia (U) de distintos tipos de vidrio:

Tabla 10 - Comportamiento térmico de los cerramientos transparentes. Transmitancia U (W/m<sup>2</sup>k).

Material	U (W/m <sup>2</sup> k)
Vidrio simple vertical	6
Vidrio doble vertical	2.8
Vidrio doble vertical con capa de baja emisividad	1.8

Fuente: FADU, Acondicionamiento térmico. Repartido 2, pp. 48.

### **Ganancia de calor por iluminación y equipos electrónicos.**

Tanto los equipos como las luminarias generan energía calorífica. Para calcular el calor generado por la iluminación se debe calcular la potencia máxima de iluminación de la siguiente manera:

$$\text{Potencia máx de iluminación (W)} = \frac{\text{Potencia lámpara (W)} \cdot \text{Cantidad de lámparas}}{\text{Área del local (m}^2\text{)}}$$

Ecuación 11

En el caso de la densidad de potencia, se calcula a partir de la potencia máxima de iluminación sobre el área del local.

$$\text{Densidad de potencia (W/m}^2\text{)} = \frac{\text{Pot. máx. iluminación (W)}}{\text{Área del local (m}^2\text{)}}$$

Ecuación 12

En la siguiente tabla se pueden observar los valores de potencia (W) correspondientes a distintos tipos de lámparas.

Tabla 11 - Especificaciones potencia (W) por lámpara.

Tipo de lámpara (común)	Potencia lámpara Led (W)
60 W esférica	9
120 W esférica	18
Proyector	13
Empotrada 1000 lm	13
Empotrada 2000 lm	28
Tubo Led Philips	18
Vivion fluorescente	24

Fuente: Philips 2016, Catálogo de luminarias y lámparas LED.

Para determinar las ganancias internas por los equipos se debe conocer la cantidad y la potencia de los mismos; a partir de estos se obtiene el valor de fracción radiante por el conjunto de equipos en los distintos espacios.

Según el *Manual de ayuda del Design Builder*, la fracción radiante es un valor decimal comprendido entre un rango de 0.00 y 1.00 que se emplea para calcular la porción del calor generado por los equipos que será emitido como radiación de onda larga. (pp. 169)

Si se obtienen valores de 0.0 o próximos, las ganancias de calor no son por radiación, sino principalmente por convección. En caso contrario, si el valor se aproxima a 1.00 las cargas son emitidas todas o gran parte por radiación.

### ***Ganancia de calor durante el proceso de fermentación.***

Cabe destacar que “según el balance energético de la fermentación alcohólica, de cada molécula de azúcar fermentado, se produce un desprendimiento de calor hacia el medio fermentativo de 24,5 o 101,2 KJ, lo que representa para una vendimia con una riqueza alcohólica potencial de 12 por 100 vol de 28,3 kcal, que supondría una elevación de la temperatura instantánea sobre el ambiente de 28,3°C en el hipotético caso de desprenderse instantáneamente. En la práctica, esta cantidad de calor se desprende durante varios días, por lo que el máximo de temperatura alcanzado por la vendimia es inferior al señalado, dependiendo de los siguientes factores: cantidad de azúcares de la vendimia, temperatura inicial de la vendimia, velocidad de la fermentación, dimensiones del depósito de fermentación, tipo de material de las paredes del depósito de fermentación, condiciones térmicas ambientales de la bodega” (J. Hidalgo, “Tratado de Enología” pp. 589).

Continuando con Hidalgo se asume que para fermentaciones tintas a temperaturas entre 25 a 30°C se alcanzan velocidades puntas de 44-66 g de azúcar/litro.día, con velocidades máximas de desprendimiento de calor de 310 a 465.10<sup>-3</sup> W/litro. En el caso de los blancos, si fermentan entre 15 a 30°C se obtienen velocidades puntas de 22-33 g de azúcar/litro.día, con velocidades máximas de 155 a 233.10<sup>-3</sup> W/litro.

### III. Materiales y métodos

#### 3.1 Métodos de estudio utilizados

En el presente capítulo se plantean las etapas para el estudio del comportamiento termoenergético de la bodega vitivinícola Bertolini y Broglio para conocer la situación actual del edificio y poder así generar propuestas de reacondicionamiento del mismo, en busca de las condiciones térmicas y de calidad de aire interior en el ambiente construido para el óptimo desarrollo de los procesos productivos.

El diseño de la bodega conjuga factores humanos, tecnológicos, productivos, organolépticos y un equilibrio entre recursos; estos son influidos por el ingreso de la materia prima (uva) que marca una clara temporalidad.

El proyecto arquitectónico, además de contemplar la distribución y los aspectos del proceso productivo, debe considerar la evaluación y propuesta de la envolvente del edificio, la cual nos proporcionará la mayor parte de las condiciones microclimáticas requeridas para cada etapa del proceso. Una mejor envolvente ayuda a tener las temperaturas interiores más estables y en consecuencia un menor consumo de energía por acondicionamiento artificial.

Este trabajo se centró principalmente en el monitoreo y evaluación de temperatura presentes en los distintos locales, teniendo en cuenta las actividades principales de la producción: fermentación y conservación.

Para ello se propuso la realización de un diagnóstico mediante mediciones *in situ* durante los períodos más críticos del año (frío-caluroso), utilizando para la recolección de datos los instrumentos mencionados en la siguiente tabla:

Tabla 12 - Instrumentos para recolección de datos.

Instrumento	Modelo
Termómetros humedad y temperatura	Dataloggers RHT 10 Extech
Cámara termográfica	FLIR 6 Modelo E6
Medidor digital de Luz (Luxómetro)	Extech Modelo EA31
Medidor de Co2	Extech Modelo CO250

Para su evaluación se fijaron índices de referencia a partir de los datos estadísticos de la zona geográfica (temperatura, humedad, vientos); se contó también con datos pluviales de ambos períodos brindados por los propietarios de la bodega a estudiar.

El siguiente paso fue la elaboración de un modelo teórico del edificio a partir de los datos relevados, mediante el Software Design Builder, a través del cual se simuló el comportamiento térmico y consumo energético aproximado de la bodega.

A partir de los datos obtenidos en el estudio anterior, se continuó con la simulación y evaluación de propuestas de reacondicionamiento térmico y energético del edificio. Se

plantearon dos propuestas, la primera consideró modificaciones en el uso del edificio y pequeña obra, mientras que, en la segunda, se plantearon transformaciones en la envolvente.

Así como también se lleva a cabo la evaluación de estrategias de mejoras del comportamiento energético y térmico mediante sistemas pasivos, como un intercambiador de calor aire-tierra. Se procedió a diseñar y calcular los tubos necesarios para reducir el consumo en sistemas de climatización, así como pre tratar el aire usado para ventilación.

Para realizar dicha evaluación, se contó con las siguientes herramientas:

Una planilla de campo donde se registraron las propiedades visibles de la envolvente: material, espesor, acabado, patologías, orientaciones, si recibe radiación directa, etc.

A su vez, una planilla de datos de campo con valores obtenidos por mediciones a través de la cámara termográfica (Flir), luxómetro, medidor de CO<sub>2</sub> y registrador de temperatura y humedad (Anexo 1).

Además, se creó un formulario de entrevistas a realizar a personas especialistas en el tema, entre ellos se encuentra uno de los dueños de la bodega estudiada, Ing. Agr. J.P. Broglio; el director de INIA Salto Grande, Ing. Agr. Fernando Carrau; ex dueño de la bodega Orihuela, Cdor. Patricio Orihuela; y enólogos de distintas bodegas como son: Enol. Adrian Morena (bodega Garzón), Enol. Carolina Damiano (bodega Carrau), Enol. Victoria González (bodega Bouza).

Por otra parte, se hizo uso de una planilla de modelización para el ingreso de datos en el programa de simulación energética - Design Builder. Éstas contienen las propiedades termofísicas de los materiales que componen el edificio, además de los datos de las principales actividades, entre otras.

Por último, se elaboró una planilla de resultados a partir de los datos obtenidos en los puntos anteriores.

### **3.2 Descripción del edificio**

La infraestructura principal de la bodega se construye en el año 2005, caracterizada por su estilo colonial. El edificio tiene una orientación oeste – este, en formato rectangular con un factor de compacidad de 0.49; únicamente el 5% del área expuesta es vidriadas o huecas, cerrándose principalmente al norte y al sur.

La construcción consiste de cuatro niveles; nivel sub suelo (cava), planta baja, planta intermedia y planta superior. El subsuelo presenta unas dimensiones de 4x10 m, fraccionada en cinco sectores por arcos de mampostería donde se encuentran las botellas y barriles de roble, en los cuales se estacionan los vinos más finos. En cuanto a la planta baja, sus dimensiones son de 10x10 m; en ella se encuentran los tanques de acero inoxidable de distintos volúmenes para fermentación y guarda del producto. Además, sobre el oeste, incluye un depósito y servicios higiénicos. La planta intermedia se ubica sobre éstos últimos y alberga el laboratorio, contando únicamente con aberturas hacia el interior del edificio. El nivel superior mantiene las mismas

dimensiones espaciales que la planta baja debido a que es un espacio en doble altura, por tanto, están permanentemente intercomunicados por un espacio común. La planta superior alberga la recepción, acondicionamiento y estrujado de la uva en vendimia.

El edificio cuenta con dos escaleras: una que comunica planta baja, intermedia y superior, y otra que conecta el subsuelo con planta baja. Para el transporte de cargas se utiliza un elevador que conecta todos los niveles exceptuando la planta intermedia.

En el año 2007 se realizaron dos ampliaciones a los laterales norte y sur de la planta baja; la ampliación norte con la finalidad de guarda y etiquetado de botella, mientras que la sur destinada a alojar tanques de acero inoxidable de menor porte y barricas de roble para fermentación de vino blanco y guarda respectivamente.

Tabla 13 - Denominación y destino de los locales.

Nombre del local		Destino
L01	Cava	Crianza en botella y barrica
L02	Sala de Etiquetado	Almacenaje vino en botella y zona etiquetado
L03	Central – Planta baja	Área fermentativa de tintos y llenado de botellas
L04	Sala de Barricas	Área fermentativa de blancos y almacenaje en barricas
L05	S.S.H.H	Servicio
L06	Vestuario	Servicio
L07	Laboratorio	Análisis
L08	Central – Planta Alta	Área de producción

## IV. Registros y mediciones

### 4.2 Mediciones *in situ* y análisis de datos

#### 4.2.1 Temperatura y humedad.

Las mediciones *in situ* y análisis de datos de temperatura y humedad fueron tomadas en dos períodos correspondientes a los meses de temperaturas extremas. Se seleccionó un rango de días representativos en cada período que van del 11 de julio al 1 de agosto del 2017 y del 20 de diciembre al 21 de febrero del 2018. Las temperaturas y humedades relativas fueron tomadas con dataloggers RHT 10 Extech, con registros cada 30 minutos, ubicados en cada uno de los locales (fermentación, crianza, embotellamiento), a una altura media de dos metros desde el nivel del suelo (Figura 3).

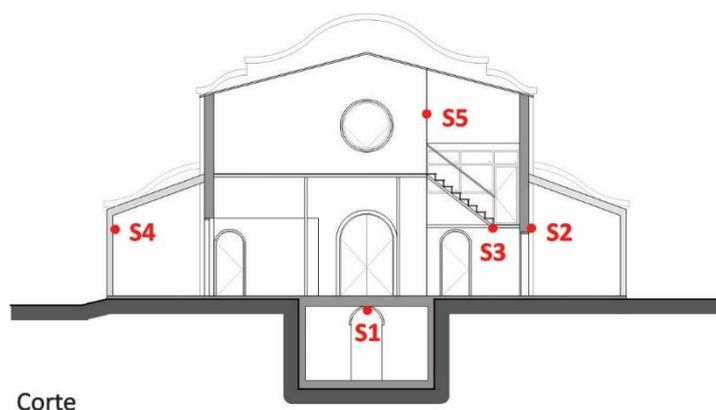


Figura 3 - Ubicación de los sensores de temperatura y humedad en el edificio.

Se monitoreó además datos de temperatura y humedad relativa exterior, para ello se protegió el sensor de la radiación solar directa.

Tabla 14 - Temperaturas registradas en el monitoreo *in situ*.

		Exterior	L01 (S1)	L02 (S2)	L03 (S3)	L04 (S4)	L08 (S5)
P. Frío	Temp. media (°C)	17.25	17.05	18.05	-	16.20	16.50
	Temp. máxima (°C)	18.20	16.70	17.70	-	15.90	15.80
	Temp. mínima (°C)	14.90	16.60	17.40	-	15.70	15.60
	Amplitud (°C)	3.30	0.10	0.30	-	0.20	0.20
	Amortiguación (°C)	-	0.03	0.09	-	0.06	0.06
P. Caluroso	Temp. media (°C)	29.00	23.37	24.51	24.18	24.04	28.86
	Temp. máxima (°C)	33.80	23.68	25.20	27.08	25.51	33.83
	Temp. mínima (°C)	24.26	23.14	23.05	23.64	22.74	24.62
	Amplitud (°C)	9.55	0.53	2.15	3.43	2.77	9.21
	Amortiguación (°C)	-	0.06	0.23	0.36	0.29	0.96

A partir de consultas a los usuarios se sabe que, únicamente durante el período caluroso se utilizó energía mecánica para climatizar el ambiente, es decir que se enciende como un segundo

recurso cuando no se llega a la temperatura deseada mediante la climatización individual por tanque.

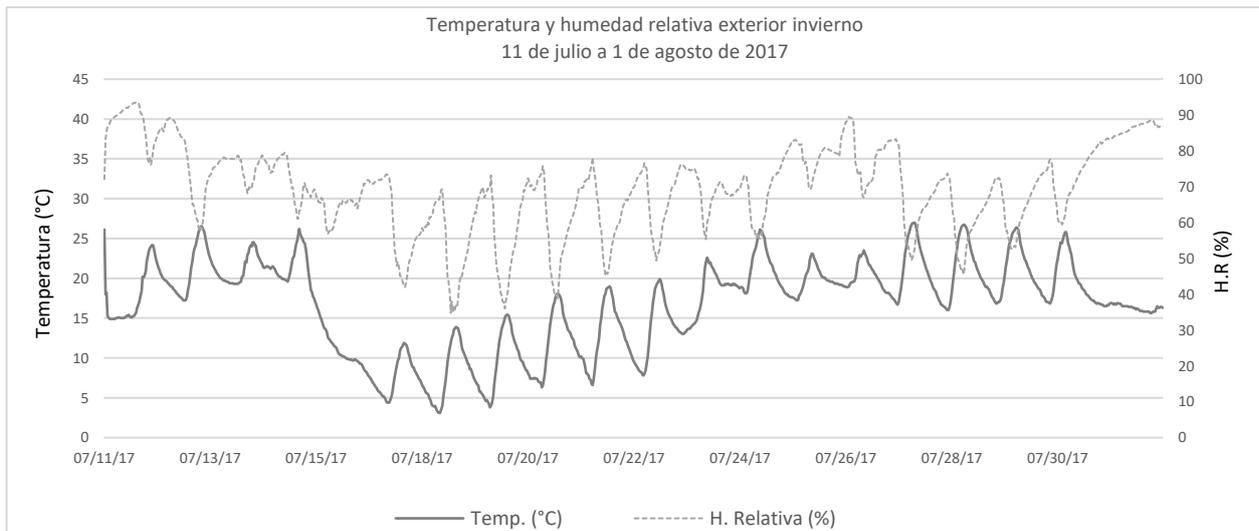


Figura 4 - Mediciones *in situ*, invierno. Temperatura y humedad relativa exterior.

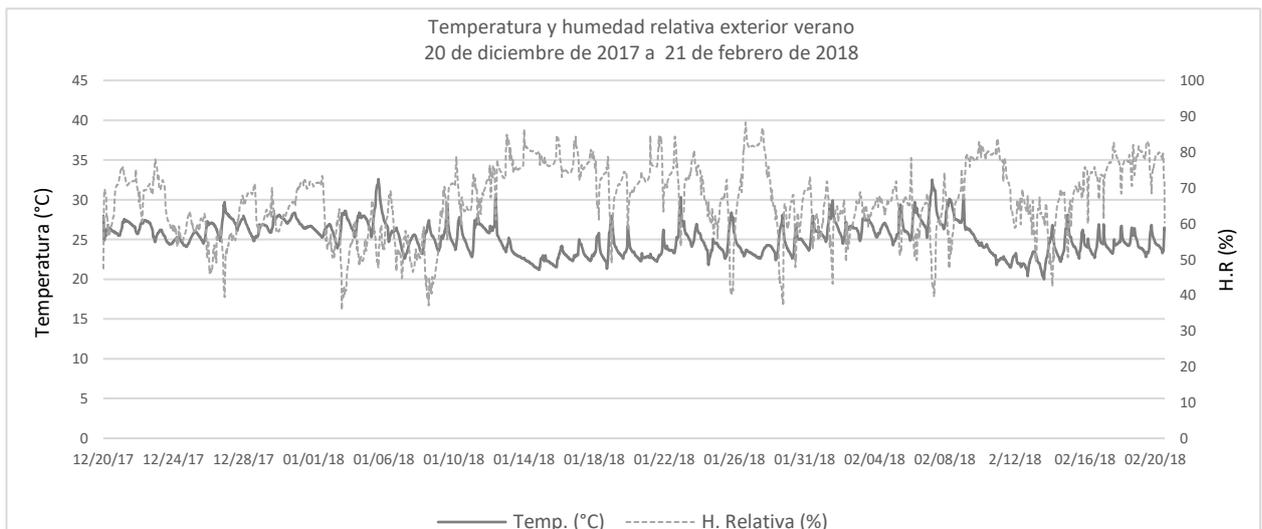


Figura 5 – Mediciones *in situ*, verano. Temperatura y humedad relativa exterior.

Se registra en los días de invierno monitoreados una media de 17.5 °C con una amplitud de 3 °C, en cuanto al período caluroso presentó una media de 29 °C con una amplitud de 9.55 °C.

Para el cálculo de la amplitud se utiliza la siguiente ecuación:

$$A. \text{ ext} = \text{Prom. Txm} - \text{Prom. Tnm}$$

Ecuación 13

Donde:

A: Amplitud (°C)

Txm: Temperaturas máximas medias (°C)

Tnm: Temperaturas mínimas medias (°C)

En las gráficas de temperatura se puede observar lapsos donde se produce un notorio descenso de la curva; a partir de los registros de pluviometría podemos comprobar que dicho efecto se produce como consecuencia de las precipitaciones (Figuras 4 y 5).

Con respecto a la humedad relativa, durante el verano se llegó a un promedio de 50%, el período presenta varios “picos” con mínimas de 35% y máximas de 90% aproximadamente (Figura 5).

Por otro lado, el invierno presenta también variaciones, pero no tan bruscas con un promedio de 69%, con mínima y máxima de 35 y 93% respectivamente (Figura 4).

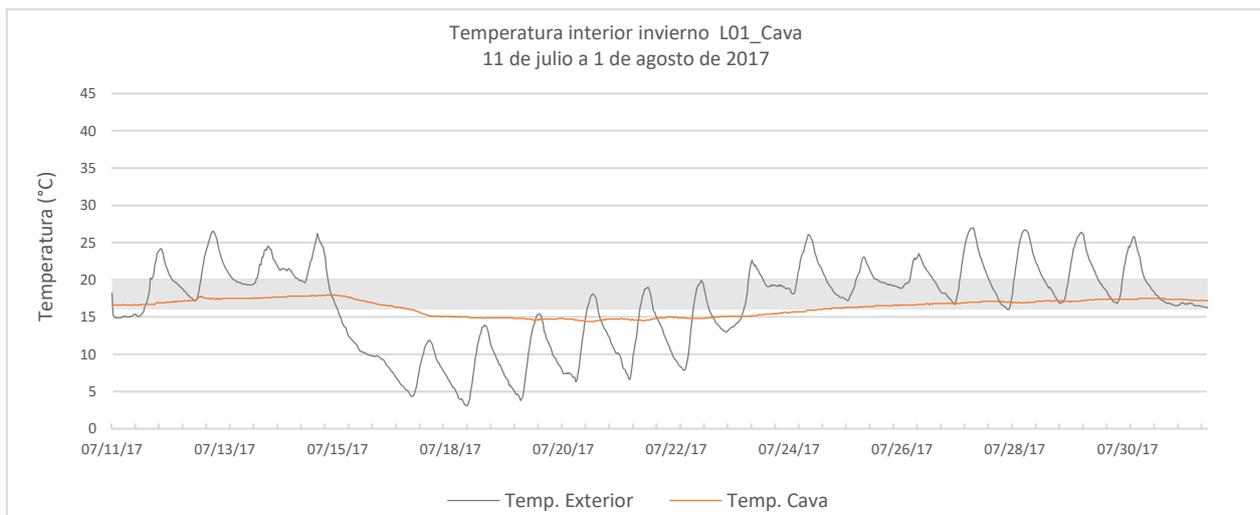


Figura 6 - Mediciones *in situ*, invierno. Comparación entre la temperatura exterior, la temperatura interior y las condiciones óptimas del local L01\_Cava.

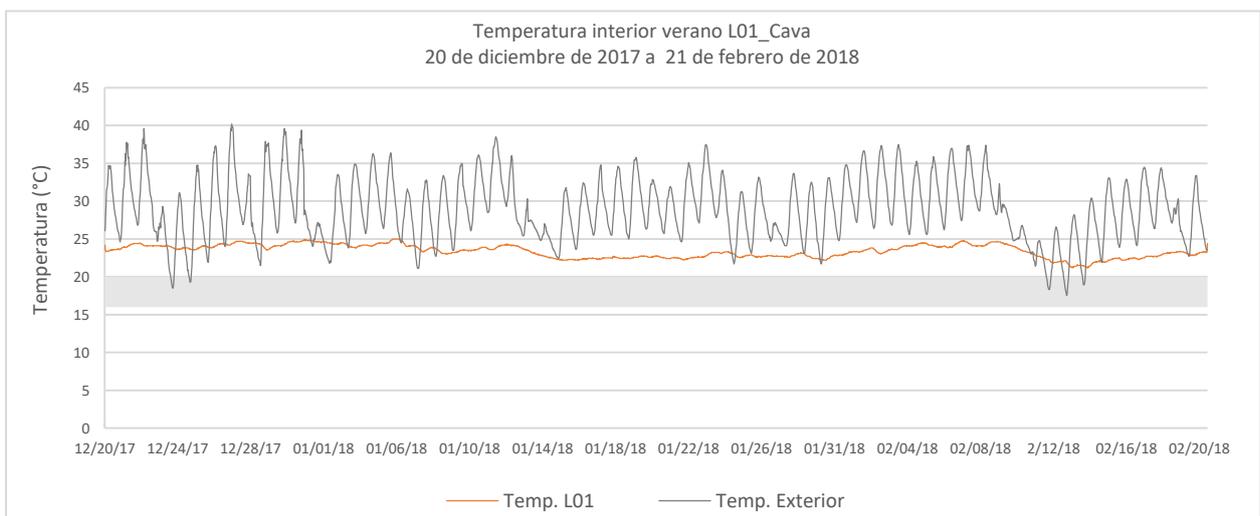


Figura 7 - Mediciones *in situ*, verano. Comparación entre la temperatura exterior, la temperatura interior y las condiciones óptimas del local L01\_Cava.

La cava presenta una temperatura media en el período frío de 17.05 °C y 23.37 °C en el caluroso. El ambiente tiene gran estabilidad térmica, ya que la amplitud es de 0.10 °C y 0.53 °C

respectivamente. Respecto al exterior, se obtiene una amortiguación de 0.03 °C en invierno y 0.06 °C en verano; para este cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$Amortiguación (°C) = \frac{Amp. Local}{Amp. Exterior}$$

Ecuación 14

Al ser un espacio subterráneo este se beneficia de la inercia que brinda la tierra, el suelo actúa como amortiguador, retrasa la transferencia de energía con el aire exterior evitando significativas variaciones de temperatura que, al cambiar lentamente y ser más estable, permite mayor control sobre el proceso fermentativo. Al ser un local donde se produce fermentación -en este caso malo láctica- la envolvente exterior dispone de un extractor de aire principalmente para expulsar el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). La extracción mecánica de flujo de aire extrae también con él parte de la energía en forma de calor, esencialmente en el verano cuando es más utilizado.

A pesar de lo antes descrito, en el período caluroso no se logra la temperatura óptima para para la cava, los valores están por encima de lo requerido. En el caso del invierno la mayor cantidad de horas la temperatura interna se encuentra dentro del óptimo.

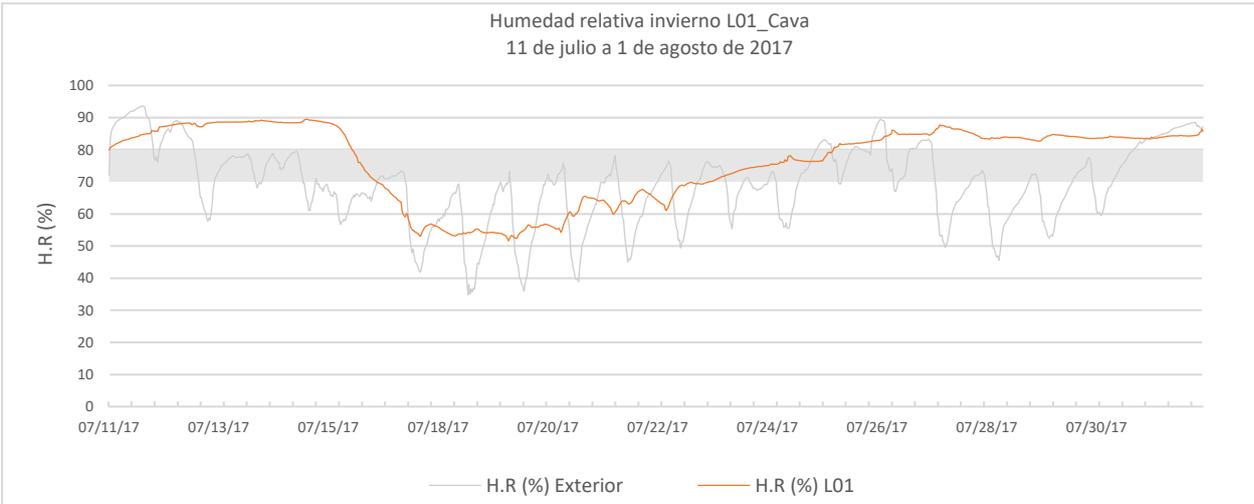


Figura 8 - Mediciones *in situ*, invierno. Comparación entre la humedad relativa exterior, humedad relativa interior y las condiciones óptimas del local L01\_Cava.

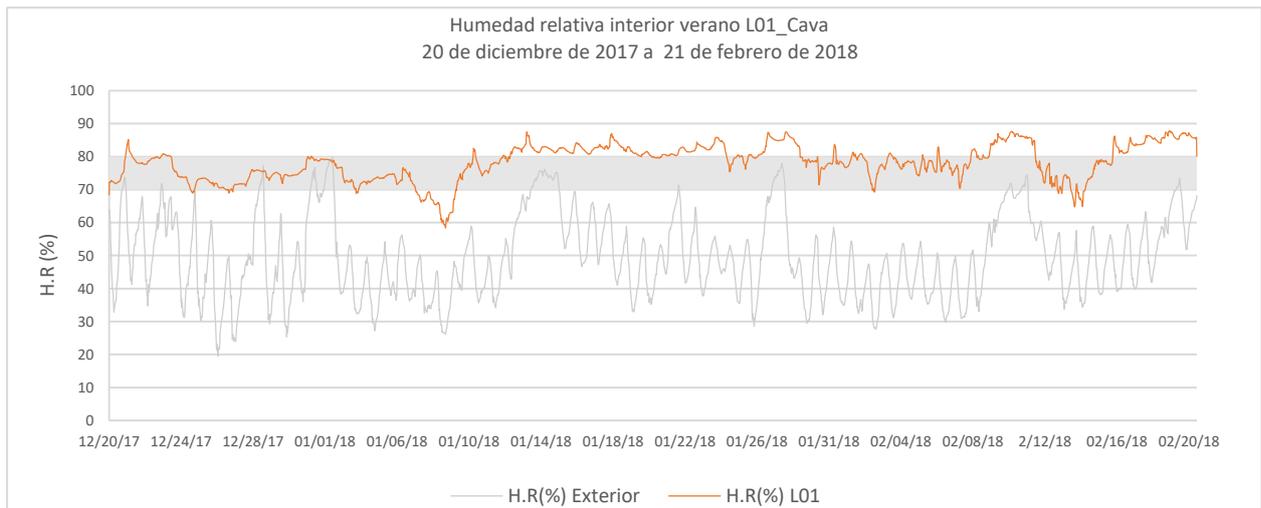


Figura 9 - Mediciones *in situ*, verano. Comparación entre la humedad relativa exterior, humedad relativa interior y las condiciones óptimas del local L01\_Cava.

En comparación al resto de los locales la humedad, se presenta más estable respecto a las variaciones exteriores. Durante la fase monitoreada en verano (Figura 9), la curva es más sinuosa, pero se encuentran la mayor cantidad de tiempo dentro de lo aceptable; en cambio en invierno (Figura 8) la curva es más lineal, pero con valores sobre o debajo de lo requerido.

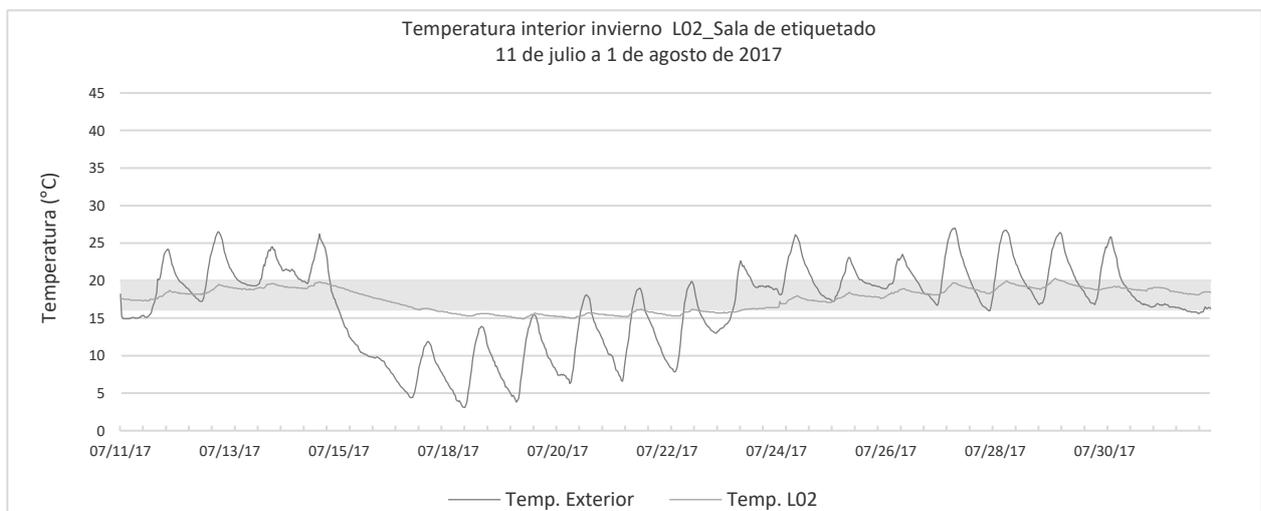


Figura 10 – Mediciones *in situ*, invierno. Comparación entre la temperatura exterior, temperatura interior y las condiciones óptimas del local L02\_Sala de etiquetado.

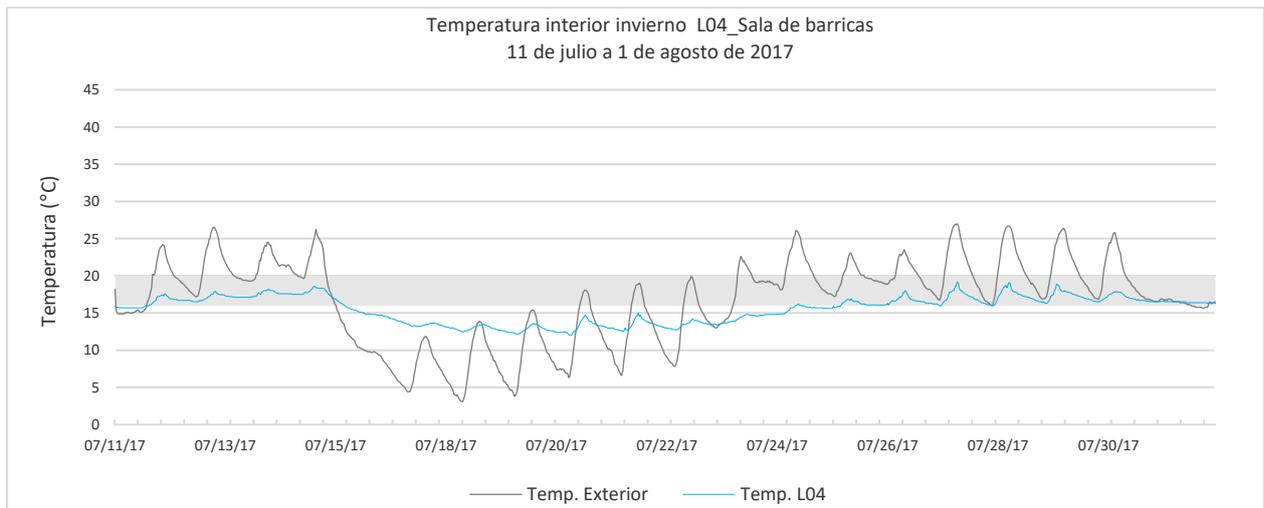


Figura 11 - Mediciones *in situ*, invierno. Comparación entre la temperatura exterior, temperatura interior y las condiciones óptimas del local L04\_Sala de barricas.

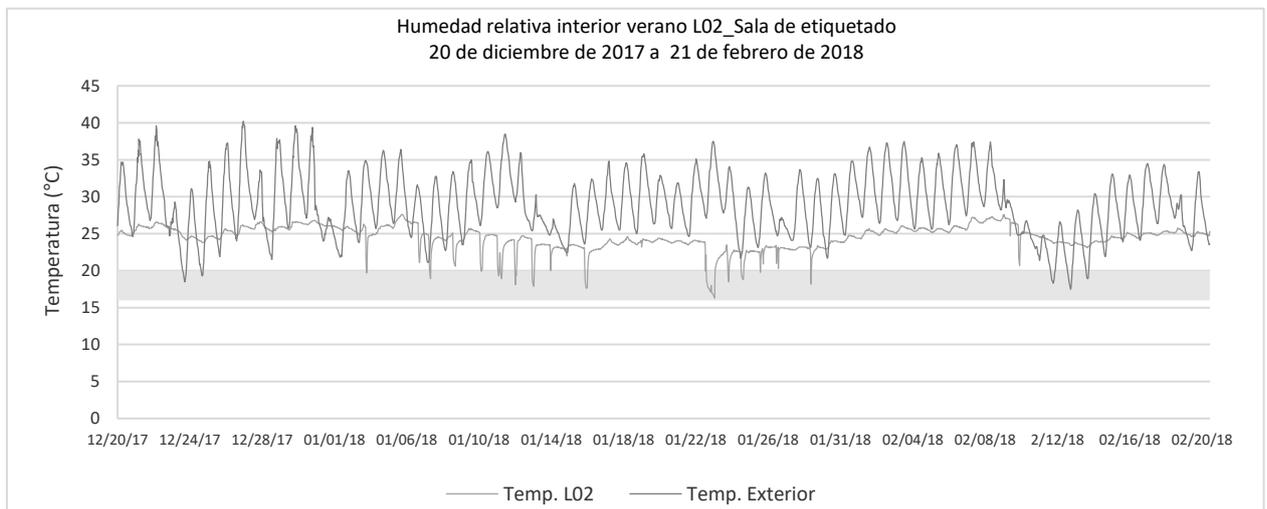


Figura 12 - Mediciones *in situ*, verano. Comparación entre la temperatura exterior, temperatura interior y las condiciones óptimas del local L02\_Sala de etiquetado.

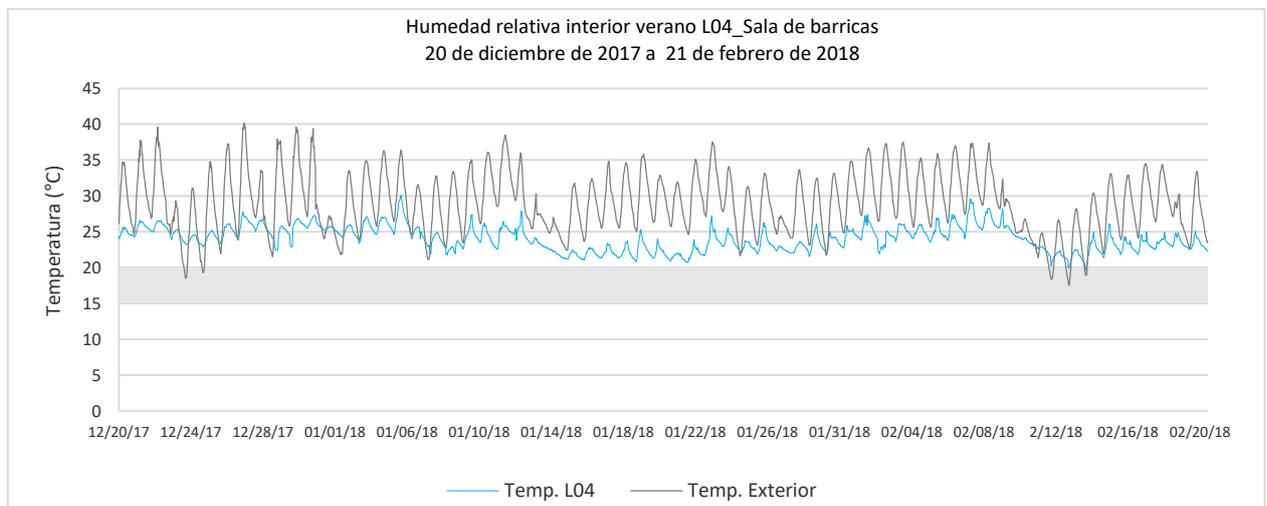


Figura 13 - Mediciones *in situ*, verano. Comparación entre la temperatura exterior, temperatura interior y las condiciones óptimas del local L04\_Sala de barricas.

La sala de etiquetado presentó una temperatura media en el período frío de 18.05 °C y 24.51 °C en el periodo caluroso; la amplitud es de 0.30 °C y 2.15 °C respectivamente. Respecto al exterior, se obtiene una amortiguación de 0.09 °C en invierno y 0.23 °C en verano.

En la sala de barricas se obtuvo una temperatura media de 16.20 °C en el período frío y 24.04 °C en el período caluroso; la amplitud registrada fue 0.20 °C y 2.77°C. En cuanto a la amortiguación fue entre 0.06 °C y 0.29 °C.

La diferencia de optimización ambiental entre la sala de etiquetado y la sala de barricas -las cuales presentan la misma materialidad en sus cerramientos- radica principalmente en su orientación, la primera se encuentra orientada al norte por lo que se encuentra con mayor exposición a la radiación solar directa y a mayores intercambios convectivos, aunque cuenta con una protección exterior de malla sombra. La segunda se orienta al sur, recibiendo menor cantidad de radiación solar, y a su vez cuenta con un tejido vegetal que cubre su cerramiento principal.

Como se puede divisar en las gráficas, ambos locales presentan variaciones entre el día y la noche, lo que se puede visualizar por la presencia de los “picos” sobre todo en los meses cálidos. Dichas variaciones pueden ser causa del comportamiento térmico característico de la materialidad de los cerramientos, el panel térmico autoportante es un buen aislante térmico, pero presenta poca inercia térmica -o masa acumuladora-, el material ofrece resistencia al flujo del calor, pero no lo acumula, por ello se producen notables descensos de temperatura a medida que disminuye la temperatura exterior.

Durante el período frío la mayor cantidad de horas en ambos espacios se encuentran dentro de la temperatura aceptable (16-20 °C); en dicha ocasión se puede apreciar cómo influye la orientación sobre la temperatura interior, ya que la sala de etiquetado presenta temperaturas un poco más elevadas que la sala de barricas (2 °C). En verano los locales presentan características similares, la diferencia radica en los “picos” de las gráficas de temperatura producidos por el uso del aire acondicionado; sobre todo en la sala de etiquetado, debido a que en la sala de barricas se utiliza la refrigeración de los tanques como principal fuente de climatización.

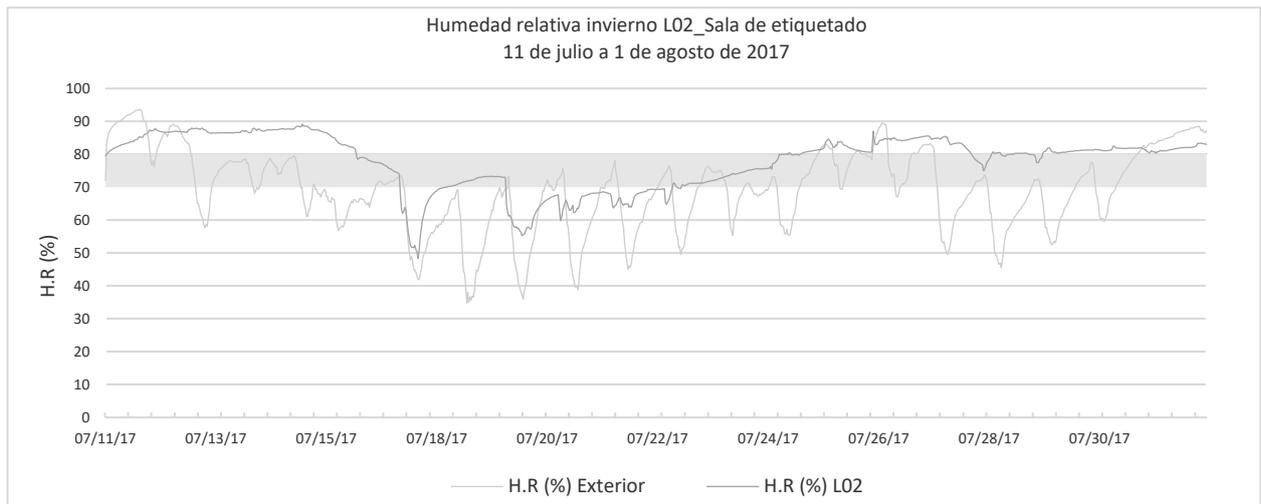


Figura 14 - Mediciones *in situ*, invierno. Comparación entre la humedad relativa exterior, humedad relativa interior y las condiciones óptimas del local L02\_Sala de etiquetado.

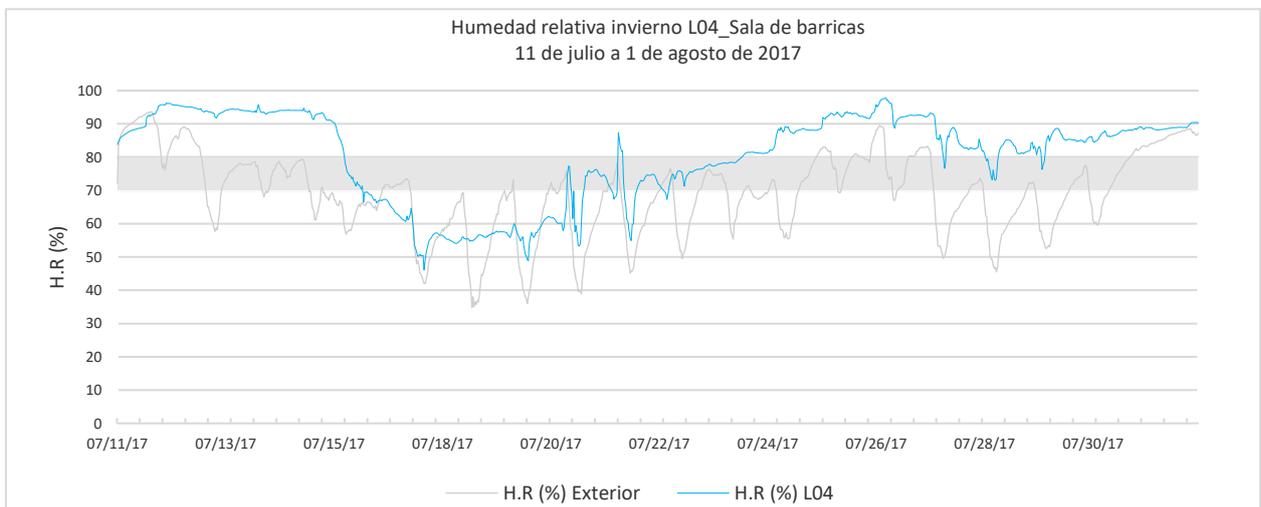


Figura 15 - Mediciones *in situ*, invierno. Comparación entre la humedad relativa exterior, humedad relativa interior y las condiciones óptimas del local L04\_Sala de barricas.

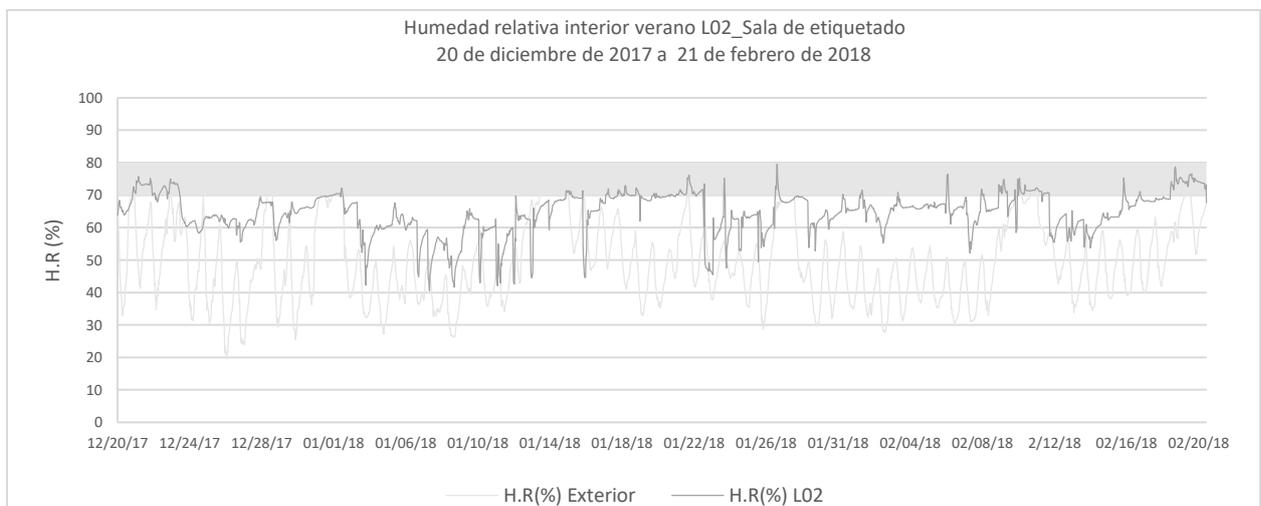


Figura 16 - Mediciones *in situ*, verano. Comparación entre la humedad relativa exterior, humedad relativa interior y las condiciones óptimas del local L02\_Sala de etiquetado.

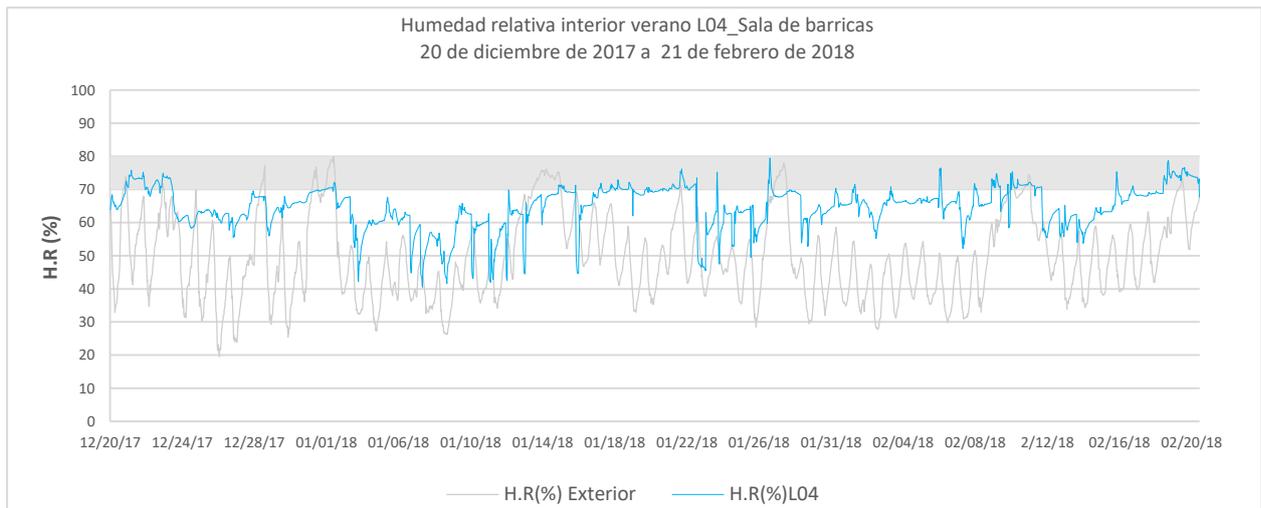


Figura 17 - Mediciones *in situ*, verano. Comparación entre la humedad relativa exterior, humedad relativa interior y las condiciones óptimas del local L04\_Sala de barricas.

La humedad se comporta de manera semejante en los dos locales, en el invierno ambos presentan variaciones similares, con la diferencia de que la sala de barricas obtuvo valores con un 10% superior al otro local. En ningún período se logra el porcentaje recomendado para la actividad (70-80%).

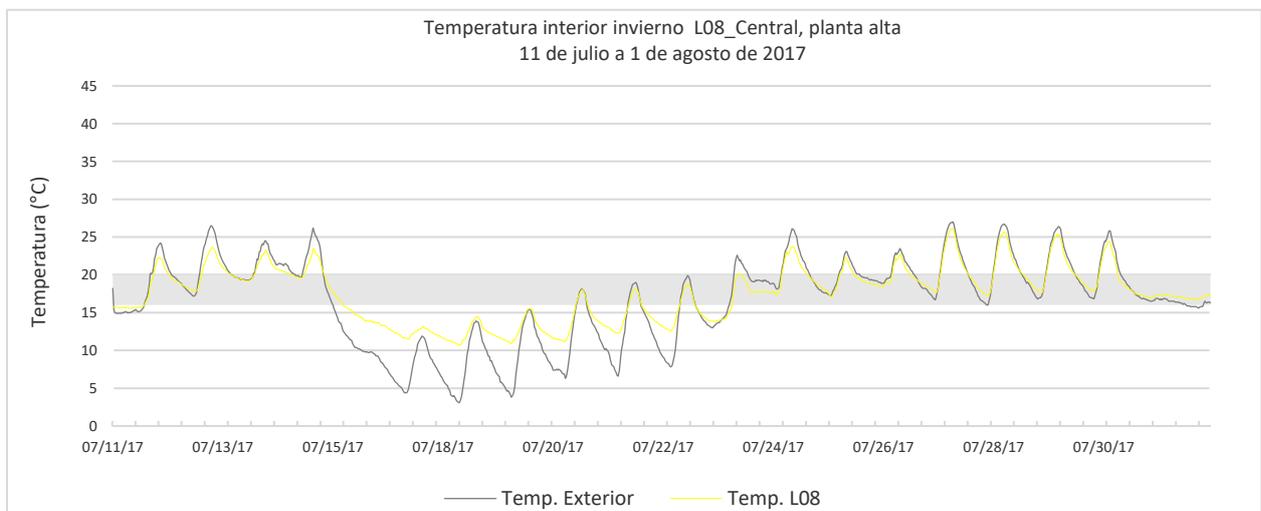


Figura 18 – Mediciones *in situ*, invierno. Comparación entre la temperatura exterior, temperatura interior y las condiciones óptimas del local L08\_Central, planta alta.

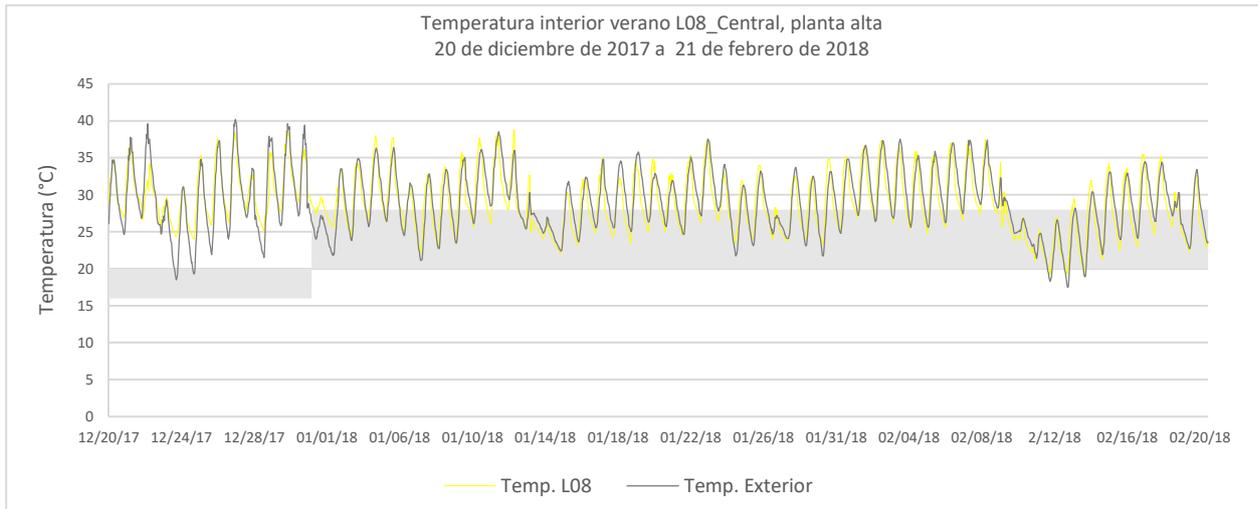


Figura 19 - Mediciones *in situ*, verano. Comparación entre la temperatura exterior, temperatura interior y las condiciones óptimas del local L08\_Central, planta alta.

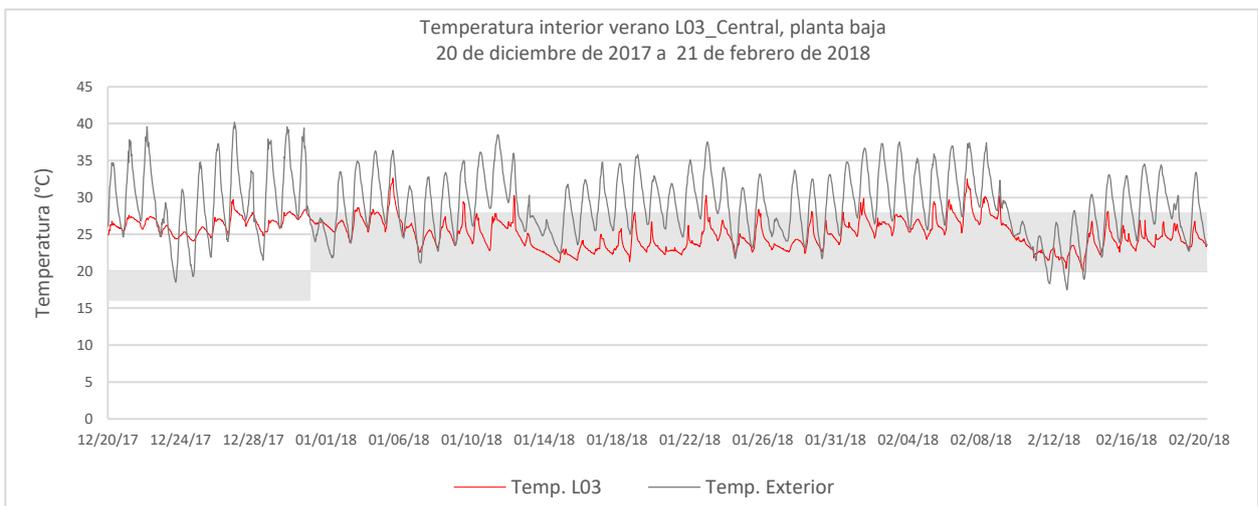


Figura 20 - Mediciones *in situ*, verano. Comparación entre la temperatura exterior, temperatura interior y las condiciones óptimas del local L03\_Central, planta baja.

En el edificio central, la zona del entrepiso presenta una variación de temperatura considerable, acompañando las variaciones diarias exteriores. Aquí, se registra una temperatura media para el invierno de 16.50 °C, mientras el verano indica 28.86 °C. Existe una gran diferencia entre ambos períodos, el frío registra una amplitud de 0.20 °C, mientras que el caluroso 9.21 °C. En cuanto a la amortiguación, es de 0.06 °C y 0.96 °C respectivamente.

Se agrega, en el período caluroso, un termómetro en la planta baja, permitiendo comparar ambos espacios y deja en evidencia el diferente comportamiento térmico. La presencia del volumen en doble altura generado por los huecos propicia que las masas de aire fluyan fácilmente. Este ambiente obtiene una temperatura media de 24.18 °C (4 °C menor al nivel superior), una amplitud de 3.43 °C (5.78 °C por debajo a L08) y una amortiguación de 0.36 °C.

El ambiente superior muestra una variación de temperatura interna considerable, acompañando las variaciones de temperatura diarias exteriores. Esto, podría ser causa de que

es el local con mayor área expuesta; también por la falta de hermeticidad, ya que el espacio presenta aberturas sin o con poca protección, lo que permite las pérdidas o ganancias de calor por infiltraciones, además que permite el ingreso de la radiación solar.

A pesar de que la planta baja alberga los tanques de fermentación, hay que recordar que el calor que se desprende del proceso químico de la fermentación tiende a subir; esta puede ser una de las razones de la diferencia de temperatura entre ambos niveles. A demás de esto, en la planta superior se concentran la mayoría de los equipos y trabajadores durante la vendimia.

Otra razón de dicho comportamiento es consecuencia de que el factor de huecos del espacio inferior es más controlado, ya que cuenta con locales adosados que reducen el área expuesta, además de que el uso de la ventilación natural cruzada “barre” el calor eficazmente.

El lapso monitoreado el local superior -en ambos períodos- apenas alcanza la temperatura aceptable (Figura 18 y 19), llegando únicamente antes o durante el mediodía solar durante el invierno y en horas de la noche en alguno de los días de verano. En el caso del nivel inferior, en el período monitoreado (verano) la mayor cantidad de horas durante enero y febrero se encuentra dentro de lo óptimo, a diferencia del mes de diciembre que se encuentra fuera del rango requerido en su totalidad (Figura 20).

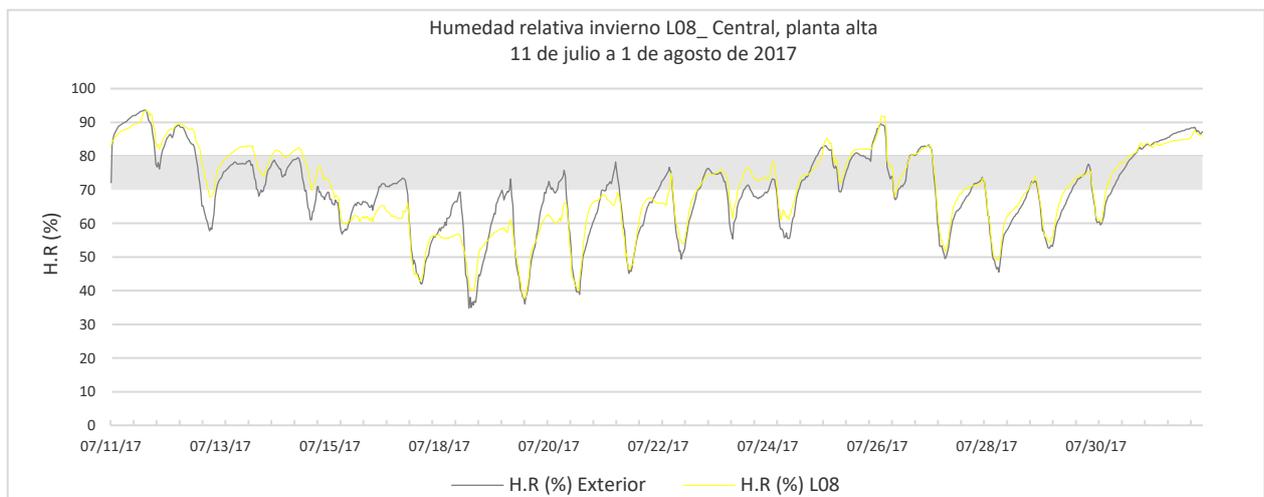


Figura 21 - Mediciones *in situ*, invierno. Comparación entre la humedad relativa exterior, humedad relativa interior y las condiciones óptimas del local L08\_Central, planta alta.

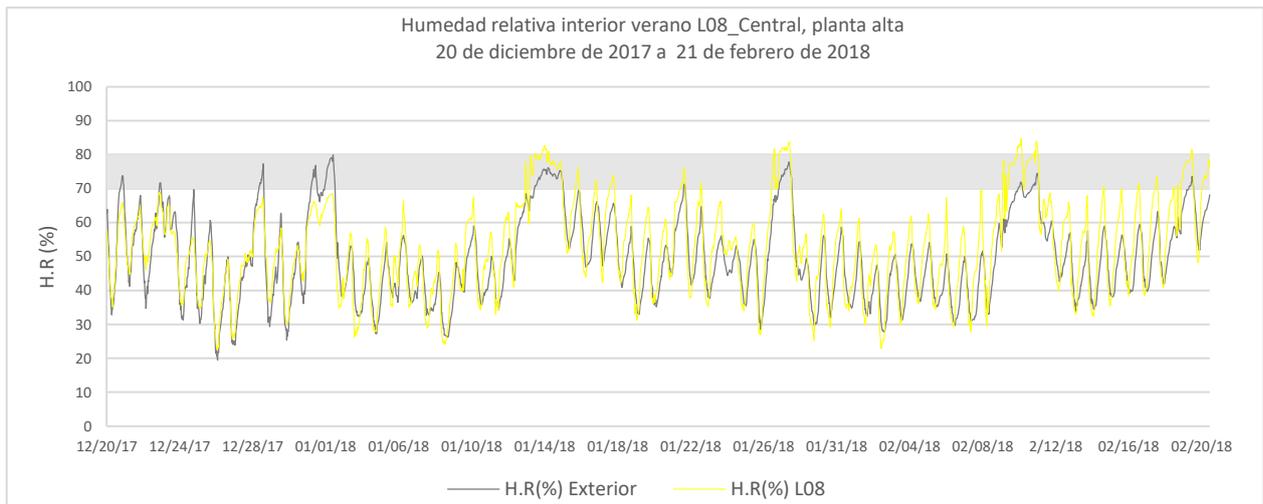


Figura 22 - Mediciones *in situ*, verano. Comparación entre la humedad relativa exterior, humedad relativa interior y las condiciones óptimas del local L08\_Central, planta alta.

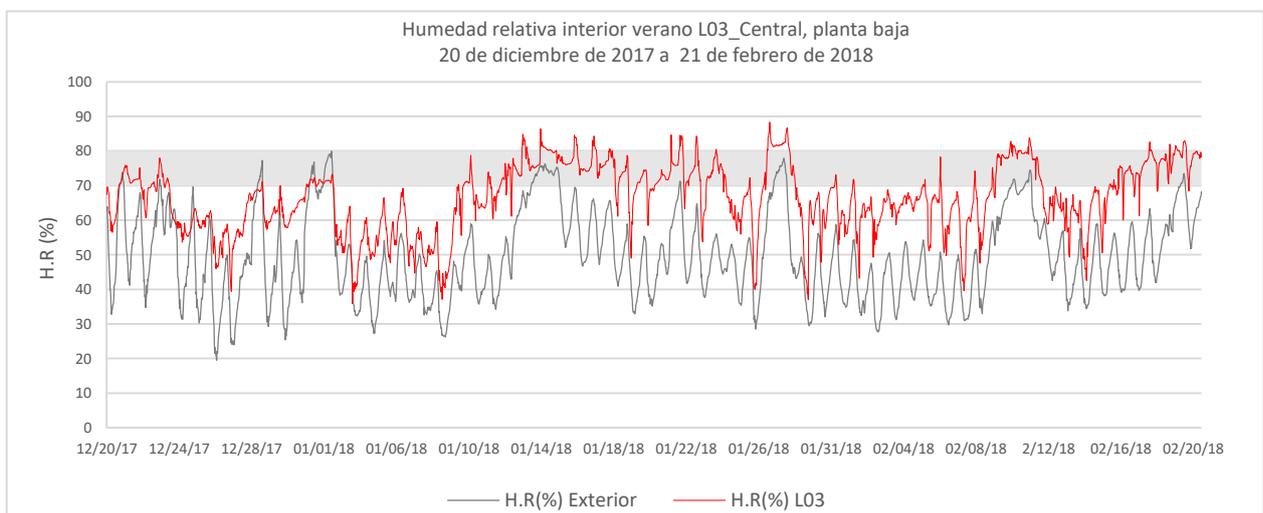


Figura 23 - Mediciones *in situ*, verano. Comparación entre la humedad relativa exterior, humedad relativa interior y las condiciones óptimas del local L03\_Central, planta baja.

La humedad relativa para el nivel superior se registró con valores y curvas contiguas a las exteriores en ambos períodos; los días donde hubo registro de lluvias, los niveles obtenidos son menores a los exteriores, mientras los demás son apenas más elevados. En el caso del nivel inferior, tiene el mismo comportamiento en cuanto a la conducta de la curva de humedad exterior, la diferencia radica en la separación de los valores entre una y otra.

**Comentario general sobre el comportamiento térmico de los locales.**

Corresponde destacar que la inercia del conjunto no se debe solamente a los cerramientos (muros, cubierta, pisos), sino también al vino alojado en la envolvente de vinificación. Este factor se define como inercia del contenido; como el vino tiene similares propiedades físicas que el agua, presenta gran inercia térmica.

En el caso de la disposición de la bodega, como se explicó anteriormente, las zonas de fermentación y crianza se encuentran en locales separados. En la zona de crianza (cava) la temperatura más controlada, se mantiene gracias a la estrategia pasiva que se optó (local subterráneo). En cambio, en la zona de fermentación (núcleo central y ala barricas), las temperaturas interiores se encuentran más próximas a las temperaturas exteriores, siendo necesario en el periodo caluroso el uso del aire acondicionado y los serpentines de enfriamiento que se utilizan en el interior de los tanques de acero inoxidable.

A partir de lo analizado se podría decir que el aprovechamiento de la inercia que brinda la tierra es una medida de gran optimización. Uno de los problemas que presenta el espacio subterráneo es lo higrotérmico, debido a la dificultad para ventilar el local y la humedad natural del terreno que lo rodea, sumado a esto, las bajas temperaturas que se consiguen en el verano vienen acompañadas de altas humedades relativas.

Se aprecia en todos los locales cómo la presencia de la radiación solar marca grandes diferencias horarias; por ello es importante tener en cuenta la capacidad de los materiales de retardar el tiempo en que la onda térmica logra atravesarlo. Cuanta más inercia presente la envolvente, más tarda la onda térmica en traspasarlo; así como el uso de materiales aislantes también ayuda a controlar esa onda de calor que tiende a penetrar por conducción hacia el interior.

Corresponde destacar que el edificio cuenta con enredaderas de hoja caduca sobre los cerramientos exteriores norte y sur, lo que permite proteger los planos asoleados y generar un leve descenso de la temperatura. Con respecto al cerramiento vidriado, el cristal cuenta con una lámina que protege del ingreso de la radiación solar.

Se considera que la temperatura del tanque donde se aloja el vino es más importante que la del espacio habitable, ya que la materia prima es la que debe estar controlada. Se debe tener en cuenta entonces el control de la temperatura del ambiente interior para favorecer las temperaturas requeridas del vino almacenado.

La especificidad del proceso requiere, para la conservación del producto de un rango de temperatura estable durante todo el año; dada las variaciones de la temperatura que se produce a lo largo del mismo, es muy difícil mantener esa estabilidad interna si el edificio no está aislado correctamente. De acuerdo a Neila (2004), “la dificultad radica en la definición del óptimo energético, pues no se puede diseñar independientemente para condiciones de invierno o para condiciones de verano, ya que, dado que los óptimos no coinciden, las soluciones adecuadas en una estación del año pueden ser no adecuadas en otras”.

La complejidad que presenta este programa es lograr dicho equilibrio térmico en conjunto con la ventilación necesaria para evacuar los gases nocivos emitidos al ambiente durante la fermentación.

Las aberturas exteriores en el edificio central permiten el ingreso de corrientes de aire “cruzadas”, es decir, se produce la ventilación por diferencia de presión entre huecos en fachadas opuestas donde una está sometida al viento. Dicha ventilación contribuye a aumentar las pérdidas de calor que se dan por convección a través de las paredes de los depósitos ayudando a la refrigeración del mosto, favorable en vendimia (verano), pero perjudicial en el invierno. Aun así, se debe tener cuidado ya que, si la temperatura exterior es superior como en este caso, la temperatura interior va a tender a igualarse como se vio anteriormente. El tipo de ventilación que se genera favorece la erradicación del CO<sub>2</sub>, gas que desciende y se acumula a nivel de piso.

#### 4.2.2 Imágenes termográficas - Temperatura superficial.

Las temperaturas superficiales de la envolvente fueron tomadas con una cámara termográfica FLIR 6 durante el invierno, el 11 de julio de 2017 a las 19.00 horas (Anexo 2).

A partir de las termografías se puede observar la distribución de la temperatura en la superficie de los objetos presentes en el campo de visión de la cámara. En los locales laterales se generan zonas frías en los encuentros de los paneles térmicos autoportantes, tanto entre ellos, como con el muro tradicional, donde se visualizan zonas más frías (azules).

En el núcleo central se evidencia la falta de aislamiento en la unión de la estructura del edificio con el cerramiento, lo que produce puentes térmicos. También la cubierta se registra como el cerramiento más frío de ese espacio. En cambio, la envolvente de muro doble es la que acumula más calor, la inercia de la misma hace visible este efecto varias horas después de cesar la insolación, a su vez, se distingue que la planta alta recibe más carga solar durante el día que la inferior. Se observa también los puentes térmicos tanto en los marcos como en la hermeticidad de ventanas, y uniones de distintos cerramientos.

#### 4.2.3 Medición de iluminación.

Se utilizó el medidor digital de luz -luxómetro- Easy View, marca Extech, modelo EA31. Las mediciones se realizaron el 11 de julio de 2017, se optó por registrar únicamente los niveles de iluminación en la cava, donde los niveles de iluminación deben ser muy bajos para no incidir en la calidad del producto almacenado. Dentro del local, se tomaron tres puntos de referencia caracterizados por distintos tipos de iluminación.

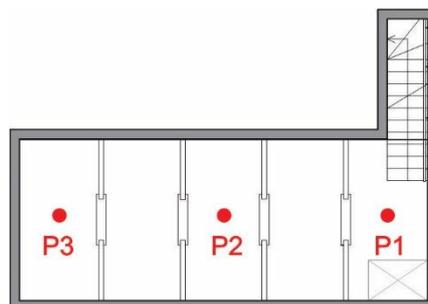


Figura 24 - Puntos de referencia en planta para el registro de niveles de iluminación por monitoreo *in situ*.

Tabla 15 – Niveles de iluminación registrados en el monitoreo *in situ*.

Sector	Tipo de luz	Lux
P1 - entrada	Frecuentes (luz guía y general)	40
P2 - centro	Solo luz guía	1.8
P3 - final	Sin luz	0

Como se puede observar en la Tabla 15, y a partir de los niveles de iluminación recomendados para bodega por Hidalgo (2010) visto en el apartado anterior, se puede decir que los niveles obtenidos en la cava son relativamente bajos. Puesto que el local se utiliza para crianza en botella y barrica, no sería necesario el uso de iluminación; a pesar de esto, el nivel de lux registrado en P1 -donde se utiliza la iluminación general, más la guía- 40 lux, no alcanza los 70 a 100 lux recomendados, para poder realizar las actividades cómodamente se deben encender todos los puntos con luminarias generales.

#### 4.2.4 Medición de CO<sub>2</sub>.

Los niveles de CO<sub>2</sub> se midieron un día representativo de cada período que son 11 de julio de 2017 y el 21 de febrero de 2018, plena vendimia; se registró los valores de la cava y el exterior; a su vez, en las mediciones de diciembre se agregan la sala de barricas, y sala de etiquetado, haciendo uso del medidor portátil marca Extech modelo CO250.

Tabla 16 – Niveles de CO<sub>2</sub> registrados en el monitoreo *in situ*.

Espacio	ppm	
	11 de julio 2017	21 de febrero 2018
Exterior	464	470
Cava	610	4390
Sala de etiquetado	-	1150
Sala de barricas	-	5765

Se observa a partir de la Tabla 16, que en invierno los niveles de CO<sub>2</sub> detectados en la cava se encuentran dentro de la calidad de aire interna aceptable. Sin embargo, en verano durante la vendimia, los valores registrados en la sala de etiquetado se encuentran dentro del límite tolerable (1000ppm), mientras que en la cava y la sala de barricas -locales donde se produce fermentación alcohólica- se alcanzan niveles entre 4390 y 5765 ppm, límite promedio de exposición de ocho horas. Corresponde destacar que la concentración de CO<sub>2</sub> monitoreada se encuentran muy próximo a los 6000 ppm, nivel preocupante que resulta perjudicial para la salud, en estos casos solo se permite exposiciones breves.

Para revertir los altos niveles de CO<sub>2</sub> se debe implementar una correcta ventilación de los ambientes, con un nivel de caudal suficiente para la remoción de los gases nocivos.

## V. Comportamiento térmico y consumo energético actual - Simulación.

Para la realización del estudio termoenergético de la bodega se utilizan planos creados a partir de relevamientos y aportes de los propietarios, para luego llevar a cabo la modelización energética en el software Design Builder.

Conocer el comportamiento energético del edificio permite optimizar los gastos durante la vida útil del mismo, por eso es importante que estos estudios se realicen en la etapa de proyecto evitando así tener que tomar medidas de mitigación posteriormente.

A partir de la estructura modular del programa se crea un modelado 3D de la construcción, el cual es tomado como núcleo y se complementa con otros módulos (características del sitio, iluminación, ocupación, masa interna, sistema constructivo, HVAC) para un análisis integral.

### 5.1 Ingreso de datos

#### 5.1.1 Opciones de modelo.

Los datos obtenidos son sistematizados y clasificados para cargar dicha información en los módulos correspondientes del software.

Los puntos a tener en cuenta para configurar la información obtenida son los siguientes:

- Los datos de cerramientos y acristalamientos se cargan de la opción general, permitiendo definir los cerramientos del modelo de forma personalizada;
- Los datos de ganancias internas por personas, aparatos e iluminación se definen por separado.

El método de ocupación consiste en la densidad de la actividad.

De acuerdo al *Manual de ayuda Design Builder* en español,

“la fracción latente de las ganancias por ocupación es calculada por EnergyPlus con base en la temperatura interior y la tasa metabólica. En este caso, la proporción de ganancias sensibles respecto a las totales será menor en la medida en que aumente la temperatura de la zona. Con temperaturas interior por encima de los 30°C prácticamente todas las ganancias por ocupación se considerarán latentes.” (Pp. 79).

Unidades de ganancias por iluminación y por aparatos: densidad de potencia.

- La sincronización representa el control de los horarios en los que se dan distintos sucesos en el edificio, ya sea la ocupación, el funcionamiento de la luminaria, equipos, ventilación, entre otros. La sincronización se modela de forma programada.
- Los sistemas de climatización del edificio se modelan con la opción HVAC simple. El dimensionado de HVAC se define manualmente la capacidad de los sistemas.
- La ventilación natural se modela mediante la opción programada; tasas máximas de renovación de aire (renov/h) se modifican en el tiempo mediante programaciones.

Las unidades de infiltraciones son la tasa de renovación de aire por hora (ac/h), considerando condiciones de presión normales.

## 5.1.2 Datos de modelo.

### ***Datos meteorológicos.***

Para determinar el rango de valores del funcionamiento óptimo del diseño de refrigeración y calefacción del edificio, se utilizaron los datos climáticos que determina la ASHRAE para la zona climática de Salto. Se considera éste y no al departamento de Paysandú por su mayor proximidad al mismo.

Tabla 17 - Datos climáticos para el diseño de calefacción.

Percentil 99.6%	
Temperatura de Bulbo seco (°C)	Velocidad del viento (m/s)
5	10

Tabla 18 - Datos climáticos para el diseño de refrigeración.

Percentil 0.4%		
Temp. máx. de Bulbo seco (°C)	Temp. coincidente Bulbo seco (°C)	Temp. mín. de Bulbo seco (°C)
34.5	28.7	10

### ***Ocupación.***

El edificio se utiliza para actividades del proceso productivo del vino; en las siguientes planillas se definen datos relacionados con el uso y ocupación para cada uno de los espacios. Para esta primera aproximación se parte de datos brindados por los usuarios sobre el uso de cada local y del estudio de las distintas etapas del proceso de elaboración del producto para crear una estimación del uso real del edificio.

Cabe destacar que los espacios de servicios, como baño y depósito, son considerados como no acondicionados debido a su poca frecuencia de ocupación, por lo que no se consideran relevantes entonces sus ganancias internas para los cálculos.

Se determina un horario general para el edificio que varía dependiendo la época; al cambiar también el número de trabajadores se considera una alteración de la misma con una ocupación del 50% en la época de menor ocupación. A su vez, para zonas de uso esporádico se crea un horario en el cual se estima la cantidad de horas que podrían llegar a utilizarse por día; esto no significa que sea específicamente en ese horario que es utilizado el espacio.

En la época de vendimia se extiende el horario, estimándolo en diez horas diarias todos los días de la semana (Anexo 3). El resto del año varía de acuerdo a las actividades que allí se realizan, pero se tomará una aproximación del mismo para poder realizar el estudio, quedando éste en ocho horas diarias, cinco días a la semana y un sexto día medio horario.

Tabla 19 - Horarios estimativos de uso de la bodega.

Local		Horario
L01	Cava	H. Parcial
L02	Sala de Etiquetado	H. General
L03	Central – Planta baja	H. General
L04	Sala de Barricas	H. Sala de Barricas
L07	Laboratorio	H. Parcial
L08	Central – Planta alta	H. General

En época de vendimia, la cantidad de personas considerada suficiente para llevar a cabo las tareas es de tres, y dos el resto del año.

Este valor permite establecer si un espacio es ocupado por personas con condiciones físicas diferentes a la estándar. Se basará el estudio en que el edificio tiene ocupación mixta (mujeres y hombres) por lo que se ingresa un valor intermedio, siendo la mayor carga horaria se considera de 0.90, valor extraído del *Manual de ayuda Design Builder en español* (Pp. 158).

La densidad de ocupación, se define como el cociente de la cantidad de personas que utilizan un espacio sobre el área útil del local (Anexo 4).

El factor de vestimenta se relaciona al nivel de confort de los ocupantes; ayuda a reducir las pérdidas de calor del cuerpo humano y se clasifica de acuerdo a su nivel de aislamiento. Los valores empleados se extraen del repartido 01 de la Cátedra de Acondicionamiento Térmico de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo; dichos valores son 0.5 clo para verano y 1.0 para invierno.

### **Condición ambiental.**

En cuanto a la condición ambiental, se considera temperatura de consigna a aquella que se pretende mantener en las zonas, ya sea por calefacción o refrigeración. Se establece entonces el rango de temperaturas recomendadas para los procesos térmicos de vinificación, variando en los distintos locales de acuerdo al tipo de vino que allí se disponga. En el caso del Laboratorio, donde no se acumula materia prima, se considera el rango de temperatura de confort para las personas.

Tabla 20 - Temperatura de consigna para los distintos locales.

Local		Temperatura (°C)	
		Fermentación	Conservación
L01	Cava	-	18-20
L02	Sala de Etiquetado	-	18-20
L03	Central – Planta baja	20-25	18-20
L04	Sala de Barricas	13-18	18-20
L08	Central – Planta alta	20-25	18-20

		Verano	Invierno
L07	Laboratorio	22-28	18-24

### **Iluminación.**

Se considera que el funcionamiento de la iluminación artificial funciona en simultaneo a la operabilidad del edificio, a diferencia de la cava y laboratorio que se utiliza únicamente cuando tiene ocupación.

Para la planilla de iluminación se relevaron las luminarias en cada local, las que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 21 – Planilla de iluminación, luminarias por local.

Local	Área útil(m <sup>2</sup> )	Horario	N° lámparas	Tipo de luminaria	Potencia (W)	Densidad de potencia (W/m <sup>2</sup> )
L01	43.00	H. Cava	5	Led empotrado	13	2.77
			12	Led chiquito	4.5	
L02	30.40	H. General	2	Led globo	18	2.04
			2	Led proyector	13	
L03	90.20	H. General	2	Fluorescente	24	0.53
L04	30.40	H. General	2	Fluorescente	24	3.29
			4	Led proyector	13	
L07	5.43	H. General	2	Tubo fluorescente	41	17.50
			1	Led empotrado	13	
L08	94.11	H. General	2	Led globo	18	0.38

### **Equipos.**

Para determinar las ganancias internas se realiza una tabla en la cual se identifican qué equipos hay en cada local, la cantidad y la potencia de los mismos para así obtener el valor de fracción radiante por el conjunto de equipos en los distintos espacios.

Debido a que los sistemas de refrigeración que incluyen los tanques (camisa de refrigeración, serpentines, etc) evitan que el calor generado se disipe al ambiente, no se consideran los mismos como ganancias internas, ya que los dirigen a través de los circuitos de refrigeración con alcohol o agua hacia el exterior donde se encuentran los compresores. En el caso de los equipos utilizados para la producción como la cinta, el elevador, la descobajadora, las bombas entre otros, tampoco se tienen en cuenta ya que el calor generado por los mismos no es significativo y no se

cuenta con la información de los mismos. En ambos casos la gran parte de los equipos son utilizados mayoritariamente durante el período de vendimia (tres meses).

Los equipos de la sala de etiquetado se ingresan dentro de la categoría equipos de oficina, por lo que se asume que el combustible empleado es la electricidad. El local cuenta con un monitor y una torre de computadora; los valores de fracción latente y potencias utilizadas por los equipos se toman de la ASRHAE, en el capítulo 18, tabla 8.

Tabla 22 – Planilla de equipos.

Local	Área útil (m <sup>2</sup> )	Equipos	Horario	Cantidad
L02	30.40	Computadora	H. General	1
		Monitor		1

Equipos	P. Promedio (W)	P. Nominal (W)	F. Radiante	P. total (W)	Ganancia	F. radiante (%)
Computadora	77	690	0.1	105	2.96	0.23
Monitor	28	288	0.6			

### **Modelado geométrico.**

En base a los planos realizados a partir del relevamiento y datos aportados por los propietarios, y a través de la interfaz gráfica del software, se genera un modelado geométrico. Mediante la creación de bloques con formas básicas se logra simplificar la geometría del edificio estudiado.

El programa funciona con un modelo de dependencia en cascada, por lo que se sigue un orden jerárquico; se comienza planteando el sitio, luego se conforma el edificio (modelado geométrico): bloque, zona térmica, envolvente y aberturas. Se crearon ocho zonas térmicas -consideradas todo espacio que está separado de otro mediante un cerramiento o dispositivo-, que representan los distintos locales que componen el edificio.

01. Cava / 02. Sala de Etiquetado / 03. Central – Planta baja / 04. Sala de Barricas / 05. S.S.H.H / 06. Depósito / 07. Laboratorio / 08. Central – Planta alta



Figura 25 – Esquema de las zonas térmicas del edificio.

El volumen se compone de seis bloques de edificios distintos, uno para cada ala lateral, uno para la cava, otro para el laboratorio y los dos últimos para la construcción central, planta baja y alta. A su vez, el bloque central planta baja se subdivide por particiones internas para generar las zonas S.S.H.H, depósito y el acceso a la cava. Estos últimos no son considerados relevantes para el estudio térmico por lo que se las desactiva dejándolas como “zonas no acondicionadas”. A continuación, se darán detalles de a qué corresponde cada bloque:

- Bloque 1: Cava
- Bloque 2: Sala de Etiquetado
- Bloque 3: Se distribuye en las zonas S.S.H.H, depósito, acceso a cava y central planta baja; éste último es el conector entre los demás bloques a través de huecos o aberturas.
- Bloque 4: Sala de Barricas
- Bloque 5: Laboratorio, bloque intermedio entre planta baja y planta alta
- Bloque 6: Central, planta alta, compuesta por una zona térmica única. Se conecta con planta baja térmicamente a través de una serie de huecos en la superficie inferior.

Tabla 23 – Comparación entre área real vs. área virtual.

Local	Área real (m <sup>2</sup> )	Área DB (m <sup>2</sup> )	Diferencia (%)
L01	50.95	51.80	1.67
L02	35.51	35.51	0.00
L03	97.67	97.70	0.03
L04	35.51	35.51	0.00
L05	3.40	3.40	0.00
L06	3.30	3.30	0.00
L07	6.70	6.70	0.00
L08	104.80	102.46	-2.23

En la Tabla 23 se realiza una comparación entre el área real de cada local -incluyendo muros- y el área virtual, considerándose aceptable si la diferencia entre ambas es menor al 10%.

### **Sistema constructivo.**

Cada bloque se caracteriza por un sistema constructivo distinto; la envolvente del núcleo central está construido de ladrillo doble con aislante -forma tradicional-, mientras las alas laterales se componen principalmente de paneles térmicos auto portantes. Por otro lado, los muros que conforman el espacio de la cava presentan una estructura de hormigón armado.

Existen cuatro tipos de muros, cada uno con distintas características. A continuación, se describe la composición (de exterior a interior) y principales características térmicas de los mismos, habiendo extraído del programa HTERM las propiedades térmicas de los cerramientos.

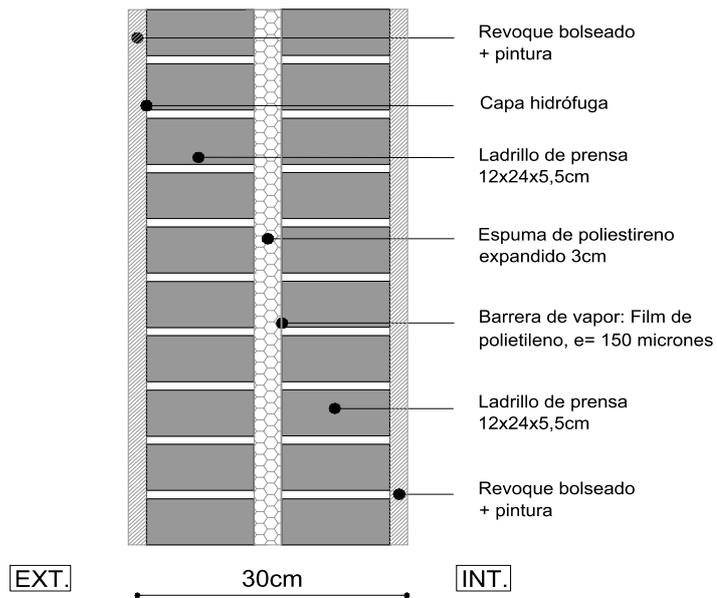


Figura 26 - Detalle muro M01.

Se denomina Muro 01 a los cerramientos opacos pertenecientes a la construcción central; el cerramiento se caracteriza por ser un sistema tradicional, compuesto por un muro doble de ladrillo de campo con espuma de poliestireno expandido de 3 cm como aislación térmica, y film de polietileno como barrera de vapor entre ellos. A su vez, sobre el lado exterior cuenta con una capa hidrófuga y como terminaciones revoque bolseado pintado de color claro.

Tabla 24 - Planilla propiedades M01.

M01	e (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	K (w/m.k)	C (J/kg.k)	R (m <sup>2</sup> .k/w)	$\epsilon$	$\alpha$
Bolseado + pintura	0.02	2100.00	42.00	1.40	1000.00	0.01	0.50	0.85
Ladrillo de prensa (12x24x5.5) cm	0.12	1600.00	192.00	0.81	1000.00	0.15	-	-
Esp. Poliestireno expandido (EPS)	0.03	30.00	0.90	0.04	1450.00	0.75	-	-
Lámina de polietileno 150 micrones	0.00	950.00	0.14	-	2000.00	0.00	-	-
Ladrillo de prensa (12x24x5.5) cm	0.12	1600.00	192.00	0.81	1000.00	0.15	-	-
Bolseado + pintura	0.02	1800.00	36.00	1.00	1000.00	0.02	0.50	0.85

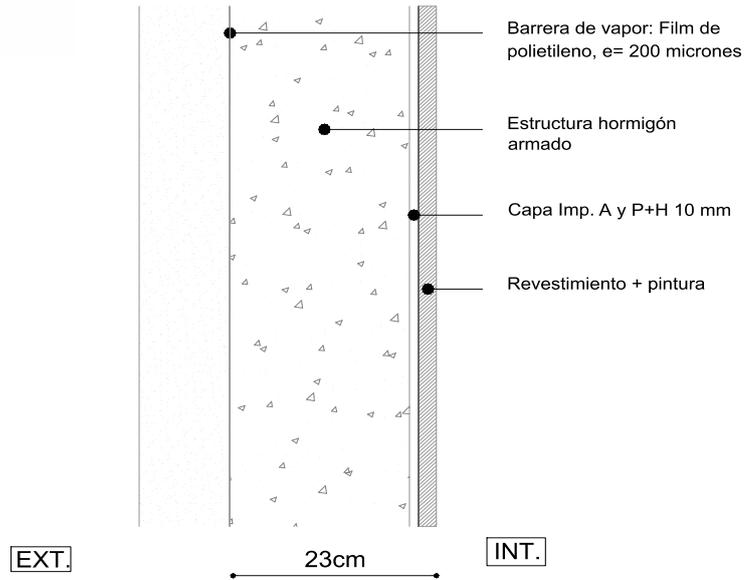


Figura 27 - Detalle muro M02.

El designado Muro 02 es el cerramiento opaco que conforma la Cava; el muro de contención está constituido por una estructura de hormigón armado de 0.20cm, con una barrera de vapor de polietileno de 200 micrones sobre el lado exterior en contacto con la tierra. Sobre el interior, desde afuera hacia adentro, cuenta con una capa impermeabilizante de arena y portland más hidrófugo y como terminación interior, revestimiento y pintura color claro.

Tabla 25 - Planilla de propiedades M02.

M02	e (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	K (w/m.k)	C (J/kg.k)	R (m <sup>2</sup> .k/w)	$\epsilon$	$\alpha$
Lámina de polietileno 200 micrones	0.00	950.00	0.19	-	2000.00	0.00	-	-
Hormigón armado	0.20	2400.00	480.00	2.50	1000.00	0.08	-	-
Capa de arena y portland con hidrófugo	0.01	1800.00	18.00	1.00	1000.00	0.01	-	-
Revoque + pintura	0.02	1800.00	36.00	1.00	1000.00	0.02	0.50	0.85

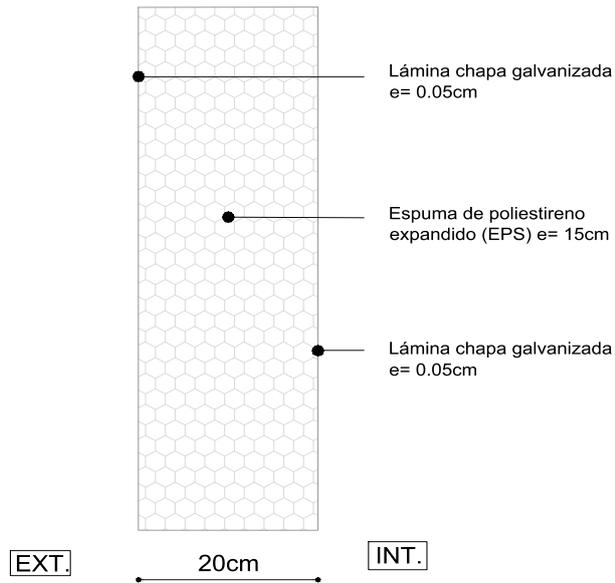


Figura 28 - Detalle muro M03.

El Muro 03 es aquel que conforma la sala de etiquetado y sala de barricas. El cerramiento de panel térmico autoportante está compuesto por láminas de chapa galvanizadas a ambos lados con espuma de poliestireno de 20cm en su núcleo.

Tabla 26 - Planilla de propiedades M03.

M03	e (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	K (w/m.k)	C (J/kg.k)	R (m <sup>2</sup> .k/w)	$\epsilon$	$\alpha$
Lámina chapa acero galvanizado	0.002	7800.00	15.60	50.00	450.00	0.00	0.30	0.85
Esp. Poliestireno expandido (EPS)	0.20	30.00	6.00	0.04	1450.00	5.00	-	-
Lámina chapa acero galvanizado	0.002	7800.00	15.60	50.00	450.00	0.00	0.30	0.85

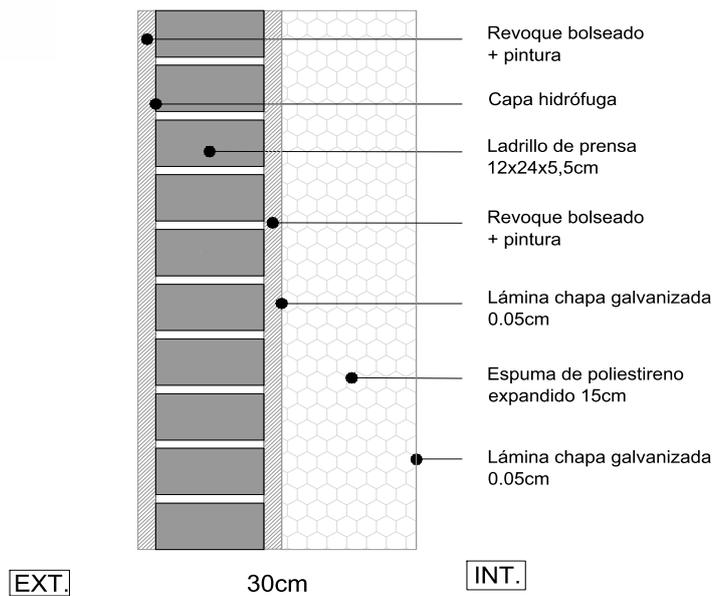


Figura 29 - Detalle muro M04.

Mientras que el Muro 04 es el cerramiento opaco al oeste de la sala de etiquetado y sala de barricas. Este cerramiento mixto está compuesto por un tabique de ladrillo de prensa revocado a ambos lados, pintado con color claro. Hacia el interior se agrega un panel térmico autoportante con terminaciones de chapa galvanizada y un núcleo de espuma de poliestireno expandido de 15cm.

Tabla 27 - Planilla de propiedades M04.

M04	e (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	K (w/m.k)	C (J/kg.k)	R (m <sup>2</sup> .k/w)	$\epsilon$	$\alpha$
Bolseado + Pintura	0.02	2100.00	42.00	1.40	1000.00	0.01	0.50	0.85
Ladrillo de prensa (12x24x5.5) cm	0.12	1600.00	192.00	0.81	1000.00	0.15	-	-
Revestimiento + pintura	0.02	1800.00	36.00	1.00	1000.00	0.02	0.50	0.85
Lámina chapa acero galvanizado	0.002	7800.00	15.60	50.00	450.00	0.00	0.30	0.85
Esp. Poliestireno expandido (EPS)	0.146	30.00	4.38	0.04	1450.00	3.65	-	-
Lámina chapa acero galvanizado	0.002	7800.00	15.60	50.00	450.00	0.00	0.30	0.85

Existen 2 tipos de particiones o tabiques ambos de estructura pesada:

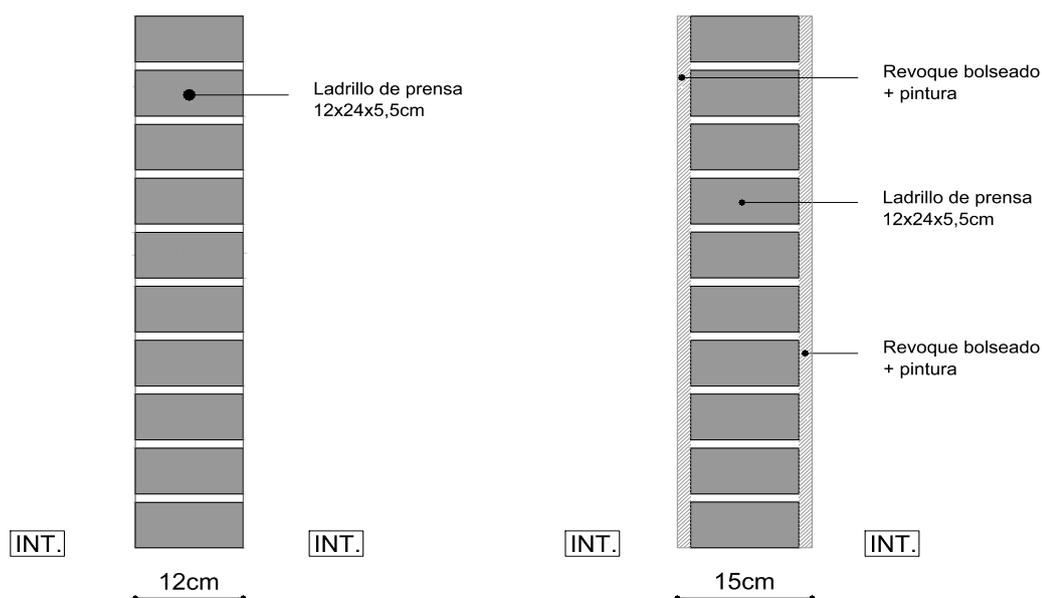


Figura 30 – Detalle de tabiques T01 y T02.

En cuanto a los tabiques T01 y T02, ambos con materialidad de ladrillo de prensa 0.12cm, se diferencian en que T02 cuenta con revoque y pintura en ambas caras. El tabique 01 se ubica únicamente en la cava, mientras que el 02 aparece en el resto de la bodega.

Tabla 28 - Planilla de propiedades T01.

T01	e (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	K (w/m.k)	C (J/kg.k)	R (m <sup>2</sup> .k/w)	$\epsilon$	$\alpha$
Ladrillo de prensa (12x24x5.5) cm	0.12	1600.00	192.00	0.81	1000.00	0.15	-	-

Tabla 29 - Planilla de propiedades T02.

T02	e (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	K (w/m.k)	C (J/kg.k)	R (m <sup>2</sup> .k/w)	$\epsilon$	$\alpha$
Bolseado + pintura	0.02	1800.00	36.00	1.00	1000.00	0.02	0.50	0.85
Ladrillo de prensa (12x24x5.5) cm	0.12	1600.00	192.00	0.81	1000.00	0.15	-	-
Bolseado + pintura	0.02	1800.00	36.00	1.00	1000.00	0.02	0.50	0.85

Con respecto a los cerramientos horizontales superiores, son del tipo liviano y existen dos tipos:

El cerramiento superior del núcleo central (R01), que cuenta con una terminación exterior en chapa de zinc (0.0005 m), con una capa de aislación de poliuretano proyectado (0.05 m) y una terminación interior de lámina de madera compensada tipo dura wall (0.003 m).

Tabla 30 - Planilla de propiedades R01.

R01	e (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	K (w/m.k)	C (J/kg.k)	R (m <sup>2</sup> .k/w)	$\epsilon$	$\alpha$
Zinc	0.0005	7200.00	3.60	110.00	380.00	0.00	0.40	0.20
Espuma de Poliuretano proyectada	0.050	40.00	2.00	0.03	1400.00	1.67	-	-
Lámina de madera compensada	0.003	400.00	1.20	0.10	170.00	0.03	0.50	0.85

En cuanto al cerramiento superior de las alas laterales (R02), es liviano, de tipo panel térmico autoportante, compuesto por chapa galvanizada (0.002 m) a cada lado y relleno de espuma de poliestireno expandido (0.25 m).

Tabla 31 - Planilla de propiedades R02.

R02	e (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	K (w/m.k)	C (J/kg.k)	R (m <sup>2</sup> .k/w)	$\epsilon$	$\alpha$
Lámina chapa acero galvanizado	0.002	7800.00	15.60	50.00	450.00	0.00	0.30	0.85
Esp. Poliestireno expandido (EPS)	0.25	30.00	7.38	0.04	1450.00	6.15	-	-
Lámina chapa acero galvanizado	0.002	7800.00	15.60	50.00	450.00	0.00	0.30	0.85

Existen dos tipos de pisos compuestos -de exterior a interior- por una lámina de polietileno de 200 micrones, un contrapiso (0.08 m), alisado de arena y portland (0.03 m), mortero de toma (0.005 m), que difieren en la terminación interior donde P01 posee cerámica cocida (0.006 m) y P02 piedra losa (0.006 m).

Tabla 32 - Planilla de propiedades P01.

P01	e (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	K (w/m.k)	C (J/kg.k)	R (m <sup>2</sup> .k/w)	$\epsilon$	$\alpha$
Lámina de polietileno 200 micrones	0.00	950.00	0.19	-	2000.00	0.00	-	-
Contrapiso	0.08	2200.00	176.00	1.65	1000.00	0.05	-	-
Alisado de arena y portland	0.03	1800.00	54.00	1.00	1000.00	0.03	-	-
Mortero de áridos ligeros	0.005	999.00	5.00	0.41	1000.00	0.01	-	-
Lajota	0.006	2000.00	12.00	1.00	800.00	0.01	0.64	0.85

Tabla 33 - Planilla de propiedades P02.

P02	e (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	K (w/m.k)	C (J/kg.k)	R (m <sup>2</sup> .k/w)	$\epsilon$	$\alpha$
Lámina de polietileno 200 micrones	0.00	950.00	0.19	-	2000.00	0.00	-	-
Contrapiso	0.08	2200.00	176.00	1.65	1000.00	0.05	-	-
Alisado de arena y portland	0.03	1800.00	54.00	1.00	1000.00	0.03	-	-
Mortero de áridos ligeros	0.005	999.00	5.00	0.41	1000.00	0.01	-	-
Piedra losa	0.006	2400.00	120.00	2.20	1000.00	0.02	0.80	0.95

Con respecto a la base del entrepiso P01- que divide la cava con el local central, planta baja- se le agrega sobre la parte inferior del mismo una estructura de bovedilla y vigueta (0.15 m), con una carpeta de hormigón (0.05 m), además de aislación térmica de poliestireno expandido (0.03 m).

Tabla 34 - Planilla de propiedades EP01.

EP01	e (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	K (w/m.k)	C (J/kg.k)	R (m <sup>2</sup> .k/w)	$\epsilon$	$\alpha$
Bovedilla + vigueta	0.15	855.00	102.60	0.46	1000.00	0.26	0.64	0.85
Carpeta de hormigón	0.05	2400.00	120.00	2.50	1000.00	0.02	-	-
Esp. Poliestireno expandido (EPS)	0.03	30.00	0.90	0.04	1450.00	0.75	-	-
Lámina de polietileno 200 micrones	0.00	950.00	0.19	-	2000.00	0.00	-	-
Contrapiso	0.08	2200.00	176.00	1.65	1000.00	0.05	-	-
Alisado de arena y portland	0.03	1800.00	54.00	1.00	1000.00	0.03	-	-
Mortero de áridos ligeros	0.005	999.00	5.00	0.41	1000.00	0.01	-	-
Lajota	0.006	2000.00	12.00	1.00	800.00	0.01	0.64	0.85

El entrepiso P02, que divide la zona de servicios con el laboratorio tiene una terminación inferior de revoque pintado (0.02 m), una estructura de hormigón armado (0.10 m) con un alisado de arena y portland (0.03), y sobre éste, una capa de mortero (0.005 m) para adherir la cerámica cocida (0.006 m).

Tabla 35 - Planilla de propiedades EP02.

EP02	e (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	K (w/m.k)	C (J/kg.k)	R (m <sup>2</sup> .k/w)	$\epsilon$	$\alpha$
Revoque + pintura	0.02	1800.00	36.00	1.00	1000.00	0.02	0.50	0.85
Estructura de hormigón armado	0.10	2400.00	240.00	2.50	1000.00	0.04	-	-
Alisado de arena y portland	0.03	1800.00	54.00	1.00	1000.00	0.03	-	-
Mortero de áridos ligeros	0.005	999.00	5.00	0.41	1000.00	0.01	-	-
Lajota	0.006	2000.00	12.00	1.00	800.00	0.01	0.64	0.85

El entrepiso EP03 es un cerramiento intermedio liviano, compuesto por madera de eucalipto continua tipo finger (0.02 m), que separa el espacio central.

Tabla 36 - Planilla de propiedades EP03.

EP03	e (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	K (w/m.k)	C (J/kg.k)	R (m <sup>2</sup> .k/w)	$\epsilon$	$\alpha$
Tabla eucalipto continua tipo Finger	0.020	500.00	10.00	0.13	1600.00	0.15	0.64	0.85

Se utilizan distintos tipos de aberturas, como ventanas, puertas y huecos. Los siguientes datos se ingresan al igual que los cerramientos opacos mediante un sistema de planillas.

La construcción posee una única superficie traslúcida tipo banderola ubicada sobre la fachada oeste del bloque central (planta alta); los valores ópticos y térmicos de ésta se extraen del “repartido 01 de Acondicionamiento Térmico” de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Se incluye aquí también el marco de hierro (0.003 m) designándole las propiedades adecuadas para dicho material.

Se considera que la ventana tiene un porcentaje de apertura del 50% y que se encuentra semi abierta todo el día debido a la falta de hermeticidad de la misma.

Tabla 37 - Planilla de ventana: vidrio.

Vidrio	e (m)	Trans. Solar Total	Trans. Luz	U (w/m <sup>2</sup> .k)
Simple	0.003	0.85	0.78	5.80

Tabla 38 - Planilla de ventana: marco.

Marco	e (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	K (w/m.k)	C (J/kg.k)	R (m <sup>2</sup> .k/w)	$\epsilon$	$\alpha$
Madera de eucalipto	0.030	75.00	22.50	50.00	450.00	6.00E-05	0.98	0.98

Los accesos principal y secundario (fachada oeste y este respectivamente), y la puerta interior que conecta la sala de etiquetado con la planta baja, tienen la misma composición de materiales a pesar de que cuentan con dimensiones distintas. Los mismos se componen de madera de eucalipto (0.02 m) con estructura de tirantes y espuma de poliestireno en el interior (0.05 m). Las puertas de dichos accesos son batientes con una apertura del 100%.

Tabla 39 - Planilla de propiedades: aberturas, puerta exterior.

Puerta exterior	e (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	K (w/m.k)	C (J/kg.k)	R (m <sup>2</sup> .k/w)	$\epsilon$	$\alpha$
Madera de eucalipto	0.020	500.00	10.00	0.13	1600.00	0.15	0.80	0.95
Espuma poliestireno	0.050	30.00	1.50	0.04	1450.00	1.25	-	-
Madera de eucalipto	0.020	500.00	10.00	0.13	1600.00	0.15	0.80	0.95

En el caso de las puertas exteriores se considera que permanecen abiertas mientras el edificio está en funcionamiento; mientras que a la interior antes mencionada, se le otorga 80% del horario de las demás con una apertura del 50%.

El resto de las puertas interiores se conforman por madera de eucalipto (0.035 m), todas batientes sobre la izquierda con un porcentaje de abertura del 100%, las que permanecen abiertas las 24 horas.

Tabla 40 - Planilla de propiedades: aberturas, puerta interior.

Puerta exterior	e (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Masa (kg/m <sup>2</sup> )	K (w/m.k)	C (J/kg.k)	R (m <sup>2</sup> .k/w)	$\epsilon$	$\alpha$
Madera de eucalipto	0.035	500.00	17.50	0.13	1600.00	0.27	0.64	0.85

Para el modelado se simplificó la forma de los accesos -de forma de arco se pasa a rectángulo-, ya que el programa solo permite generar formas básicas.

Sobre la fachada Este existen dos huecos de 0.75 x 0.75 m, a través de los que se intercambia constantemente energía con el exterior y son utilizados durante la vendimia para expulsar los orujos cuando se descobaja.

### **Masa térmica interna.**

Para considerar el efecto acumulación de calor del vino, se incluye una determinada cantidad de masa térmica interna en las zonas de almacenamiento del producto. También se crea un cerramiento de masa interna con los valores de densidad, conductividad y calor específico de la sustancia, y a su vez, se debe ingresar un área para dicho cerramiento; para ello, a partir de la cantidad de producción (datos brindados por el productor) y de la capacidad de los distintos depósitos, se estima un volumen total de vino por cada área (caso hipotético de que la bodega se encuentre a tope, momento más crítico).

$$Vol. total (m^3) = \text{Área} (m^2) \cdot \text{espesor} (m)$$

Ecuación 15

Por cada depósito de vino tinto el 80% del volumen es utilizable, mientras que para los blancos el 90%; el porcentaje restante se debe dejar libre para evitar deformaciones de los tanques por efecto de la presión que generan los gases durante la fermentación. En la tabla N°43 ya se considera únicamente el volumen útil.

$$CT (J/k) = Vol. total(m^3) \cdot \rho(kg/m^3) \cdot Cp(J/kg.^\circ C)$$

Ecuación 16

Tabla 41 - Propiedades térmicas del vino.

Sustancia	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	C (J/kg.k)	K (W/m.k)
Vino	994.00	3976.70	0.58

Tabla 42 - Valores de producción de la bodega durante la vendimia 2018.

<b>Cantidad</b>	Litros	80000.00	<b>Tinto</b>	68000.00	<b>Blanco</b>	12000.00
	Kg	160000.00		136000.00		24000.00

Tabla 43 - Planilla masa térmica interna.

Valores estimados, caso hipotético bodega a tope						
Local	Depósito	Vol. Depósito (L)	Cantidad	Vol total (L)	Vol total (m3)	
P.B central	Acero inox	12000.00	4.00	48000.00	48.00	60.22
	Acero inox	3510.00	2.00	7020.00	7.02	
	Acero inox	1800.00	2.00	3600.00	3.60	
	Acero inox	800.00	2.00	1600.00	1.60	
Sala Barricas	Acero inox	1755.00	5.00	8775.00	8.78	21.65
	Acero inox	3060.00	2.00	6120.00	6.12	
	Barrica madera	225.00	30.00	6750.00	6.75	
Cava	Barrica madera	225.00	20.00	4500.00	4.50	7.50
	Botella	0.75	4000.00	3000.00	3.00	
Sala Etiquetado	Botella	0.75	2000.00	1500.00	1.50	1.50
				<b>90865.00</b>		<b>90.87</b>

Local	Depósito	Área (m2)	Área Tot. (m2)	CT (J/k)	CT (MJ/k)	CT Tot(MJ/k)
P.B central	Acero inox	480.00	602.20	2061521280.00	2061.52	2586.35
	Acero inox	70.20		301497487.20	301.50	
	Acero inox	36.00		154614096.00	154.61	
	Acero inox	16.00		68717376.00	68.72	
Sala Barricas	Acero inox	87.75	216.45	376871859.00	376.87	929.62
	Acero inox	61.20		262843963.20	262.84	
	Barrica madera	67.50		289901430.00	289.90	
Cava	Barrica madera	45.00	75.00	193267620.00	193.27	322.11
	Botella	30.00		128845080.00	128.85	
Sala Etiquetado	Botella	15.00	15.00	64422540.00	64.42	64.42
				<b>908.65</b>		<b>3902.50</b>

### ***Ventilación natural e infiltraciones.***

Esta sección aplica para aquellos lugares que tienen conexión directa con el exterior, es decir, planta baja y alta del edificio central. A su vez, para ambos espacios se consideran los mismos valores ya que se relacionan e intercambian energía constantemente por los huecos. Se estima un caudal de aire exterior para ventilación natural en período de vendimia de 17 renov/hora, que se produce cuando el edificio está en funcionamiento y se abren las puertas, caracterizándose por ser ventilación cruzada a una altura baja. El resto del año se reduce al 50%, considerándose que el horario de apertura es menor.

Las infiltraciones se producen durante todo el día, ya sea por los huecos -que no cuentan con protección- o la falta de hermeticidad de los marcos. Por ello se aproxima un valor de 3 rph para la planta alta y 1 rph para la planta baja.

### **Ventilación mecánica.**

En los locales cava, sala de etiquetado y sala de barricas, se suministra cierta cantidad de aire exterior a través del uso de ventilación mecánica. Cada espacio cuenta con un extractor con un caudal de 360 m<sup>3</sup>/h, el cual se enciende durante la vendimia todo el día y el resto del año solo cuando es necesario para extraer la humedad ambiente (una hora diaria). Se recuerda que todo lo vinculado al funcionamiento del edificio es hipotético, y el uso del mismo puede tener ciertas variaciones.

Tabla 44 - Planilla ventilación mecánica.

Local	Vol. Util (m <sup>3</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Rph
L01	105.35	360.00	3.42
L02	97.00	360.00	3.71
L04	97.00	360.00	3.71

### **HVAC.**

Para la configuración de HVAC es necesario ingresar un coeficiente de calefacción y refrigeración; dicho valor es la potencia en Kw con la cual trabajan los sistemas de acondicionamiento mecánico. El coeficiente es individual de cada local, ya que cada uno tiene requerimientos diferentes, en este caso los espacios ya cuentan con un equipo de 24.000 BTU.

Tabla 45 - Planilla HVAC.

Consumo real (W)	Frío	7.03	CoP	3.20
	Calor			3.60

## **5.2 Simulación**

Se realizan tres simulaciones para estudiar el comportamiento del edificio modificando distintos parámetros y evaluando un año considerando períodos mensuales, diarios y horarios.

- Simulación 1: Primera aproximación a la realidad con temperatura óptima y balance térmico sin sistema de climatización.

En la primera simulación se pretende conocer cómo funciona el edificio actualmente sin equipos HVAC, y así determinar las horas que se encuentran dentro y fuera del rango óptimo los diferentes locales naturalmente. Para esto es importante percibir cómo se comporta el ambiente interior durante invierno y verano, consideradas las épocas más críticas.

Luego se analiza el comportamiento del edificio en general, junto al balance térmico del mismo, que ayudará a conocer la eficacia de la envolvente, pudiendo identificar qué elementos o factores son los que producen mayores pérdidas o ganancias.

- Simulación 2: Bajo temperatura óptima con sistema HVAC.

En esta segunda instancia se busca conocer el porcentaje de horas dentro del óptimo, utilizando los sistemas mecánicos existentes para calefaccionar y refrigerar.

- **Simulación 3:** En busca de la temperatura óptima sin sistema de climatización y sin masa térmica interna.

Al observar el proceso con temperatura óptima sin sistemas de climatización ni masa térmica interna, es que se puede conocer la influencia que tiene el vino como acumulador de calor sobre el ambiente.

**5.2.1 Resultados Simulación 1 (S1):** Primera aproximación a la realidad. Temperatura óptima y balance térmico sin sistema de climatización.

Todo análisis energético tiene como finalidad alcanzar el confort con el menor consumo posible. La composición de la envolvente, las superficies expuestas, el área acristalada, equipamiento, ocupación, iluminación, ventilación, son algunos de los factores de los que depende. Influye también en la demanda de energía por climatización, ya que, si pasivamente no se consigue, se recurre al uso de acondicionamiento artificial.

Se toman valores horarios en cada local para determinar el o los períodos del año donde la zona se encuentra fuera del rango de temperatura óptima descrito anteriormente. A partir de los datos que brinda el programa se calcula el porcentaje en cada espacio para facilitar la lectura de los mismos.

Para esta simulación no se consideran los sistemas de climatización debido a que son un segundo recurso utilizado únicamente cuando el principal -particular en cada tanque- no es suficiente, pero sí se tiene en cuenta la ventilación natural y los sistemas de ventilación mecánica ya que se quiere conocer una aproximación al funcionamiento real del edificio. De esta manera, se considera temperatura operativa al promedio de las temperaturas del aire y radiantes interiores.

Tabla 46 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 1, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L01\_Cava.

<b>Horas Dentro del rango óptimo</b>		3323	38%
<b>Horas Fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	4637	53%
	<b>Frío</b>	800	9%
	<b>Total</b>	5437	62%
<b>Horas totales</b>		8760	100%

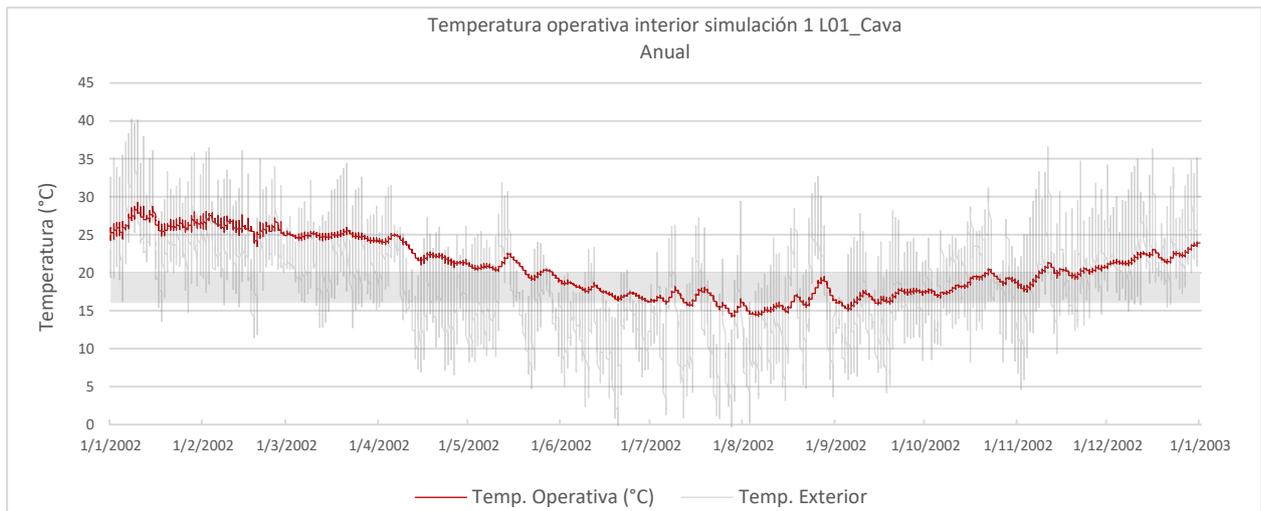


Figura 31 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 1. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L01\_Cava.

El local cava presenta una temperatura operativa mayormente estable (Figura 31), como se puede observar en la tabla 46 el 38% de las horas del año se encuentra dentro del rango aceptable (18-20 °C), dejando un 62% fuera del mismo, de los cuales el 53% se debe a un incremento de temperatura principalmente durante los meses de vendimia (enero, febrero y marzo) y el 9% efecto de un leve descenso durante los meses fríos (junio, julio y agosto).

Tabla 47 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 1, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L02\_Sala de etiquetado.

<b>Horas Dentro del rango óptimo</b>		2567	29%
<b>Horas Fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	4613	53%
	<b>Frío</b>	1580	18%
	<b>Total</b>	6193	71%
<b>Horas totales</b>		8760	100%

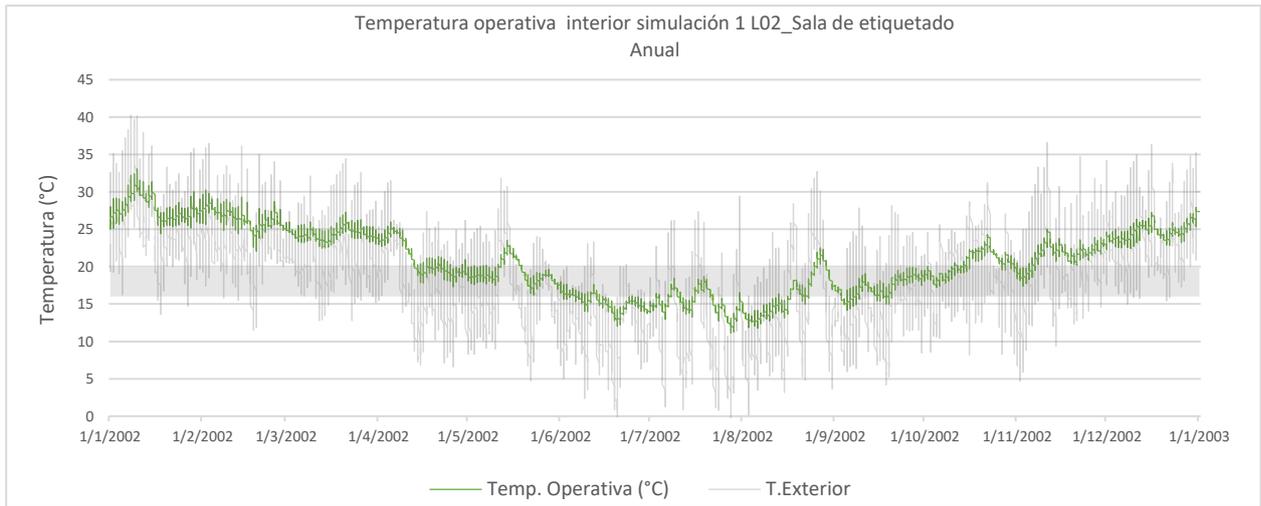


Figura 32 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 1. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L02\_Sala de etiquetado.

A diferencia del local anterior la sala de barricas presenta mayores variaciones de temperatura, se observan notorias fluctuaciones durante el día que se reflejan también a lo largo del año (Figura 32). El local se encuentra 29% del tiempo dentro del rango de temperatura óptima para dicho espacio, del 71% que se encuentra fuera de ese límite el 53% se da por calor (de noviembre a abril aproximadamente) y el 18% restante por frío.

Tabla 48 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 1, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L03\_Central, planta baja.

<b>Horas Dentro del rango óptimo</b>		2509	29%
<b>Horas Fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	4469	51%
	<b>Frío</b>	1781	20%
	<b>Total</b>	6250	71%
<b>Horas totales</b>		8760	100%

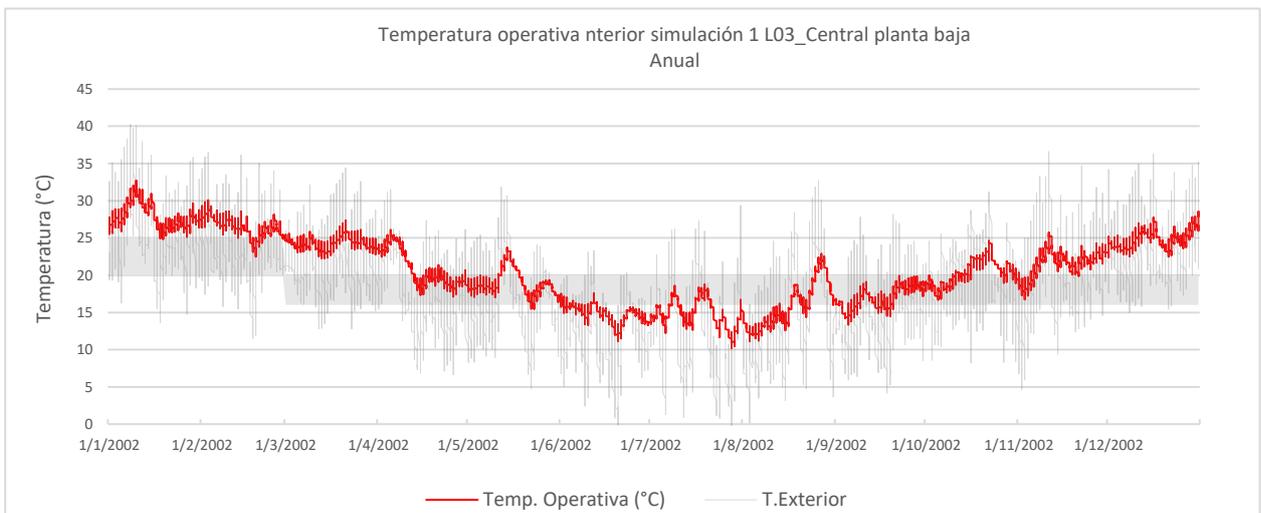


Figura 33 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 1. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L03\_Central, planta baja.

El 71% del tiempo, el espacio de planta baja no se encuentra dentro del rango de temperatura recomendado, las temperaturas se encuentran mayormente sobre el límite; produciéndose un descenso durante los meses de invierno. Únicamente el 29% del año se logra mantener el espacio con una temperatura adecuada.

Observando la Figura 33 se puede percibir -a través de los “picos” que muestra la curva- la rapidez con que varía la temperatura a lo largo del día, “imitando” de alguna manera las oscilaciones de la temperatura exterior.

Tabla 49 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 1, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L04\_Sala de barricas.

<b>Horas Dentro del rango óptimo</b>		2537	29%
<b>Horas Fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	4488	51%
	<b>Frío</b>	1735	20%
	<b>Total</b>	6223	71%
<b>Horas totales</b>		8760	100%

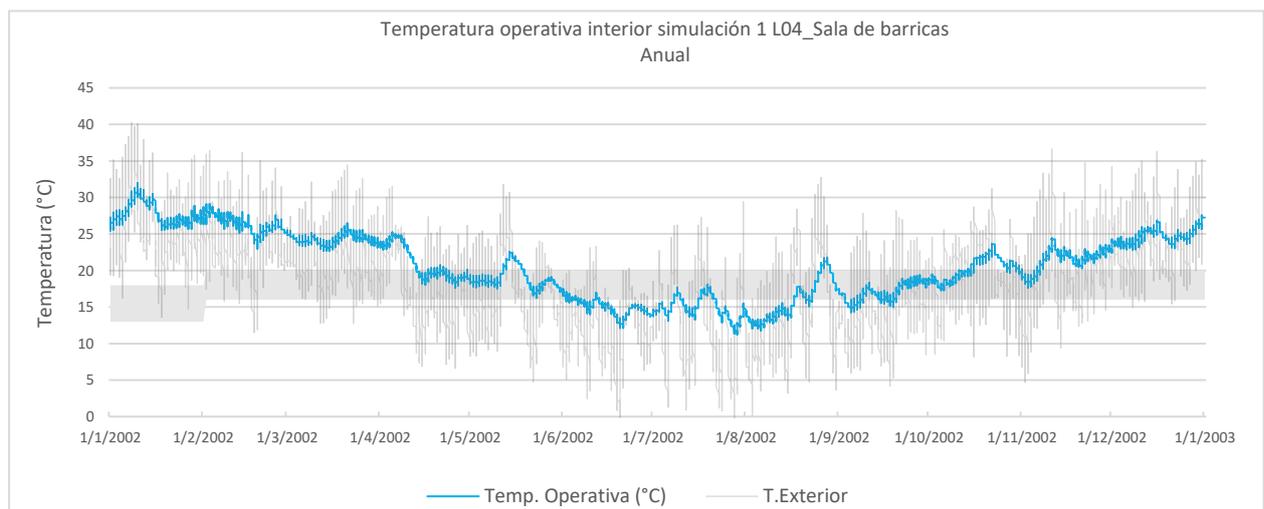


Figura 34 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 1. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L04\_Sala de barricas.

El 29% del año la sala de barricas se encuentra dentro de los valores de temperatura recomendados, principalmente en un lapso que va desde mediados de abril hacia mediados de junio, y desde mediados de setiembre hasta la mediados de octubre. Del 71% restante, un 20% presenta temperaturas inferiores entre los meses antes mencionados, y un 51% niveles superiores el resto del año.

Tabla 50 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 1, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L07\_Laboratorio.

<b>Horas Dentro del rango óptimo</b>		4178	48%
<b>Horas Fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	1312	15%
	<b>Frío</b>	3269	37%
	<b>Total</b>	4581	52%
<b>Horas totales</b>		8760	100%

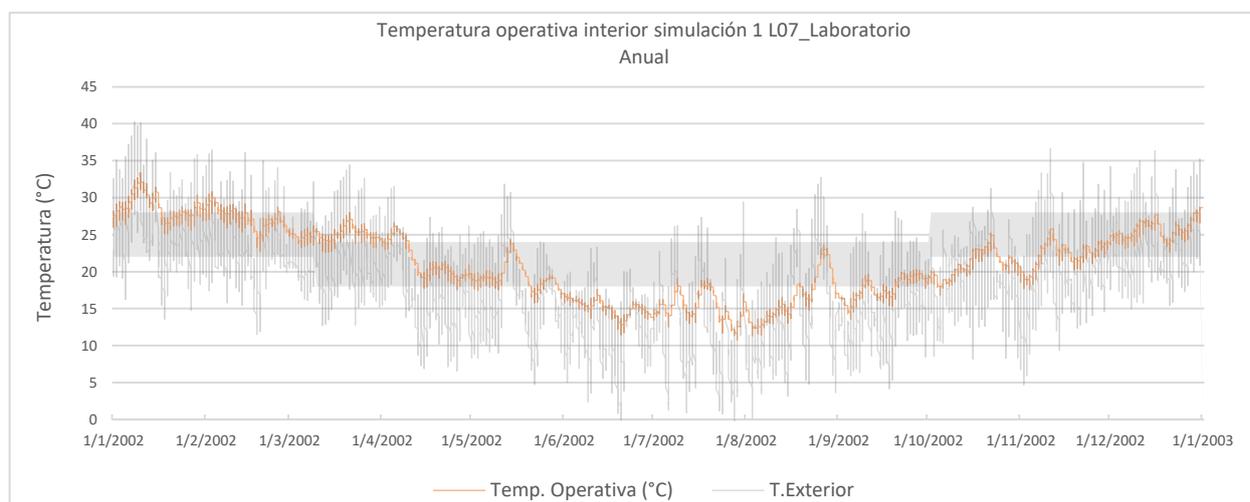


Figura 35 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 1. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L07\_Laboratorio.

El laboratorio es el único espacio donde se considera primordial alcanzar la temperatura de confort para el trabajador, ya que en este espacio no se trabaja con materia prima. Dicho confort varía dependiendo el período del año, y se simplifica en dos zonas, verano e invierno (22-28 °C y 18-24 °C respectivamente).

Se puede observar que el local se encuentra en confort el 48% de tiempo. Un 37% del año las temperaturas son inferiores al mínimo requerido principalmente entre los meses de junio a agosto y parte de setiembre. Se produce también, un leve descenso de las temperaturas respecto al rango recomendado durante octubre y mediados de noviembre. Únicamente el 15% del disconfort se produce por calor durante el mes de enero.

Tabla 51 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 1, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L08\_Central, planta alta.

<b>Horas Dentro del rango óptimo</b>		2316	26%
<b>Horas Fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	4680	53%
	<b>Frío</b>	1763	20%
	<b>Total</b>	6443	74%
<b>Horas totales</b>		8760	100%

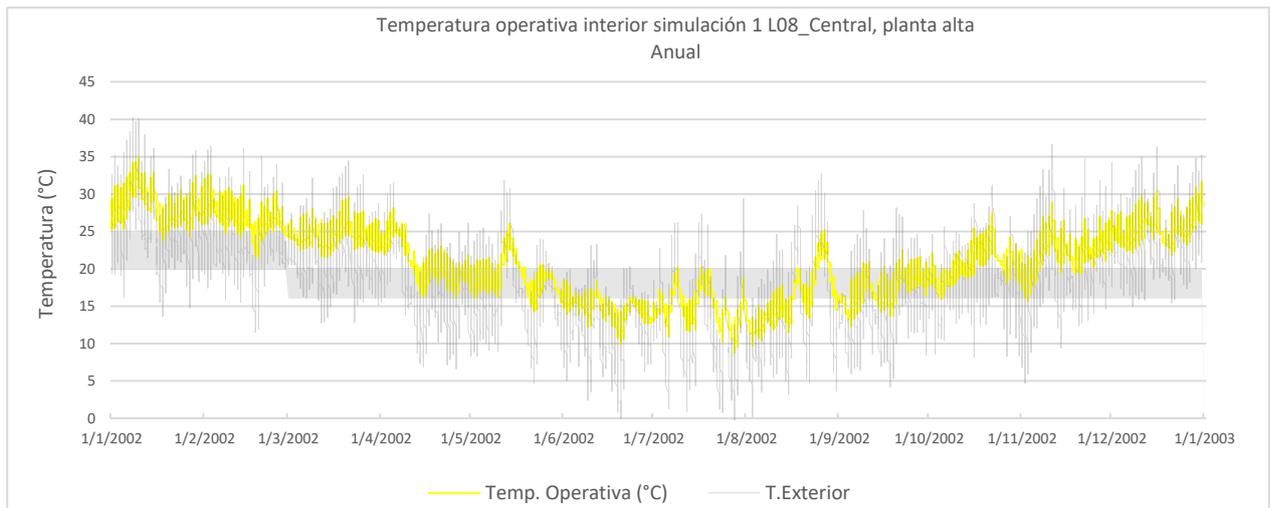


Figura 36 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 1. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L08\_Central, planta alta.

La planta alta presenta el porcentaje más bajo de horas en confort con un valor del 26%, 3% menos que la planta baja. Un 20% de las horas anuales los niveles se encuentran por debajo del rango óptimo, llegando a temperaturas mínimas de 10°C. Las horas con temperaturas superiores a lo aceptable rondan en el 53%. Si se observa la Figura 36 se puede apreciar, como las variaciones de temperatura interna repiten la oscilación térmica que se desarrollan en el transcurso del día (con menor amplitud térmica diaria).

#### ***Comentario general sobre el comportamiento térmico de los locales en la Simulación 1.***

Corresponde destacar que los valores obtenidos a través del software Design Builder, y los valores reales monitoreados difieren de aproximadamente 1 o 2 °C en los períodos simulados. Influye sobre esto las variaciones de temperatura entre el año típico que toma el programa (2002) y 2017-2018 que se realizaron las mediciones.

En general, el local que se comporta más estable térmicamente es la cava (L01), presenta poca amplitud térmica diaria en comparación al resto de los locales. Opuesto a éste se encuentra el entresuelo del edificio central (L08), donde la oscilación diaria es notoria y se comporta de forma similar al exterior.

En cuanto a las horas dentro del rango de temperatura operativa considerada óptima, el local que presenta mayor tiempo temperatura aceptable es el laboratorio (48%), seguido por la cava (38%), sala de etiquetado, sala de barricas y planta baja del edificio central en tercer lugar (29%). El espacio que expone menor eficiencia es la planta alta del núcleo central, con 26%.

Se observa que el principal problema se da en el período caluroso, cuatro de los locales presentan temperaturas sobre el límite de confort entre un 50 y 55%. Los porcentajes por frío son menores, rondando en un 20% para el núcleo central y las alas laterales, la cava es la que se ve menos afectada con un 9%. El laboratorio en cambio, se comporta se forma inversa, el disconfort se da principalmente por bajas temperaturas (37%).

A continuación, se estudia el balance térmico del edificio. Para esto, se considera como ganancias térmicas internas a todo lo que aporta energía en forma de calor al ambiente, entre ellas consideramos la iluminación, ocupación, equipos, radiación solar, calefacción y refrigeración artificial.

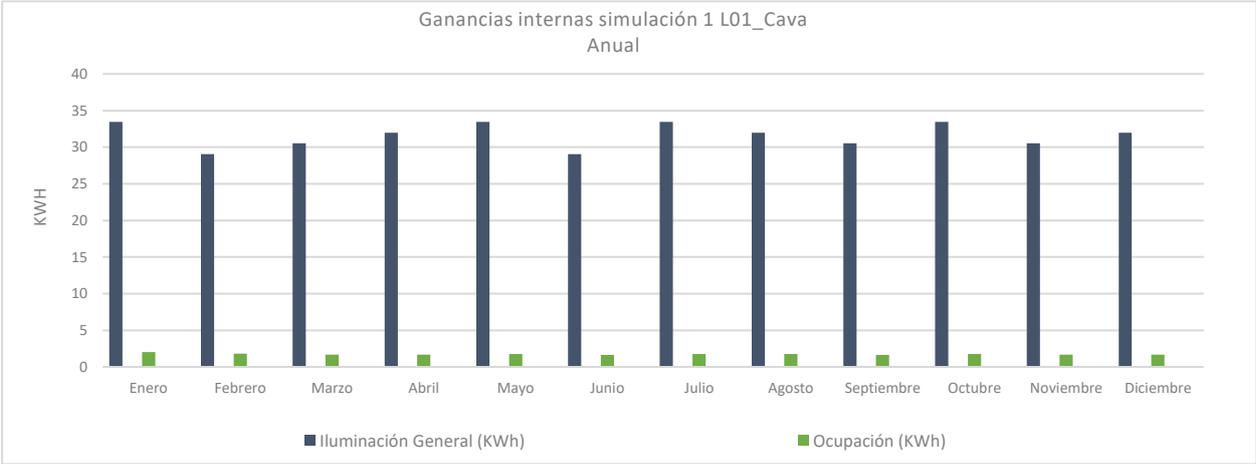


Figura 37 - Tipos de ganancias internas obtenidas por simulación 1 para el local L01\_Cava.

L01 presenta ganancias internas únicamente por iluminación y ocupación, ambos aportas son muy bajos y constantes durante todo el año, con un valor promedio de 31.62 y 1.73 Kwh respectivamente (Anexo 5).

La envolvente del edificio funciona como protección frente a los agentes atmosféricos; como sabemos, no es un cerramiento perfecto, por esta razón producen pérdidas y ganancias en distintas épocas del año (generalmente pérdidas de calor en invierno y ganancias en verano), debido a las condiciones climatológicas exteriores.

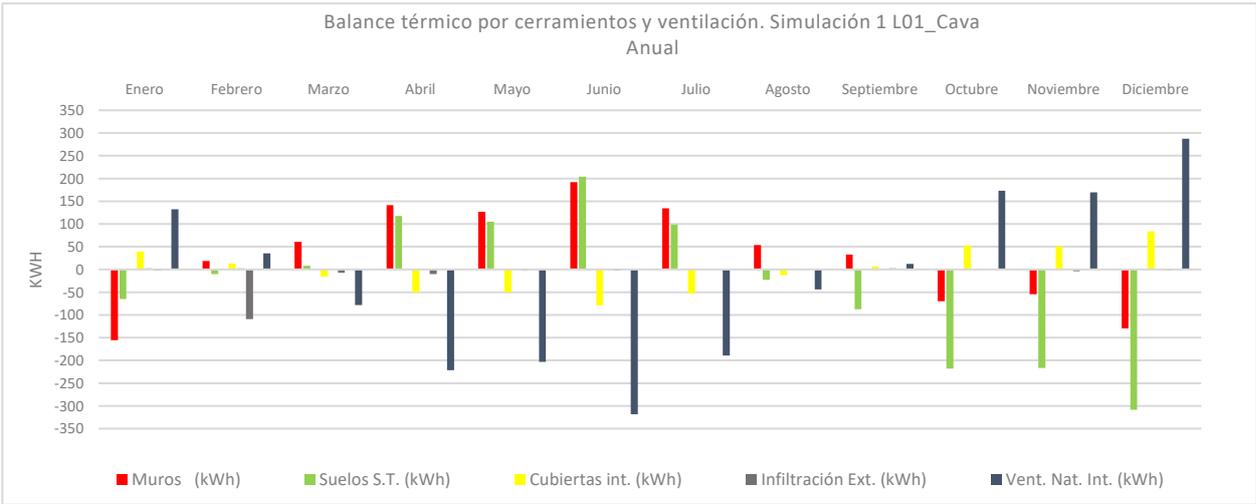


Figura 38 – Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 1 para el local L01\_Cava.

La cava se caracteriza por presentar las mayores ganancias y pérdidas por ventilación natural interior, está intercambia energía con los ambientes contiguos, ya sea por la puerta de ingreso al local o hueco del elevador. Este tipo de transferencias perjudican la temperatura interna del local, ya que extraen calor en invierno y lo aportan en el verano. Para disminuir estos valores es necesario controlar los flujos de aire, protegiendo los huecos (puerta y elevador) que conectan los distintos locales. El hueco del elevador no cuenta con protección que impida los intercambios, el control del mismo favorecería al aumento de horas óptimas dentro del rango recomendado para ambos períodos en el espacio.

Los muros y suelo sobre el terreno se comportan de forma inversa al caso anterior, durante los meses cálidos principalmente se presentan las mayores pérdidas, y en los fríos se gana energía calórica, beneficiando la temperatura interior. Al estar subterráneo se beneficia de la inercia y la estabilidad térmica del terreno, esto hace que las variaciones sean más lentas y las temperaturas más estables, extrayendo o aportando energía al espacio cuando lo requiere.

La ventilación por extracción mecánica y las infiltraciones presentan valores pequeños, despreciables en algunos meses. Por la ubicación del local respecto al nivel del suelo, las únicas infiltraciones que se pueden producir son a través de la zona de la circulación vertical, la que es reducida en comparación a el área total de la habitación. El gran aumento de las infiltraciones en febrero, puede deberse al mayor uso de la ventilación mecánica (extractor) durante la vendimia; el aparato extrae aire del local y ese volumen de aire que se quita debe ser reintegrado al espacio, por ende, tiende a ingresar ya sea por ventilación natural desde los locales contiguos, o por infiltraciones (Anexo 6).

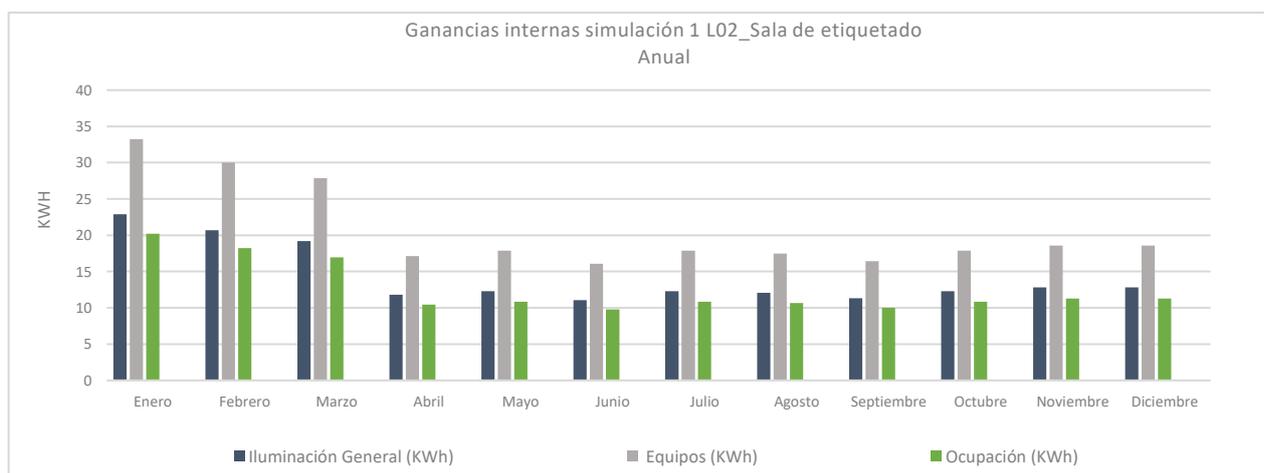


Figura 39 - Tipos de ganancias internas obtenidas por simulación 1 para el local L02\_Sala de etiquetado.

Sala de etiquetado presenta las mismas fuentes de ganancias que el local anterior, al que se adhiere las ganancias por equipos. Los valores se registran mayormente estables a lo largo del año con amplitudes relativamente pequeñas, durante el periodo caluroso se registran las potencias más elevadas (debido al mayor uso del edificio por la vendimia). Los equipos presentan

mayor aporte con un promedio de 20.75 Kwh, seguido por la ocupación con 14.30 Kwh y por último la iluminación con 12.62 Kwh (Anexo 7).

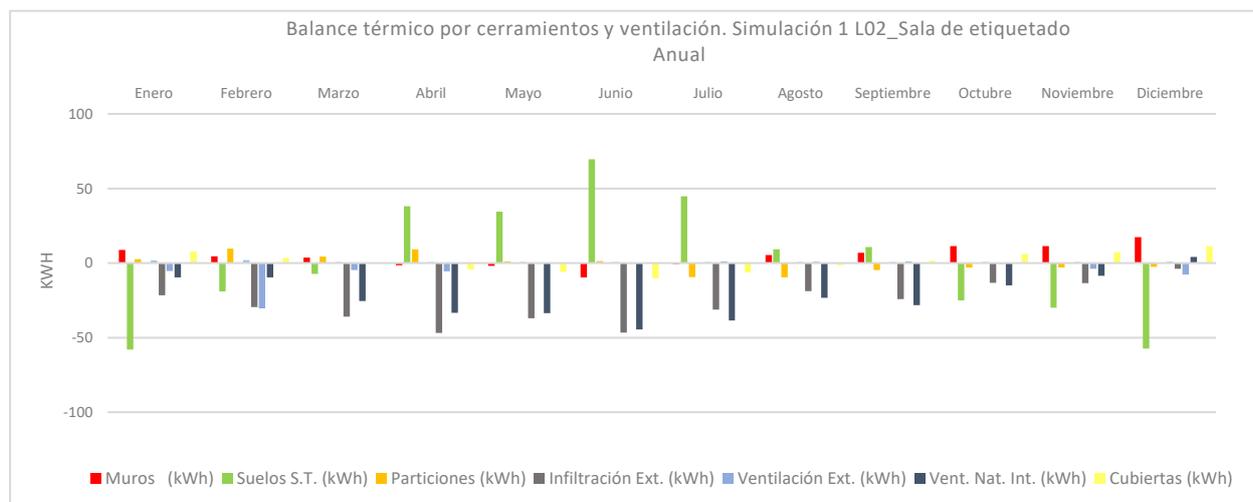


Figura 40 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 1 para el local L02\_Sala de etiquetado.

Las mayores transferencias en la sala de etiquetado se dan por el suelo sobre el terreno (Anexo 8). Este tipo de transferencias ayuda a mantener equilibrada la temperatura ambiente, al generar pérdidas durante el verano y ganancias en invierno. Al ser la temperatura del suelo relativamente estable a lo largo del año, en verano la temperatura del ambiente es mayor que la del suelo, lo que provoca que el calor dentro del espacio tienda a irse y “calentar” al cuerpo más frío, en este caso el S.T; en el invierno este fenómeno se produce de forma inversa.

La ventilación natural interna -aquella que intercambia energía por convección con los locales adyacentes- y las infiltraciones exteriores, provocan pérdidas al ambiente durante todo el año. La mayor extracción de energía se registra durante los meses fríos, alcanzando máximos de 47 kwh. Ambas fuentes se comportan de manera similar, con una pequeña diferencia entre sus valores.

A éstos le sigue la ventilación exterior, dado que el espacio no cuenta con aberturas exteriores, este tipo de ventilación se da por el uso del extractor. Se registra pequeñas disipaciones de energía la mayor parte del año, siendo en febrero cuando llega al máximo de 30 kwh debido al mayor uso de la ventilación mecánica.

Los cerramientos exteriores restantes (muros y cubierta) presentan pérdidas a través de ellos únicamente los meses fríos, el resto del año ceden calor al ambiente. Estos valores son mucho menores que los anteriores, la gran aislación que compone la envolvente de este espacio minimiza las transferencias.

Las particiones generan pequeñas ganancias al ambiente los primeros seis meses del año, los restantes presentan pérdidas (máximos de 10 kwh para ambos casos). El local se encuentra adyacente al central, cuyas dimensiones son mayores (más del tiple) y menos hermético; por

ende, la temperatura interior es más difícil de controlar que el ambiente estudiado (los valores de temperatura son superiores en verano e inferiores en invierno). Ya sea por los tabiques o por la ventilación, las temperaturas de los locales tienden a equilibrarse. Por esta razón, el espacio estudiado va recibir energía en verano y perder en invierno.

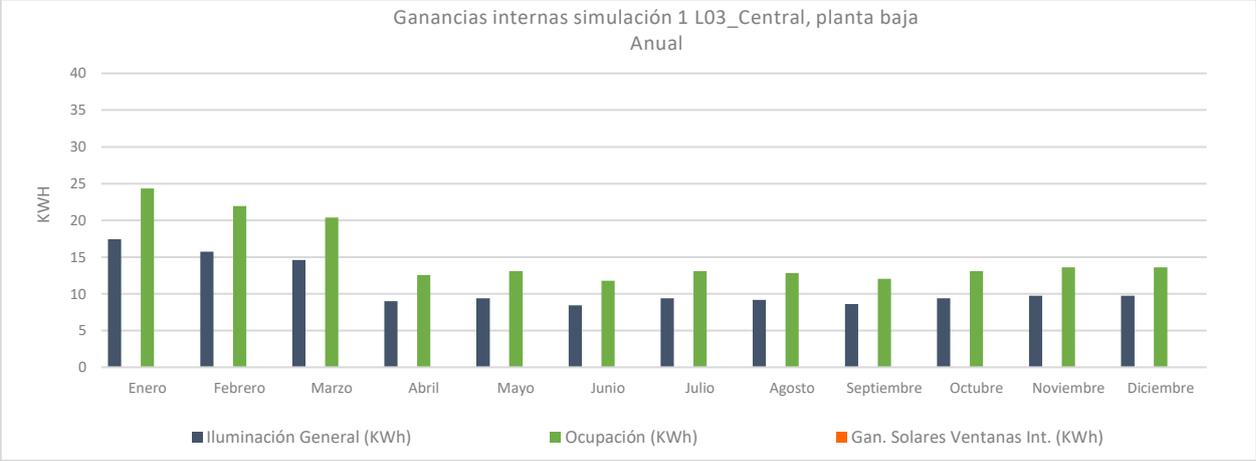


Figura 41 - Tipos de ganancias internas obtenidas por simulación 1 para el local L03\_Central, planta baja.

En comparación a los locales mencionados anteriormente, la planta baja del edificio central obtiene ganancias internas inferiores (Anexo 9). Entre ellas, la ocupación es la que aporta más energía con un promedio de 15 kwh. Durante la vendimia se dan los promedios más altos - aproximadamente un 5% más que el resto del año- debido a que la cantidad de personas se duplica. La iluminación ocupa el segundo lugar con un promedio de 11 kwh, seguido por las ganancias solares por ventana interior con valores insignificantes y un promedio de 0.02 kwh, siendo considerada este tipo de ganancia como aquella que influye indirectamente sobre un local.

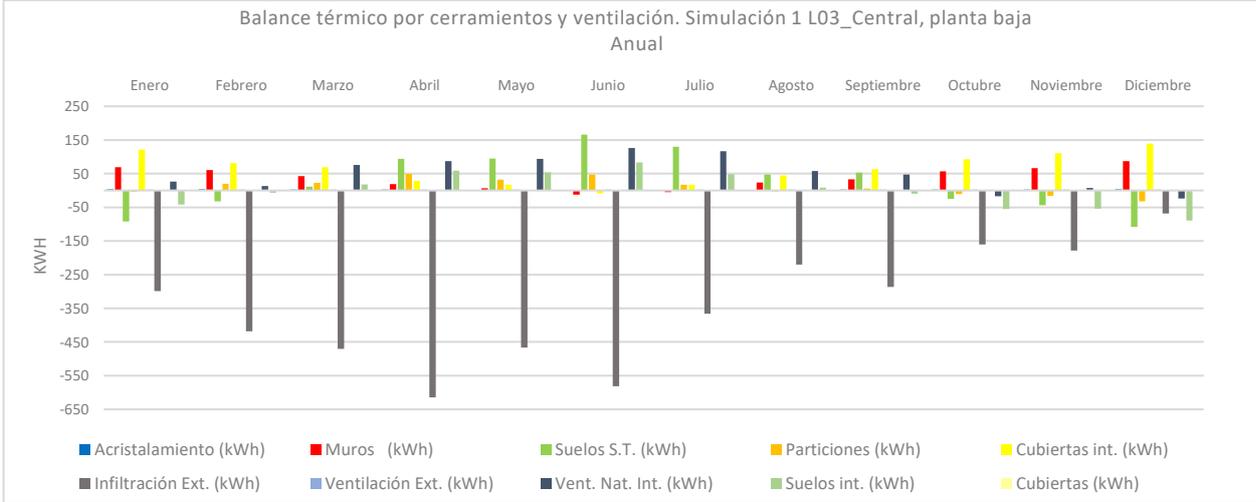


Figura 42 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 1 para el local L03\_Central, planta baja.

La planta baja del núcleo central presenta pérdidas significativas por infiltraciones exteriores (Anexo 10). A través de éstas, la energía disipada al exterior se da de forma gradual a lo largo del año, variando en algunos meses (respecto al mes anterior) a causa de que la temperatura exterior se eleva y la diferencia exterior-interior disminuye. Esto es influenciado por la alta tasa de las renovaciones de aire que presenta el local, debido a las dimensiones y falta de hermeticidad de sus aberturas. Es importante entonces, disminuir las cargas térmicas relacionadas a las infiltraciones, para poder reducir el consumo energético.

Al igual que en los locales anteriores a través del suelo se intercambia energía con el medio, beneficiando éste al equilibrio térmico del ambiente interior. Se registran ganancias de marzo a setiembre, y pérdidas los meses restantes; los máximos se dan en los meses más críticos -junio y diciembre respectivamente-. Los valores obtenidos son mayores que el local anterior (L02), dado que el área en contacto con el suelo en L03 es superior y también la diferencia de temperatura entre el mismo y el suelo. A su vez, son inferiores que L01, local con menor volumen, pero con mayor profundidad, y con temperatura más estable.

Se denomina suelo interior a aquel cerramiento horizontal inferior que divide dos espacios interiores (también llamado cerramiento intermedio). Este intercambia energía entre L01 y el local estudiado, a pesar de que el mismo presente cámara de aire (espacios de la bovedilla), masa y aislación térmica, deja pasar calor beneficiando únicamente a L03. Se registran pérdidas durante los primeros dos meses y últimos cuatro del año, los meses intermedios presentan ganancias.

La cubierta interior es también un cerramiento intermedio, separa el local con el espacio superior a él. Al registrar estas últimas temperaturas más elevadas, recibir radiación directa que calienta la superficie, entre otros factores, provoca que el local estudiado reciba ganancias durante todo el año, con máximos en los meses más calurosos.

Las particiones se comportan igual a los cerramientos intermedios ya mencionados, presentan pérdidas y ganancias con valores inferiores al del suelo interior.

Los muros aportan ganancias todo el año a excepción de junio y julio, meses que pierde pequeñas porciones de energía. La masa que compone el cerramiento actúa como acumulador o también llamado masa térmica, el sistema almacena la energía calórica y posteriormente lo libera al ambiente cuando la temperatura del local sea inferior. El uso de aislantes minimiza la transmisión de calor al local cuando no es conveniente, actuando como un escudo térmico.

L03 está conectado térmicamente con L08, a su vez, este gran volumen está vinculado con todos los espacios que conforman la bodega. Como se explicó para los cerramientos interiores, cuando dos o más sistemas se encuentran en contacto térmico, se transfiere energía en forma de calor desde el sistema de mayor temperatura al de menor, tendiendo a llegar a una temperatura intermedia de equilibrio. A partir de los análisis realizados, y sabiendo que los espacios que conforman núcleo central son los que presentan mayores variaciones de

temperatura, se puede decir que éstos van a tender a beneficiarse de los intercambios térmicos con los locales aledaños, extrayendo o cediendo energía calórica cuando lo necesiten.

Los valores de la ventilación natural interna presentan ganancias durante el año (a excepción de octubre y diciembre), gran parte de éstas provienen del espacio superior, L08.

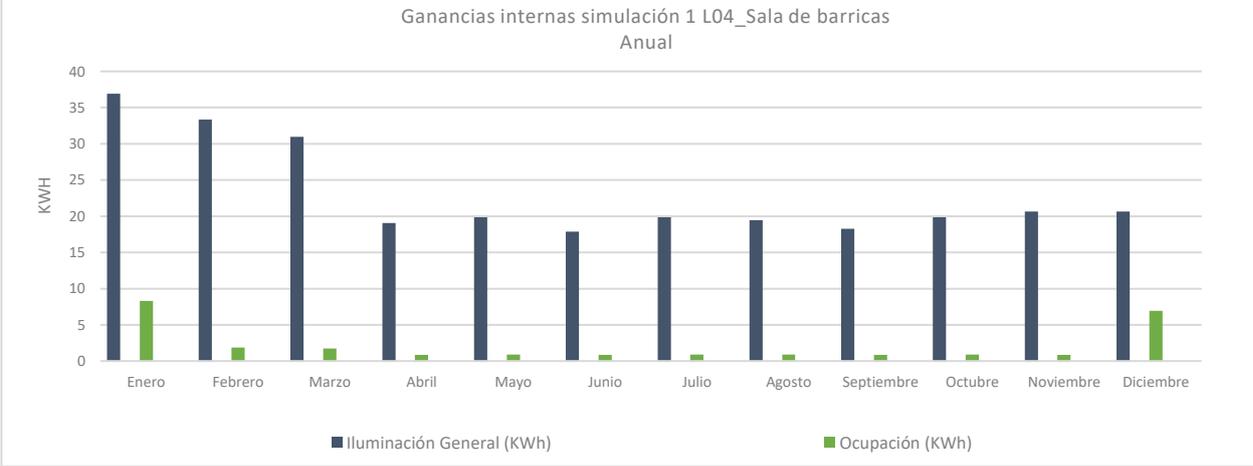


Figura 43 - Tipos de ganancias internas obtenidas por simulación 1 para el local L04\_Sala de barricas.

El local presenta ganancias por iluminación y ocupación, el primero genera un promedio de 23.06 kwh, mientras el segundo únicamente 2.16 kwh al año. Las ganancias son relativamente constantes a lo largo del año, en el caso de la iluminación se diferencian los primeros tres meses con los valores más elevados, a raíz del mayor uso general de la bodega, ya que mantienen todas las luces encendidas. La ocupación sufre variaciones graduales, en los meses de vendimia de blancos -diciembre y parte de enero- es cuando se produce el mayor aumento, los siguientes dos meses durante la vendimia de tinto la densidad de ocupación baja ya que no se trabaja constantemente en el espacio, pero sí de forma esporádica. Los meses restantes la densidad de ocupación disminuye aún más y se presentan ganancias mínimas (Anexo 11).

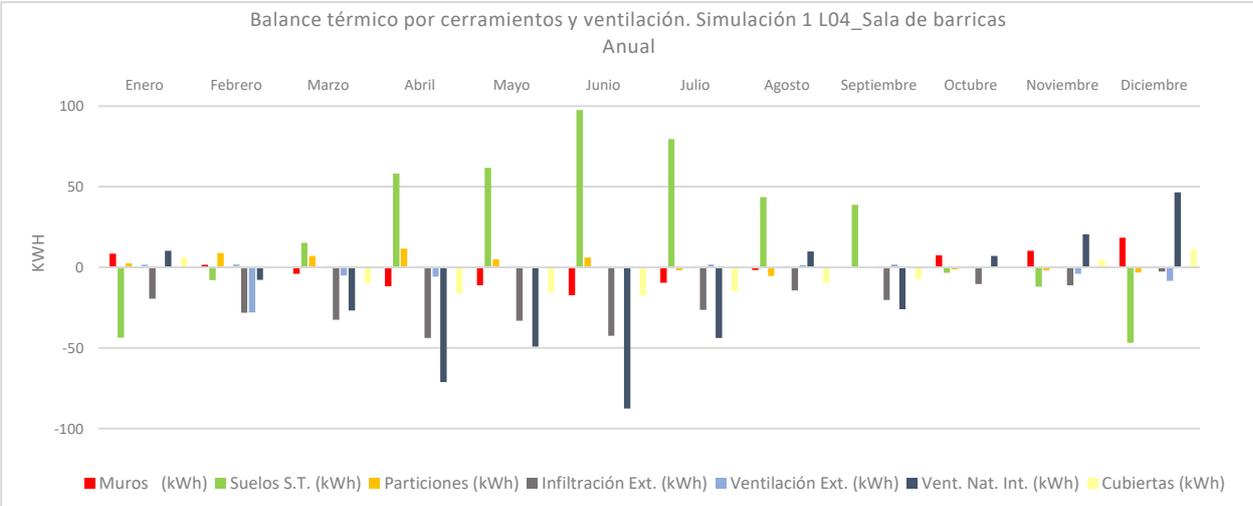


Figura 44 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 1 para el local L04\_Sala de barricas.

La sala de barricas presenta las mismas tendencias de transferencia que la sala de etiquetado, en general se comportan de forma similar, con la presencia de algunas variaciones (Anexo 12).

A lo explicado anteriormente se le suma otro factor como es el control de los flujos de aire, este local no cuenta con una puerta o protección en el vano que evite la salida o entrada del aire, por lo que las infiltraciones y los distintos tipos de ventilación pueden intercambiar energía con este medio fácilmente.

En comparación con L02 y efecto de lo explicado anteriormente, el suelo sobre el terreno presenta pérdidas más pequeñas (10 kwh aproximadamente) y ganancias mayores (20 kwh aproximadamente, en algunos meses más). Las ganancias a través de los cerramientos exteriores -muros y cubierta- se reducen, y las pérdidas aumentan. A pesar de esto, el local intercambia escasamente más de energía por particiones con el local contiguo (L03), a partir del cual se beneficia ganando una pequeña cantidad de energía en los meses fríos. La ventilación exterior aumenta levemente sus valores, y lo mismo ocurre con la ventilación natural interior, donde las pérdidas se incrementan casi el doble de abril a junio.

Las infiltraciones exteriores y la ventilación mecánica no presentan alteraciones respecto a sala de etiquetado, el horario de uso, el caudal del extractor y la envolvente del local se mantienen igual.

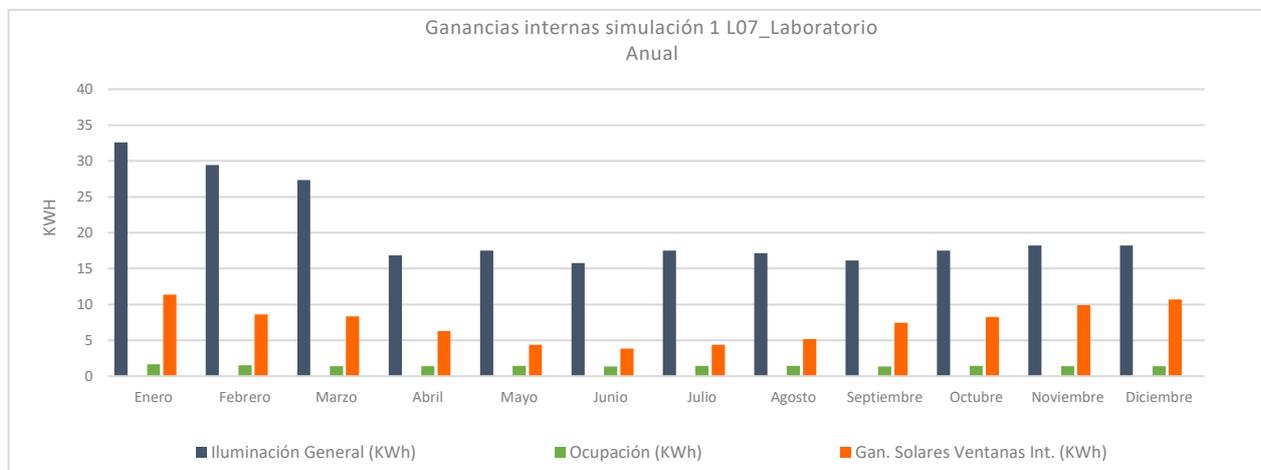


Figura 45 - Tipos de ganancias internas obtenidas por simulación 1 para el local L07\_Laboratorio.

El local presenta ganancias internas a nivel de iluminación, ocupación y radiación solar por ventanas internas, con promedios de 20.36 kwh, 1.45 kwh y 7.39 kwh respectivamente (Anexo 13). Los primeros tres meses del año se registran las mayores ganancias por iluminación, periodo que se desarrolla la vendimia y el horario de uso del edificio aumenta. La ocupación se encuentra estable todo el año, debido a que se estima que el uso y la cantidad de personas no se altera. En cuanto a la radiación solar interna (aquella que llega al local por medio de otro), sus valores

varían paulatinamente en relación a la época del año (los mínimos se dan en invierno y los máximos en verano).

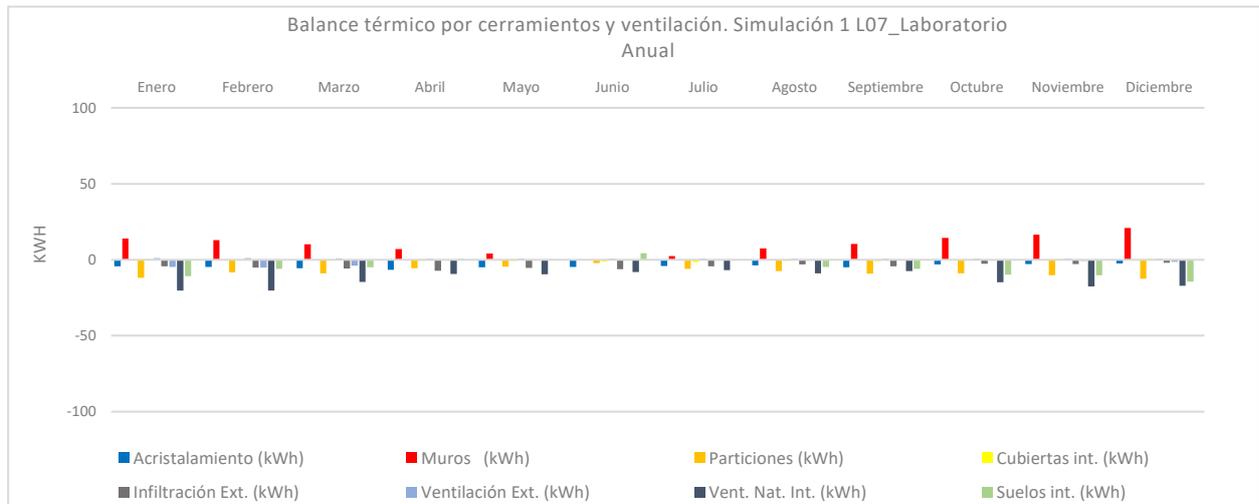


Figura 46 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 1 para el local L07\_Laboratorio.

Observando la Figura 46 se puede observar que las ganancias y pérdidas son muy bajas, la diferencia respecto a lo que visto anteriormente es que aquí también son pequeñas las transferencias por flujos de aire, apenas llegan a 20 kWh (Anexo 14).

El laboratorio es un local intermedio entre planta alta y baja, con dimensiones muy pequeñas en comparación a éstos. Si se observan las Figuras 33, 35 y 36, se puede apreciar la diferencia en el comportamiento térmico diario de cada espacio, el sitio estudiado tiene variaciones diarias más lentas, por lo que se mantiene temperaturas más estables. A partir de la teoría anteriormente explicada de la conservación de la energía, se justifica la presencia mayoritaria de pérdidas; los espacios contiguos (planta baja, alta y servicios en la parte inferior) están constantemente extrayendo energía en el intento de equilibrar térmicamente los sistemas.

La partición en éste se divide en dos, por un lado, lo opaco (ladrillo) con un porcentaje pequeño y por otro el acristalamiento. Al no contar con gran porcentaje de masa, ni aislación que amortigüe las pérdidas, el área vidriada facilita las transferencias térmicas.

En suma, las únicas cargas considerables -a pesar de que sea muy poca energía- se dan a través de los muros exteriores, su comportamiento a lo largo del año está directamente relacionado a la potencia de radiación solar que incide sobre él; mostrando ganancias en verano y pérdidas en invierno.

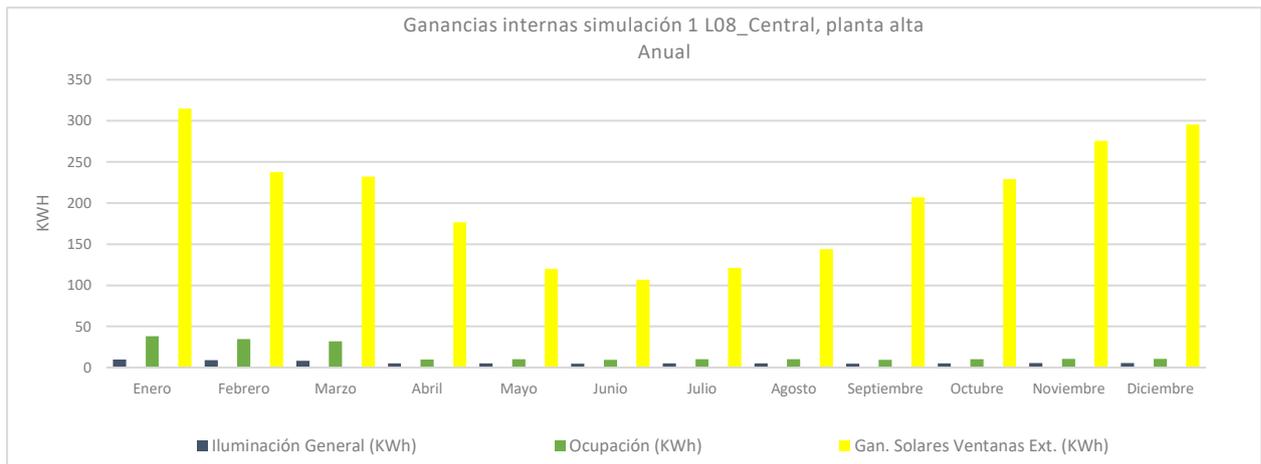


Figura 47 - Tipos de ganancias internas obtenidas por simulación 1 para el local L8\_Central, planta alta.

El local del entresuelo exhibe ganancias internas a nivel de iluminación, ocupación y radiación solar por ventanas exteriores, con promedios de 6.13kwh, 16.29 kwh y 205.11 kwh respectivamente (Anexo 15). En época de vendimia la iluminación aumenta únicamente 3 kwh respecto al resto del año, y a diferencia de éste la ocupación en estos meses crece aproximadamente 20 kwh respecto a su valor habitual, el número de trabajadores se duplica y el horario de uso del espacio aumenta.

Las ganancias por radiación solar se dan únicamente en este local, y presentan los valores más altos del edificio. Su variación depende de la potencia radiante solar en las distintas épocas del año, y de la orientación del espacio; la curva expone un comportamiento típico de la orientación oeste, el espacio recibe el mayor aporte en verano y menor en invierno. Es un factor a tener en cuenta, se debe estudiar en que momentos es beneficioso, si es conveniente dejarlo ingresar al ambiente, y cuando uno debe protegerse de él para que no se produzca un sobrecalentamiento. Se recomienda que las aberturas se orienten al norte para recibir los valores más altos en invierno y más bajos en verano.

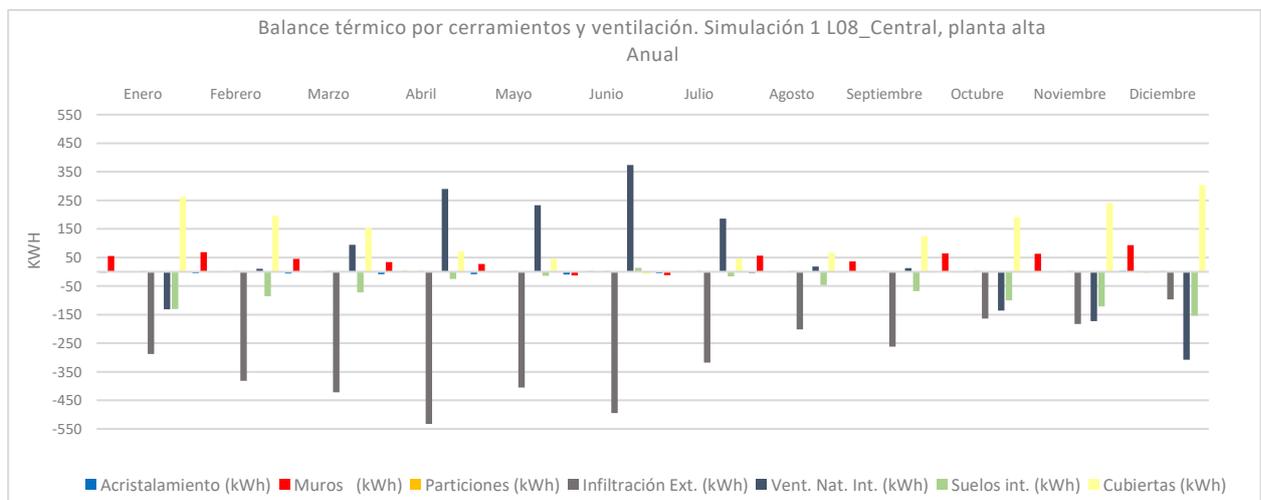


Figura 48 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 1 para el local L08\_Central, planta alta.

La planta alta del edificio central, al igual que la planta baja presentan grandes pérdidas por infiltraciones durante todo el año (Anexo 16), disminuyendo levemente entre un espacio y otro, dada la reducción del área de aberturas; a pesar de que este espacio no tiene aberturas de grandes dimensiones, posee dos huecos sobre la fachada este (con un área de 1.5 m<sup>2</sup> cada uno) sin protección por donde ingresa fácilmente el aire exterior. A su vez, cuenta con una ventana orientada al oeste, compuesta por vidrio simple y un marco de hierro con una hermeticidad deficiente.

Los muros exteriores se comportan de igual modo que en L03. Por otra parte, la transferencia a través de la cubierta es importante, ya que presenta un máximo de 300 kwh, y no resulta beneficiosa para el periodo caluroso pues, el exceso de calor es una de las principales causas de que los edificios sufran de sobrecalentamiento; por ello es importante no ignorar este tema y se recomienda el uso de un buen aislante. A su vez, el suelo interior de L08 es la cubierta interior de L03; cómo se puede observar en las Figuras 42 y 48, las transferencias son iguales, pero con signos opuestos. En el caso de las particiones, presentan valores despreciables inferiores a 3 kwh.

Del mismo modo que en L03, la ventilación natural interna exhibe potencias considerables, con valores máximos entre 308 y 374 kwh – pérdida y ganancia respectivamente-, que duplican a los registrados en L03; sin embargo, la dirección de las transferencias difiere. La planta baja presenta ganancias todo el año, mientras que, el entrepiso cede energía en verano y recibe en invierno. Se infiere que el local estudiado se beneficia de los locales aledaños (L03 y L07), extrayendo energía en invierno y entregando en verano, de igual manera que L03 de los espacios laterales (L02 Y L04) e inferior (L01). De ahí que, si L08 no extrajera energía calórica de L03, éste presentaría ganancias mayores, similares a las del caso simulado.

### ***Comentario general del balance térmico de la Simulación 1.***

A nivel general las mayores ganancias internas en el edificio se dan durante el período de vendimia (enero, febrero, marzo), como consecuencia del aumento de horas de funcionamiento del edificio, es decir, mayor cantidad de horas de uso de equipos, iluminación, etc. A su vez, en algunos espacios se duplica la cantidad de personas, lo que explica el aumento del calor generado por ocupación. La variación de la potencia de iluminación entre los espacios depende tanto de la cantidad de horas de uso de la iluminación artificial, como de la potencia de los tipos de lámparas utilizadas. Por eso, espacios con el mismo horario de funcionamiento pueden presentar niveles distintos.

A excepción de L08, el resto de los locales no llegan a generar ganancias internas mensuales que sobrepasen los 50 kwh. Es relevante recordar que no se está considerando las ganancias internas generadas a partir del desprendimiento de calor en el proceso de fermentación, ni el generado por los equipos utilizados en la producción. Se podría decir entonces, que, si el horario

de uso del edificio y la cantidad de funcionarios no se viera alterada, las ganancias internas que no dependen de factores externos, se presentarían mayormente estables en el transcurso del año.

L08 y L07 son los únicos locales que presentan ganancias internas que producto de agentes exteriores, en este caso, ganancias solares. Las que se registran en L07 (7.39 kwh) son una fracción de las ganancias solares que se producen en L08 (205.11kwh).

Con respecto al balance térmico, las mayores pérdidas se dan por flujos de aire; de ahí que los locales se ven desfavorecidos principalmente por las infiltraciones, seguido por la ventilación natural interna -exceptuando a L03 y L08 que se favorecen de los aportes y extracción de la misma durante todo el año- y, por último, -con un porcentaje menor- los cerramientos exteriores, muros y cubiertas.

En cambio, los ambientes en contacto con el terreno se benefician de éste, ganando energía en invierno y perdiendo en verano. La cantidad de calor transferida entre los sistemas depende de la diferencia de temperatura entre los mismos, siempre tendiendo al equilibrio térmico. En el caso de la cava, al ser los muros subterráneos, tienen el mismo comportamiento que el terreno.

A partir de los datos arrojados por esta simulación, se considera pertinente mejorar el control de los flujos de aire, incluyendo protecciones en los vanos que carecen y mejorando la hermeticidad de las aberturas. Además, se deben controlar los horarios de apertura de los mismos en función a los requerimientos térmicos que tenga el espacio; por ejemplo, en verano el uso de la ventilación nocturna podría ayudar a minimizar el exceso de calor propio de la época.

Agregando a lo anterior, se aconseja al momento de usar los equipos de ventilación mecánica generar un sistema que inyecte aire a una temperatura próxima a la requerida en el espacio cuando la exterior, o la de los espacios contiguos, se encuentran lejos del óptimo, evitando así infiltraciones no deseadas.

Con respecto a la envolvente, se recomienda poner especial cuidado en cada uno de los elementos que la componen, ya que cada una de las capas presentan propiedades que son determinante en el comportamiento térmico del edificio. Se debe buscar una mayor estanqueidad del cerramiento exterior; para ello, la incorporación de espesor de aislación térmica en algunos cerramientos -por ejemplo, cubierta-, favorecería para minimizar las transferencias de calor hacia otros espacios no convenientes, sobre todo el exterior. También, la incorporación de cortinas para la ventana en fachada oeste controlaría los altos niveles de radiación que ingresan al local.

**5.2.2 Resultados Simulación 2 (S2):** Primer aproximación a la realidad. Temperatura óptima con sistemas HVAC.

A partir de los bajos porcentajes de horas dentro del rango de temperaturas recomendadas obtenidos, se considera pertinente para el trabajo conocer la influencia sobre la temperatura ambiente del uso de acondicionamiento mecánico.

Tomando como base la simulación 1, se procede a incorporar en la interfaz DB la configuración necesaria para simular el efecto de los sistemas de acondicionamiento mecánico

sobre los espacios. Se simulará únicamente para los locales que hoy en día cuentan con los mismos, es decir sala de etiquetado y sala de barricas, ambos con equipos de 24.000 BTU.

Es importante recordar que el uso de sistemas mecánicos en la sala de barricas se utiliza como una solución alternativa en el caso de que los sistemas de climatización individuales por tanque no sean suficientes. Por lo tanto, los consumos y temperaturas que arroja esta simulación pueden variar dependiendo del uso que se le dé al mismo.

Tabla 52 - Temperatura operativa anual con HVAC obtenida por simulación 2, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L02\_Sala de etiquetado.

<b>Horas dentro del rango óptimo</b>		3723	42%
<b>Horas fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	4224	48%
	<b>Frío</b>	813	10%
	<b>Total</b>	5037	58%
<b>Horas totales</b>		8760	100%

<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>	+ 13%
--	-------

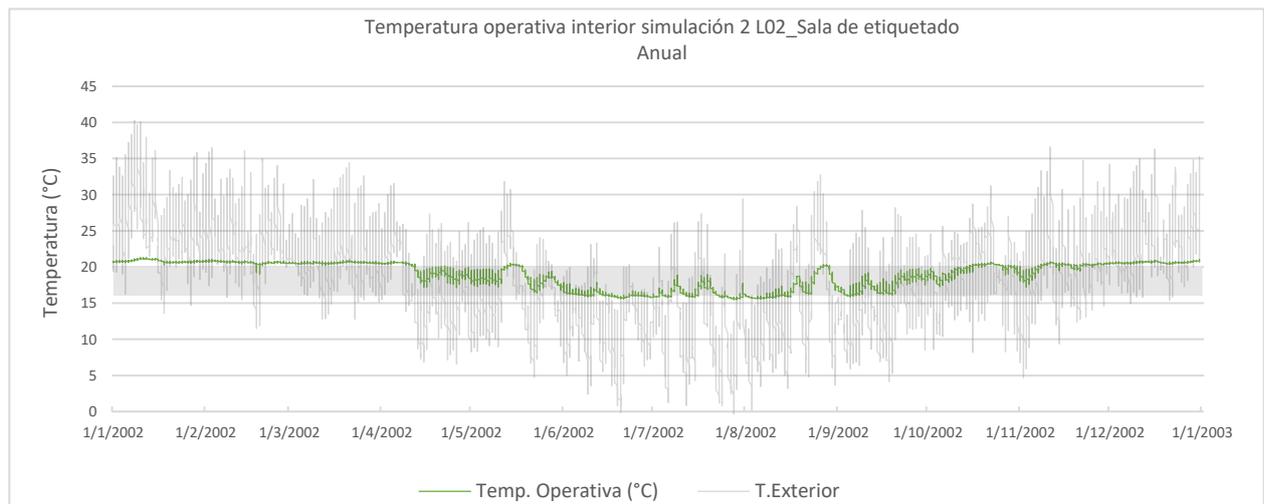


Figura 49 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 2. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L02\_Sala de etiquetado.

Haciendo uso de la unidad de aire acondicionado, el 42% del año la sala de etiquetado se encuentra dentro de los valores de temperatura recomendados para el espacio, principalmente desde mediados de abril hacia mediados de noviembre. Las horas aceptables aumentan un 13% respecto a la simulación 1, sin sistemas complementarios. Del 58% restante (13% menos que S1), 10% presentan temperaturas por debajo de lo recomendado y un 48% superiores.

Aunque las horas de temperaturas aceptables aumentaron, no se consigue que el 100% de las mismas se encuentren dentro de lo deseado. A pesar de esto, como se puede observar en la Figura 53, la amplitud diaria disminuye y la temperatura se mantiene más estable a lo largo del

año. La diferencia de temperatura entre lo real y lo óptimo se reduce, y cuando las temperaturas reales están fuera del rango óptimo nunca superan los 2 °C.

Tabla 53 - Temperatura operativa anual con HVAC obtenida por simulación 2, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L04\_Sala de barricas.

<b>Horas dentro del rango óptimo</b>		4432	51%
<b>Horas fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	3395	39%
	<b>Frío</b>	932	10%
	<b>Total</b>	4327	49%
<b>Horas totales</b>		8760	100%

<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>	<b>+ 22%</b>
--	--------------

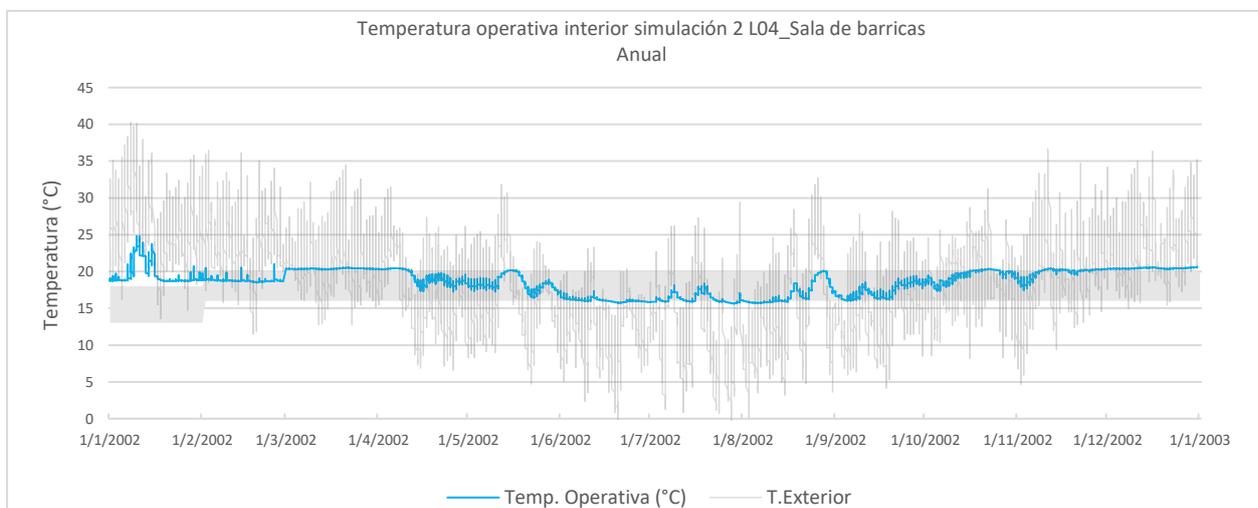


Figura 50 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 2. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L04\_Sala de barricas.

Con respecto a la simulación 1, la sala de barricas al igual que el local anterior presenta un descenso de temperatura y amplitud térmica diaria, estabilizándose dentro o próximo a la faja de temperatura óptima para el local (Figura 50). La temperatura se encuentra dentro del óptimo el 51% del tiempo (22% superior a la simulación 1). Del 49% fuera del mismo, 39% se debe a un incremento de 1°C aproximadamente, durante algunos días de marzo a diciembre; y de 1 a 6 °C durante la vendimia (el rango óptimo descende). El 10% de las horas restantes la temperatura sufre un leve descenso respecto al óptimo, rondando en 1 °C.

Tabla 54 - Influencia del HVAC sobre la temperatura operativa de los locales contiguos, obtenido por la simulación 2.

		L01	L03	L07	L08
<b>Horas dentro del rango óptimo</b>		43%	45%	58%	38%
<b>Horas fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	47%	36%	2%	43%
	<b>Frío</b>	10%	19%	40%	19%
	<b>Total</b>	57%	55%	42%	62%
<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>		5%	16%	10%	12%

Utilizando sistemas mecánicos para calefaccionar y refrigerar a un espacio, no se está modificando únicamente la temperatura de ese local, sino que se está alterando también los demás ambientes del edificio. En este caso, todos los espacios presentan el mismo rango de temperaturas recomendadas (16-20 °C) la mayor parte del año, por lo que se benefician del aporte de los aires. El local más favorecido es la planta baja con 16% sobre la temperatura óptima de S1 (quedando en 45%), seguido por la planta alta con un incremento del 12% (38% en total).

### Consumos desglosados.

Tabla 55 - Consumos desglosados de energía anuales obtenidos por simulación 2.

	Iluminación	Calefacción	Refrigeración
<b>Totales anuales (kwh)</b>	1276.15	57.02	2697.53
<b>Total anual (kwh)</b>	4030.70		

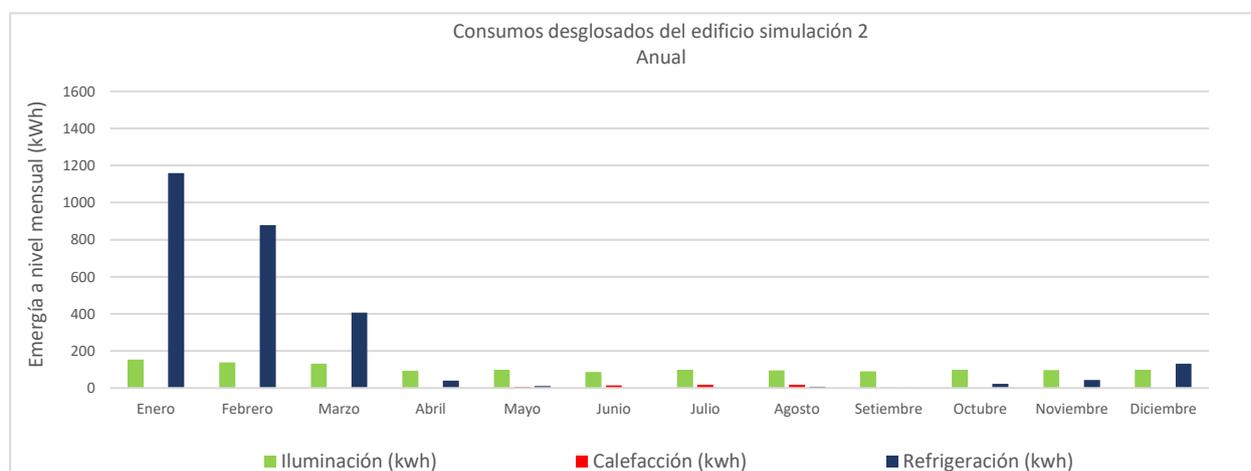


Figura 51 - Comparación de los tipos de consumos desglosados de energía mensuales obtenidos por la simulación 2.

El mayor consumo del edificio se da por refrigeración con un valor 2697 kwh, seguido por la iluminación con 1276 kwh, y por último la calefacción con apenas 57 kwh (Anexo 17).

La refrigeración tiene un consumo máximo en enero de 1159 kwh, decreciendo linealmente hasta abril, uno de los meses más críticos. Los meses siguientes presenta consumos escasos o nulos, hasta octubre que comienza a aumentar levemente. Opuesto a este, la calefacción

consume energía desde mayo a setiembre con valores por debajo a los 18 kwh. La iluminación sostiene un consumo estable a lo largo del año.

El principal problema del edificio es el calor, los consumos más grandes se deben al intento de refrigerar los ambientes. Dado las condiciones térmicas actuales del edificio resulta imprescindible en algunos casos el uso de sistemas mecánicos de acondicionamiento, pese a esto, la potencia de los equipos con los que se cuenta no es suficientes para cubrir las necesidades. Por ello, para un uso más eficiente de los equipos se recomienda un riguroso control de los aportes de calor, además mantener el espacio hermético y las aberturas cerradas durante su funcionamiento. La combinación de sistemas de acondicionamiento artificial con otras estrategias como la ventilación natural nocturna o mecánica puede ayudar a reducir las horas de funcionamiento de los aires, además de reducir el salto térmico, conduciendo así a un ahorro energético.

**5.2.3 Resultados Simulación 3 (S3):** temperatura óptima sin sistemas de climatización y sin masa térmica interna.

Tomando como referencia la simulación 1, se busca conocer el grado de influencia del vino como masa acumuladora de calor sobre la temperatura ambiente del edificio. Para ello, se trabaja sobre un caso hipotético, donde el edificio no se almacene materia prima (vino). No se considera para esta simulación el Laboratorio L07, debido a que en el mismo no se almacena vino.

Tabla 56 - Temperatura operativa anual sin masa térmica interna obtenida por simulación 3, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L01\_Cava.

<b>Horas Dentro del rango óptimo</b>		3146	36%
<b>Horas Fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	4625	53%
	<b>Frío</b>	989	11%
	<b>Total</b>	5614	64%
<b>Horas totales</b>		8760	100%
<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>		-2%	

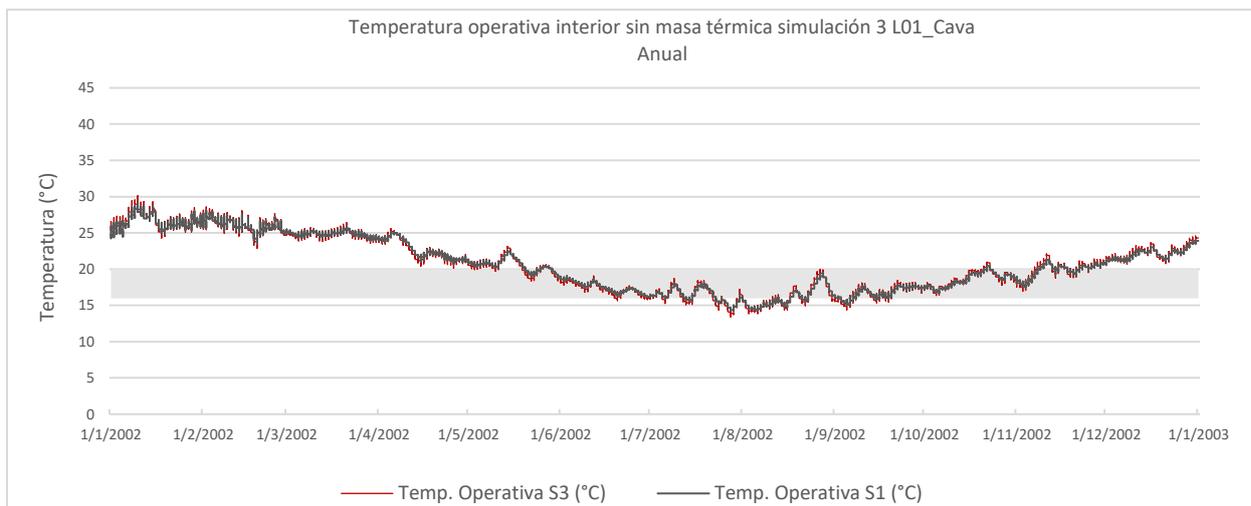


Figura 52 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 3, sin masa térmica interna. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L01\_Cava.

En comparación a la simulación 1, la cava disminuye 2% de las horas aceptables quedando en 36%. El 2% de las horas que pasan a estar en disconfort se deben principalmente a un descenso de temperatura, quedando en 11% las horas por frío. Como muestra la Figura 52, la temperatura operativa de S3 presenta mayor amplitud térmica diaria que en S1. Igualmente, estas variaciones no son significativas, la diferencia entre la amplitud que presenta la S1 (0.72 °C) y S3 (1.09 °C) es únicamente de 0.37 °C.

Al ser un local subterráneo, el control de los flujos energéticos interior-exterior y la inercia de la tierra son claves para amortiguar las temperaturas diarias y estacionales muy variables. Las oscilaciones horarias de temperatura que se producen a nivel del suelo se amortiguan al aumentar la profundidad, a partir de los 2 m, la temperatura de la tierra se va volviendo más constante y menos vacilante. En comparación a los otros locales, es evidente la estabilidad que se consigue mediante esta solución. Es por esto, que la diferencia entre el local con o sin masa térmica del vino no presenta grandes diferencias como se podría esperar, ya que el vino al igual que el agua, son buenos acumuladores de calor.

Tabla 57 - Temperatura operativa anual sin masa térmica interna obtenida por simulación 3, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L02\_Sala de etiquetado y L04\_Sala de barricas.

		L02		L04	
<b>Horas Dentro del rango óptimo</b>		2473	28%	2359	27%
<b>Horas Fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	4675	53%	4640	53%
	<b>Frío</b>	1612	18%	1761	20%
	<b>Total</b>	6287	72%	6401	73%
<b>Horas totales</b>		8760	100%	8760	100%
<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>		-1%		-2%	

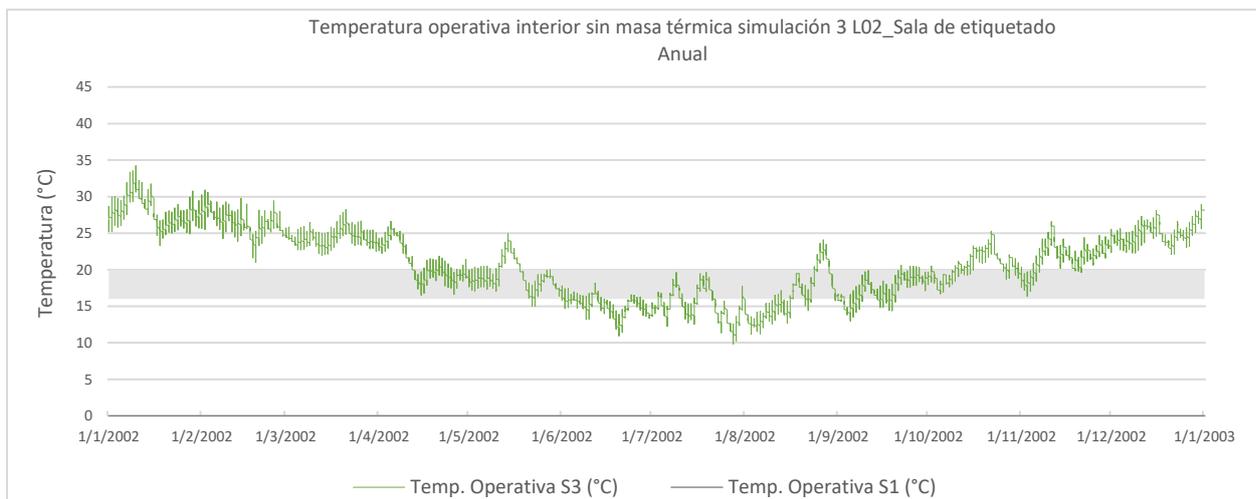


Figura 53 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 3, sin masa térmica interna. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L02\_Sala de etiquetado.

La sala de etiquetado disminuye 1% de horas en confort respecto a la simulación 1; dentro de ese porcentaje,  $\frac{1}{4}$  de las horas la temperatura pasa a estar por debajo del óptimo, mientras que el resto sobrepasan el límite recomendado. La amplitud térmica de la S1 ronda en los 1.86 °C, mientras que la S2 2.41 °C, dejando una diferencia de 0.55 °C entre ellas.

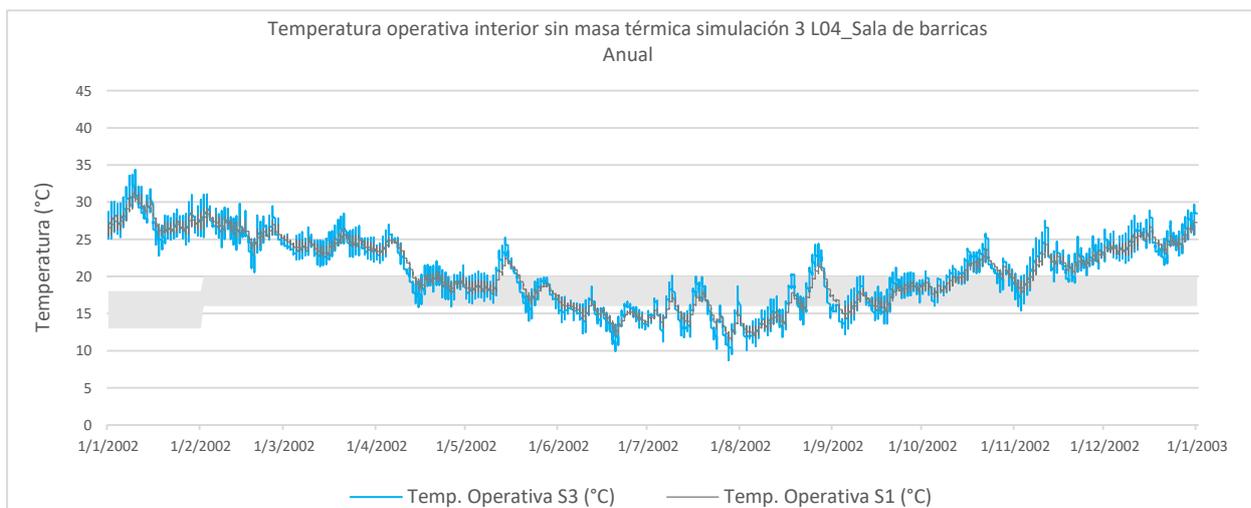


Figura 54 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 3, sin masa térmica interna. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L04\_Sala de barricas.

La sala de barricas disminuye 2% de horas en confort respecto a la simulación 1, quedando éstas en 27%. Este porcentaje pasa a ser parte de las horas fuera del rango de temperatura óptima generado por calor. La diferencia entre las amplitudes de ambas simulaciones es de 1.58 °C, siendo 1.28 °C la de S1 y 2.86 de S2.

En una primera instancia se podría suponer que el grado de influencia del vino sobre los espacios iba a ser mayor, debido al gran volumen que se almacena, la capacidad de la sustancia para actuar como regulador térmico -dada la gran cantidad de energía que requiere para elevar

su temperatura-, y su baja conductividad. A pesar de esto, los datos arrojados por la simulación demuestran que el vino como acumulador de calor no tiene gran peso sobre el espacio; aunque, como se observa, ayuda a regular las variaciones diarias de temperatura. En el caso de los locales laterales, ambos se caracterizan por ser bastante herméticos -no cuentan con aberturas que los vinculen directamente al exterior-, y a pesar de que la envolvente es liviana (paneles térmicos autoportantes), cuentan con masa térmica en el muro divisorio con el edificio central (M01), y el cerramiento inferior (P01). Igualmente, el uso de material aislante ayuda a reducir las pérdidas y ganancias energéticas no deseadas según la estación del año.

Tabla 58 - Temperatura operativa anual sin masa térmica interna obtenida por simulación 3, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L02\_Sala de etiquetado y L04\_Sala de barricas.

		L03		L08	
<b>Horas Dentro del rango óptimo</b>		2424	28%	2252	26%
<b>Horas Fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	4531	52%	4657	53%
	<b>Frío</b>	1804	21%	1850	21%
	<b>Total</b>	6335	72%	6507	74%
<b>Horas totales</b>		8760	100%	8760	100%

<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>	-1%	0%
--	-----	----

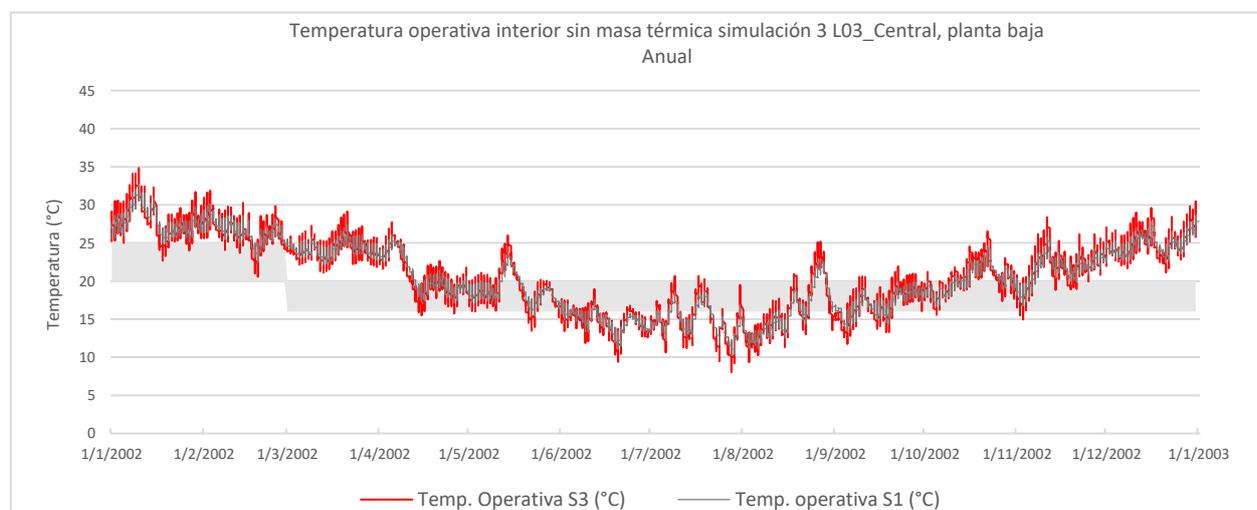


Figura 55 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 3, sin masa térmica interna. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L03\_Central, planta baja.

La planta baja del edificio central disminuye 1% de horas en confort respecto a la simulación 1, quedando las horas aceptables en 28%. Dentro de ese porcentaje, la mitad de las horas la temperatura se encuentra por debajo del óptimo, y la restante superior al límite recomendado. La diferencia entre las amplitudes de ambas simulaciones es de 1.42 °C, siendo 1.88 °C en S1 y 3.30 en S2.

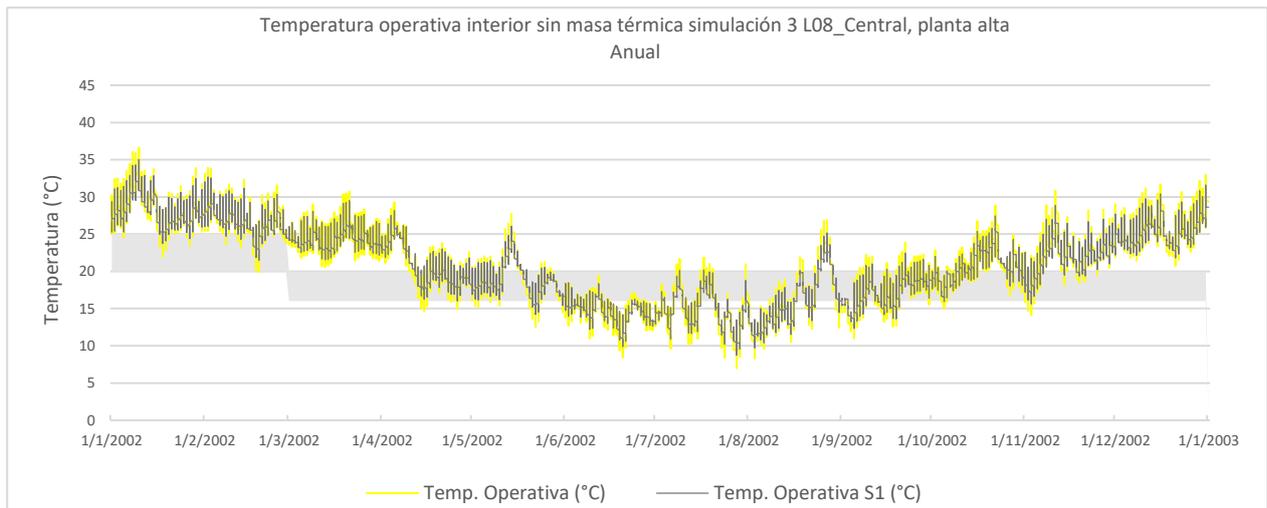


Figura 56 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 3, sin masa térmica interna. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L08\_Central, planta alta.

La planta alta no presenta variaciones en horas de confort respecto a la simulación 1. Se registra una diferencia de 1.03 °C entre la amplitud de S1 (3.62 °C) y S2 (4.65 °C).

El edificio central se caracteriza por contener la mayor cantidad de materia prima (60 m<sup>3</sup>), a pesar de esto, la diferencia entre ambas simulaciones es únicamente de 1°C. Dicha magnitud se encuentra a su vez, en un ambiente con volumen útil de 661 m<sup>3</sup>, once veces la masa de la materia prima. De esta manera, el espacio se constituye por un gran volumen, envuelto por un cerramiento mayoritariamente opaco -muros y piso- que posee masa térmica donde almacenar energía. Además, los espacios contiguos ayudan a “amortiguar” las variaciones térmicas, de ahí que, a pesar de ser el caudal de vino elevado, no alcanza para influir significativamente sobre la temperatura ambiente del espacio.

## **VI. Comportamiento térmico y consumo energético aplicando mejoras - Simulación.**

Tomando como base las simulaciones del funcionamiento actual de la bodega, analizadas en el capítulo anterior (simulación 1 y 2), se determina cuáles son los factores más relevantes y se modifican los parámetros con el objetivo de mejorar el rendimiento termo-energético del edificio, minimizando el aporte extra de calor o frío de los sistemas mecánicos.

Para ello, se realizan dos simulaciones; cada una de ellas toma como base las mejoras aplicadas en la simulación anterior. Para llegar a estos resultados se realizaron previamente varias modelizaciones donde se fueron probando modificar distintos datos y valores.

- Simulación 4: Mejoras de uso. Temperatura óptima, balance térmico y consumo energético.

Simulación 4 a: En esta instancia se determinan cuáles son los factores que se pueden modificar en busca de mejoras, luego de analizar los resultados obtenidos previamente. Consiguiente a este paso, se busca replantear el uso del edificio, y realizar pequeñas intervenciones de obra.

Simulación 4 b: Con esta modelización se busca conocer las condiciones interiores y consumos con las mejoras, haciendo uso del HVAC.

- Simulación 5: Mejoras constructivas. Temperatura óptima, balance térmico y consumo energético.

En base a las mejoras de la simulación 4, se modifican los componentes de los cerramientos. Y se indaga sobre el comportamiento del edificio a través de mejoras constructivas, ya sea aplicación de aislación térmica o incorporando ventanas, entre otras.

Simulación 5b: influencia de las mejoras sobre los consumos de los sistemas mecánicos de climatización. A partir de las simulaciones con HVAC se puede realizar una comparación de los consumos a medida que se implementan mejoras en el edificio.

### **6.1 Resultados Simulación 4a (S4a): Mejoras de uso. Temperatura óptima y balance térmico.**

Las condiciones térmicas internas dependen de factores de distinta índole, estos factores deben considerarse de una forma integral, estudiando cómo afectan al confort la combinación de todos ellos.

Los principales parámetros a tener en cuenta, son aquellos que provocan una pérdida o ganancia significativa sobre la temperatura ambiente. A partir de la simulación 1 se considera primordial actuar sobre el control de los flujos de aire. Para ello, se tomaron las siguientes medidas:

- a. Incorporación de dos puertas de panel térmico autoportante de 5 cm de espesor en los huecos ubicados en la fachada este.

- b. Mejora de la hermeticidad de las aberturas exteriores incorporando las piezas faltantes de los mismos, para simular esto se bajan las rph por infiltraciones a 0.
- c. En la sala de barricas se agrega una puerta de acceso con las mismas características que la de sala de etiquetado, con un tiempo de operación del 5% del horario general de la bodega.
- d. Instalación de una puerta de un panel térmico autoportante de 5 cm de espesor en el hueco del elevador que conecta la cava con el edificio central, con un porcentaje de apertura mínimo. La misma puede ser sustituida por el elevador, dejándolo estacionado a nivel del suelo de planta baja cuando no está en uso.
- e. Reducción del porcentaje del tiempo de apertura de las aberturas interiores en general. Las puertas deben mantenerse cerradas la mayor parte del tiempo, se recomienda que las mismas no se mantengan abiertas cuando sea posible, más que el 5% del horario general de la bodega.
- f. Uso de la ventilación natural o mecánica (lo que permitan las instalaciones del local) nocturna todo el año exceptuando los meses de junio, julio y agosto. Durante estos meses la misma debe darse durante el mediodía, aproximadamente tres horas.

Tabla 59 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 4, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L01\_Cava.

<b>Horas Dentro del rango óptimo</b>		4341	50%
<b>Horas Fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	4389	50%
	<b>Frío</b>	30	0%
	<b>Total</b>	4419	50%
<b>Horas totales</b>		8760	100%

<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>	+12%
--	------

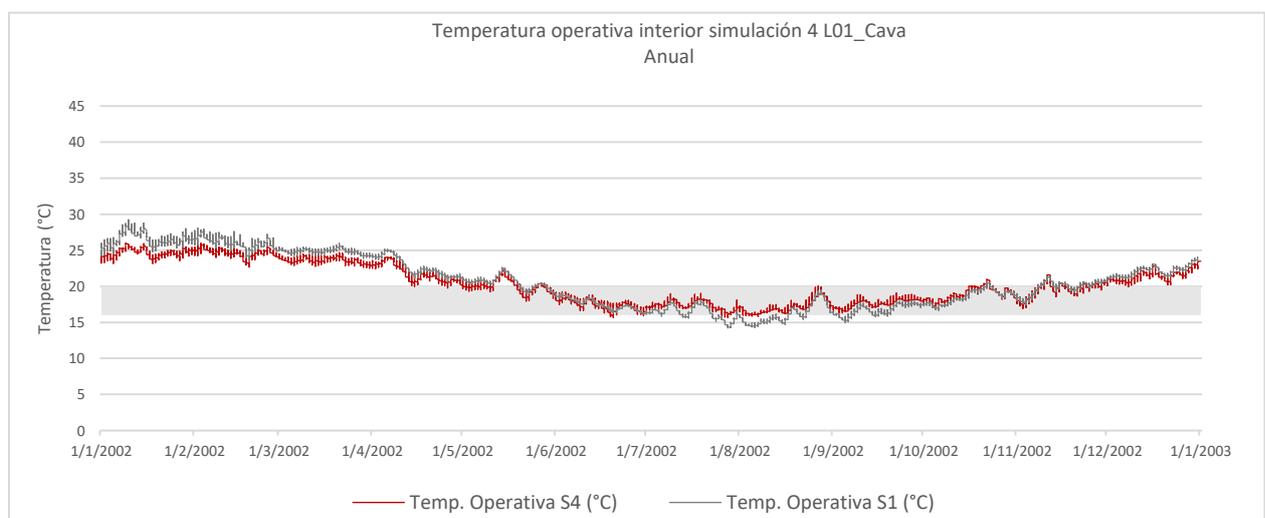


Figura 57 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 4. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L01\_Cava.

La cava presenta una mejora del 12% respecto a S1. No se registran horas por debajo de la temperatura recomendada, en el caso de las horas con temperatura superior se reducen un 3%, quedando en 50%. Como se puede observar en la figura 61, las temperaturas se estabilizan en comparación al caso anterior, mientras que la amplitud diaria se mantiene igual.

Tabla 60 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 4, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L02\_Sala de etiquetado.

<b>Horas Dentro del rango óptimo</b>		2850	33%
<b>Horas Fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	4485	51%
	<b>Frío</b>	1424	16%
	<b>Total</b>	5909	67%
<b>Horas totales</b>		8760	100%

<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>	+4%
--	-----

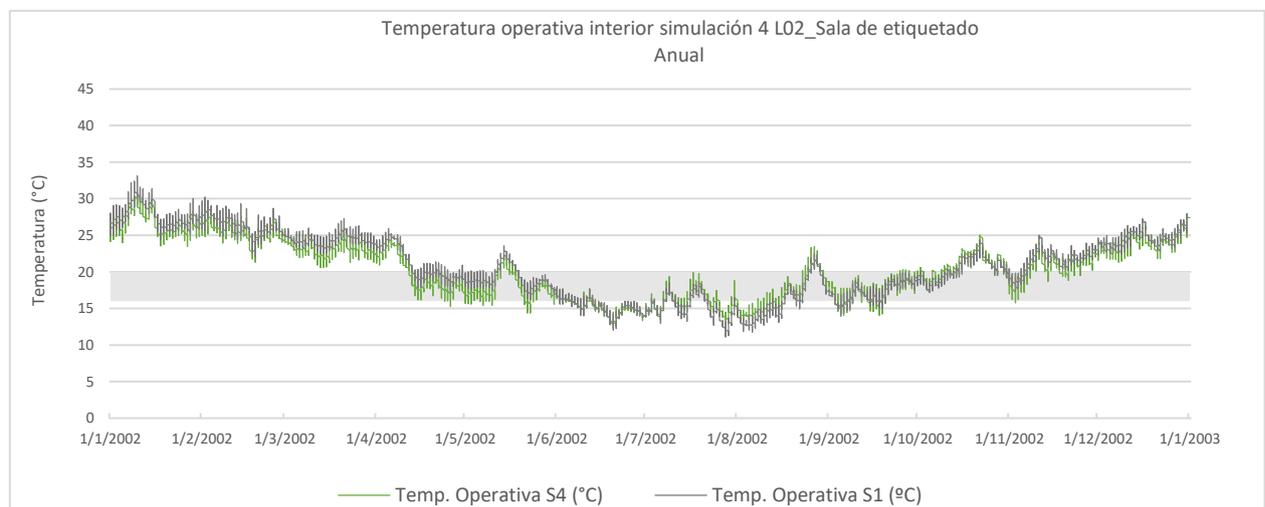


Figura 58 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 4. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L02\_Sala de etiquetado.

La sala de etiquetado presenta una mejora del 4% respecto a S1, de ese porcentaje la mitad correspondían a horas fuera del rango por exceso de calor y la otra mitad a falta del mismo. La diferencia de temperatura entre uno y otro varía entre 1 y 2 °C, mientras que para la amplitud diaria varía 0.40 °C.

Tabla 61 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 4, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L03\_Central, planta baja.

<b>Horas Dentro del rango óptimo</b>		2821	32%
<b>Horas Fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	4237	48%
	<b>Frío</b>	1701	19%
	<b>Total</b>	5938	68%
<b>Horas totales</b>		8760	100%

<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>	+3%
--	-----

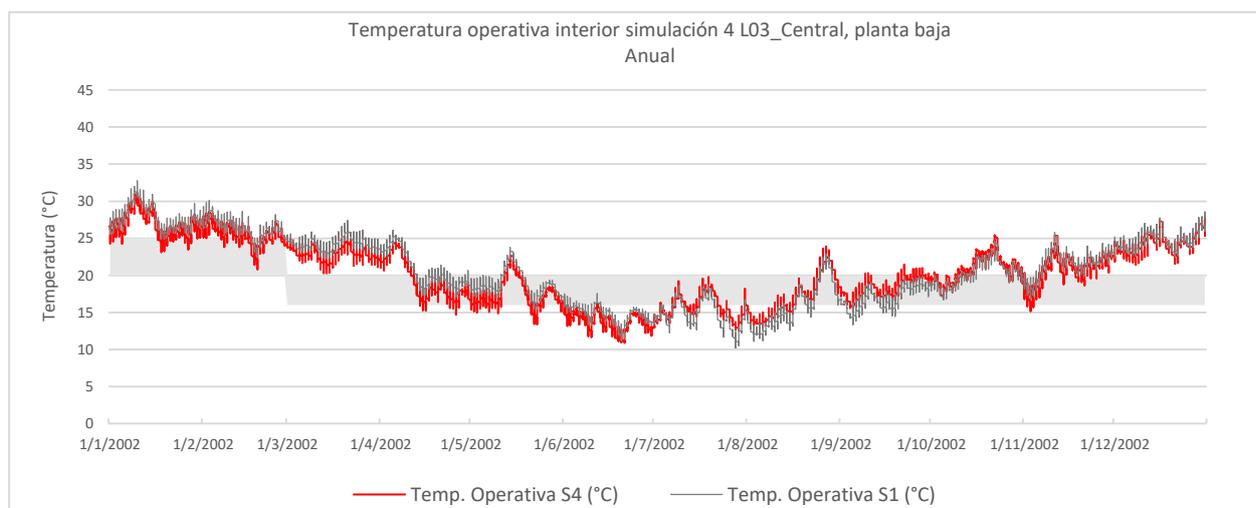


Figura 59 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 4. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L03\_Central, planta baja.

Aplicando las mejoras de uso, L03 aumenta un 3% las horas dentro de la temperatura recomendada respecto S1. Se logra una reducción de las horas que se encontraban por encima de la faja de temperatura óptima. La variación de amplitud diaria entre ambas simulaciones ronda en los 0.14 °C.

Tabla 62 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 4, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L04\_Sala de barricas.

<b>Horas Dentro del rango óptimo</b>		2967	34%
<b>Horas Fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	4314	49%
	<b>Frío</b>	1479	17%
	<b>Total</b>	5793	66%
<b>Horas totales</b>		8760	100%

<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>	+5%
--	-----

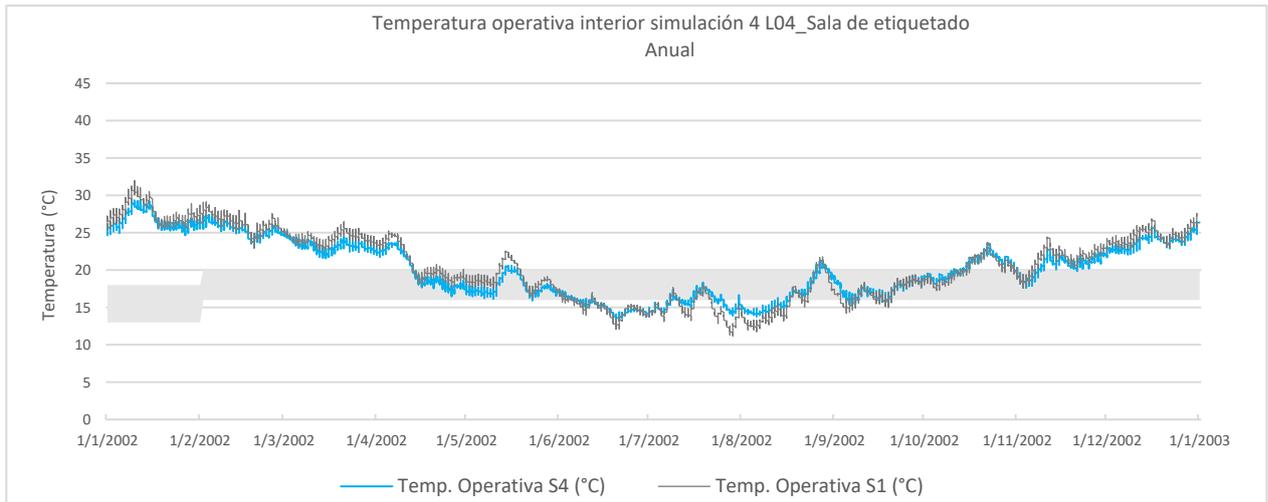


Figura 60 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 4. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L04\_Sala de barricas.

Se logra una mejora del 5% respecto a S1, de las horas anuales de la sala de barricas. De ese porcentaje 3% se reduce de las horas por debajo de la franja recomendada, y 2% de las horas con temperaturas superiores a ésta. La diferencia de amplitud diaria entre S1 y S4 ronda en los 0.40 °C.

Tabla 63 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 4, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L07\_Laboratorio.

<b>Horas Dentro del rango óptimo</b>		4496	51%
<b>Horas Fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	861	10%
	<b>Frío</b>	3402	39%
	<b>Total</b>	4263	49%
<b>Horas totales</b>		8760	100%

<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>	<b>+3%</b>
--	------------

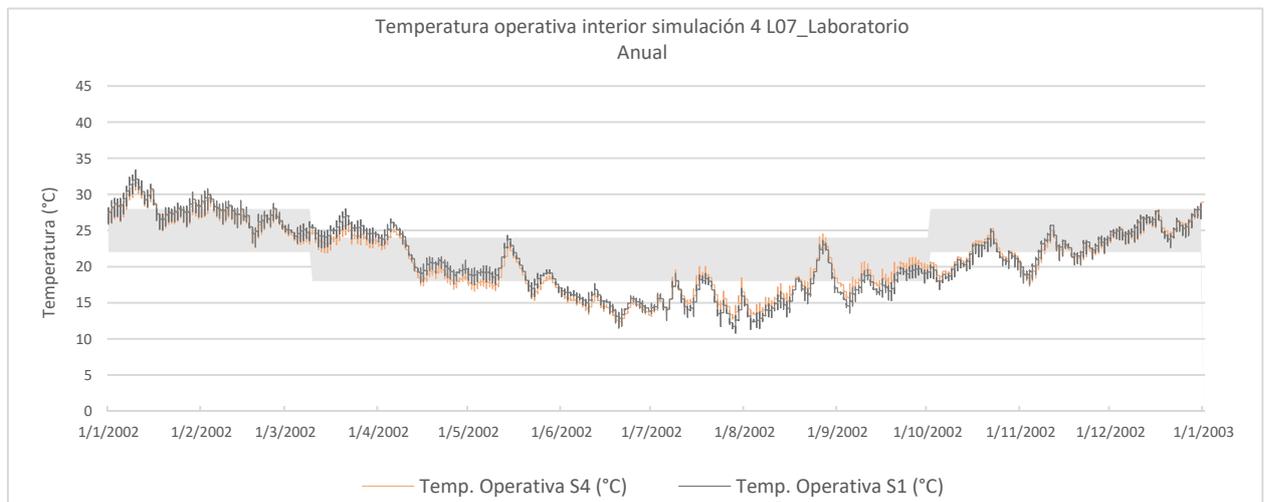


Figura 61 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 4. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L07\_Laboratorio.

El laboratorio presenta una mejoría de 3% respecto a la simulación 1. Aquí se reducen las horas con temperatura sobre el límite requerido; a pesar de esta mejora, al aplicar los cambios de uso del edificio, las temperaturas por debajo del límite recomendado para este local aumentan un 2%. En cuanto a la amplitud térmica diaria, disminuye 0.30 °C.

Tabla 64 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 4, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L08\_Central, planta alta.

<b>Horas Dentro del rango óptimo</b>		2641	30%
<b>Horas Fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	4303	49%
	<b>Frío</b>	1815	21%
	<b>Total</b>	6118	70%
<b>Horas totales</b>		8760	100%

<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>	<b>+4%</b>
--	------------

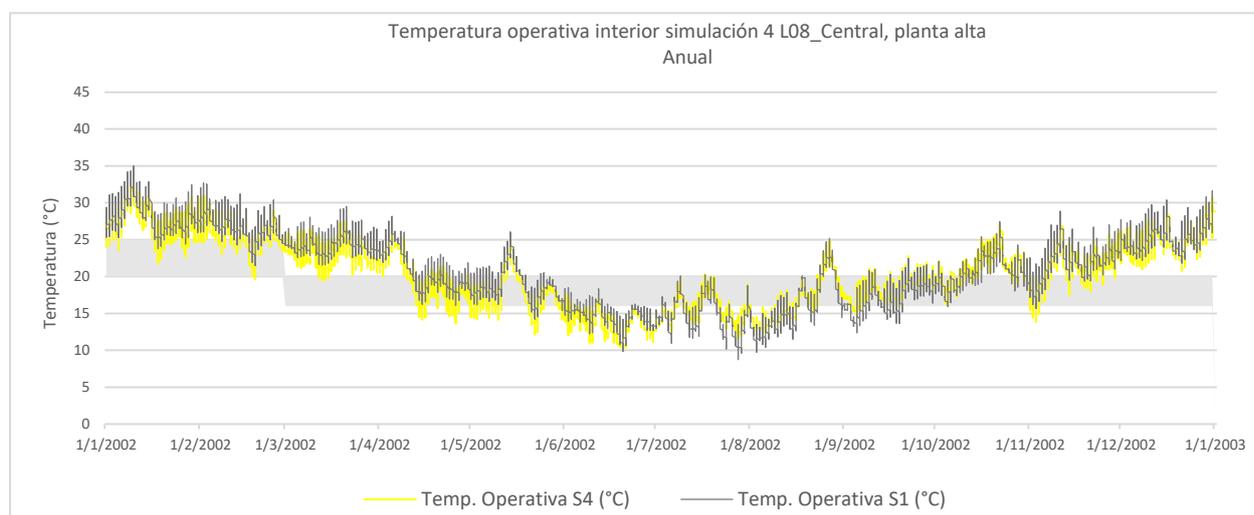


Figura 62 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 4. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L08\_Central, planta alta.

En la planta alta del edificio central, las horas con temperatura dentro del rango aceptable aumentan un 4% en comparación a la simulación 1. Al reducirse las horas fuera del rango óptimo producto del exceso de calor, a su vez, aumenta brevemente algunas pocas horas por frío. La diferencia de las amplitudes diarias entre ambas simulaciones es casi inconsiderable con un valor de 0.13 °C.

#### **Comentario general sobre el comportamiento térmico de los locales en la Simulación 4.**

A partir de las modificaciones de uso todos los espacios presentaron mejorías. El local cava fue el que mejoró de mayor manera respecto al resto de los locales con un 12%, seguido por sala de barricas (5%), sala de etiquetado y planta alta (4%), por último, planta baja y laboratorio (3%). Las variaciones diarias se mantienen iguales, lo que difiere es los valores de la

temperatura, las que tienden a equilibrarse, aumentando durante los meses fríos y disminuyendo los meses calurosos.

Aunque en todos los locales disminuyen las horas de desconfort por exceso de calor de 1 a 5%, el sobrecalentamiento sigue siendo el principal problema. Las temperaturas inferiores al rango óptimo disminuyen totalmente en la cava, y de 2 a 3% en sala de etiquetado, planta baja y sala de barricas. En el laboratorio y planta alta estas horas aumentan 1% y 2% respectivamente.

Las ganancias internas que se generan dentro del edificio se mantienen iguales, no se modifica las actividades, ni propiedades de las fuentes de calor. Frente al alto nivel de radiación solar que ingresa al local se recomienda incorporar cortinas en la ventana, para así controlar el ingreso de la misma, sobre todo en los meses donde las ganancias son elevadas. Esto permite invertir la curva, disminuyendo la radiación que ingresa en los meses cálidos y permitiendo el ingreso en los meses fríos.

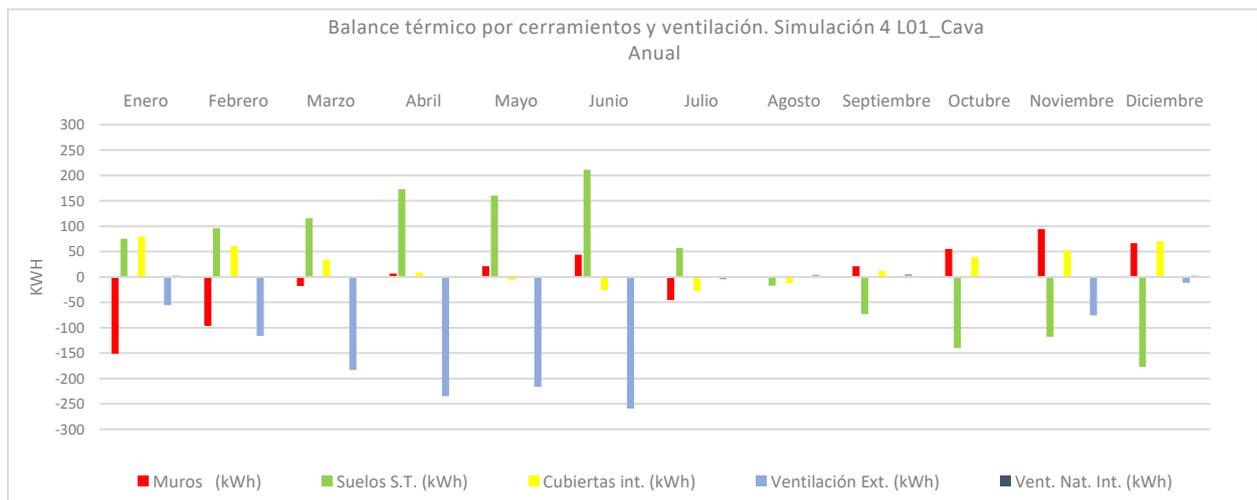


Figura 63 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 4 para el local L01\_Cava.

A partir de un mayor control de los flujos de aire en la cava, mediante la incorporación de una puerta en el hueco del elevador y reduciendo las horas de apertura del acceso, se consigue hermetizar el espacio. Por consiguiente, se eliminan las infiltraciones y se reduce el caudal de ventilación natural interna, principales fuentes de pérdida en la simulación 1 (Anexo 18).

A pesar de esto, el uso de la ventilación mecánica aumenta considerablemente; para evacuar gran parte de la carga térmica interior almacenada, retirar el CO<sub>2</sub> en verano y regular la humedad, se emplea la renovación de aire nocturna la mayor parte del año, exceptuando los meses de junio, julio y agosto -debido a que la temperatura exterior (nocturna) es inferior a la interior-, donde se enciende el extractor únicamente una hora durante el mediodía solar, temperaturas más elevadas del día. Por este motivo, se generan intercambios por ventilación exterior, ocasionando pérdidas los meses en que la temperatura exterior es inferior a la interior.

En cuanto a las transferencias que se dan a través del suelo sobre el terreno, disminuyen levemente. Sin embargo, los muros y la cubierta interior aumentan la energía transmitida, además de presentar los primeros -la mayoría de los meses- una dirección de flujo opuesta a la registrada en S1. En consecuencia, a la mayor estabilidad térmica que presenta el espacio, la diferencia de temperatura con los locales contiguos aumenta, por ende, se incrementan las transferencias de energía entre ellos.

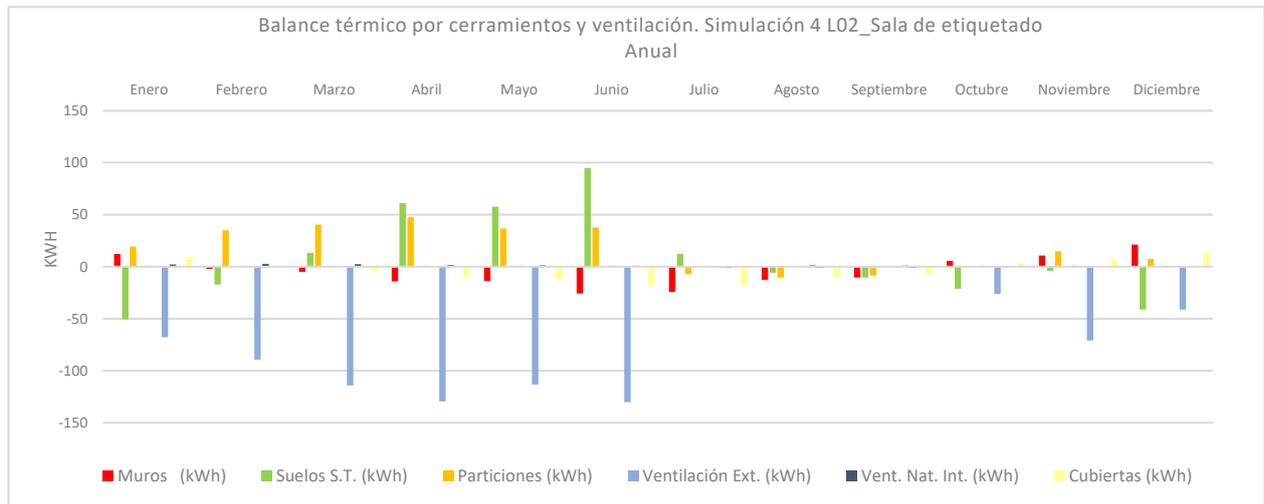


Figura 64 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 4 para el local L02\_Sala de etiquetado.

Tal como el caso anterior, en la sala de etiquetado, se suprimen las infiltraciones y se aminoran las transferencias por ventilación natural interna, debido al control del horario de apertura del acceso. Se aplica también, la misma programación para ventilación mecánica, esto permite extraer el exceso de calor del espacio, principalmente durante los meses cálidos, aprovechando el descenso de temperatura exterior para refrigerar el ambiente (Anexo 19).

En el caso de los cerramientos exteriores, muros y cubierta, se incrementan las pérdidas en la mayoría de los meses, puesto que, la diferencia de temperatura interior-exterior aumenta. Por el mismo motivo, es que se generan mayores ganancias la primera parte del año a través de la partición interior que separa este local con L03. Respecto al intercambio con el terreno, la dirección del flujo de energía se mantiene igual que en S1, la diferencia se da en los valores.

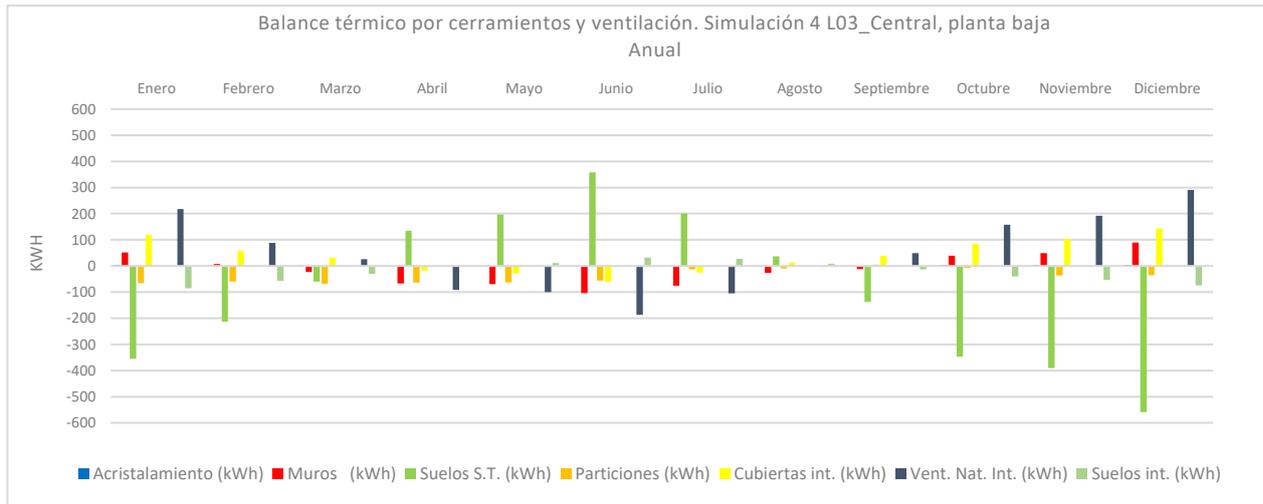


Figura 65 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 4 para el local L03\_Central, planta baja.

Al mejorar la hermeticidad y controlar la apertura de las aberturas de la planta baja, se mitiga la disipación de energía por infiltraciones, principal motivo de pérdidas en la S1. No obstante, las transferencias por ventilación natural aumentan; siendo perjudiciales para el espacio ya que generan pérdidas en invierno y ganancias en verano. Puesto que los locales laterales no presentan intercambios de este tipo de ventilación, se infiere que se da con el espacio superior.

Por otro lado, el terreno sigue siendo el principal benefactor de las ganancias en invierno y pérdidas en verano; éstas últimas aumentan considerablemente, sobre todo en los meses de verano llegando a máximos de 589 kwh en diciembre (contra 108 kwh en S1).

Al no modificar los cerramientos, las variaciones que presentan respecto a S1 se deben únicamente a las diferencias de temperatura entre los sistemas. La cubierta presenta intercambios mayores, al igual que las pérdidas por los suelos interiores, pero con variaciones menos notorias. Por otro lado, disminuyen los aportes por los muros los primeros meses del año, generando pérdidas durante el invierno e invirtiéndose la dirección del flujo los últimos meses con valores superiores a S1. Respecto a las particiones, en contraste a S1, se pierde energía a través de éstas durante todo el año (Anexo 20).

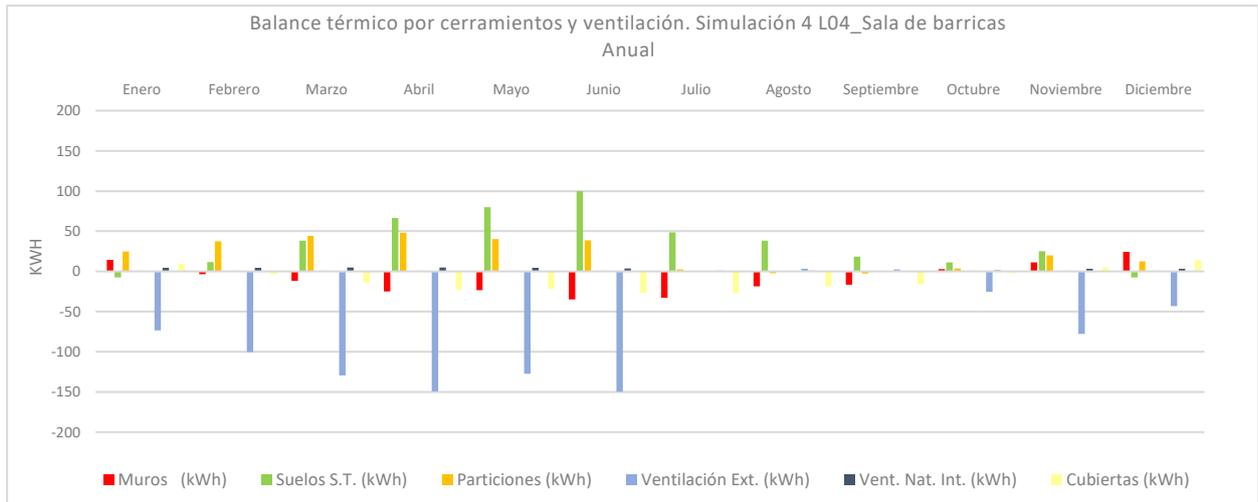


Figura 66 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 4 para el local L04\_Sala de barricas.

De la misma manera que los locales previos, las infiltraciones en sala de barricas se vuelven despreciables y la ventilación natural se reduce a valores inferiores a 5 kwh. Mediante el extractor, el espacio pierde calor con el mismo comportamiento y valores próximos que L02 (Anexo 21).

El terreno sigue generando transferencias con similar comportamiento, a pesar de que en noviembre y febrero se invierte la dirección del flujo, convirtiéndose en pequeñas ganancias; en cambio, diciembre y enero siguen siendo pérdidas, pero disminuyen su valor (7 kwh).

Los muros, cubierta y particiones internas, repiten la conducta que los de L02, como consecuencia al incremento de la diferencia de temperaturas entre los sistemas, interior exterior, o interior-interior, es que se da el crecimiento de las pérdidas de energía la mayor parte del tiempo.

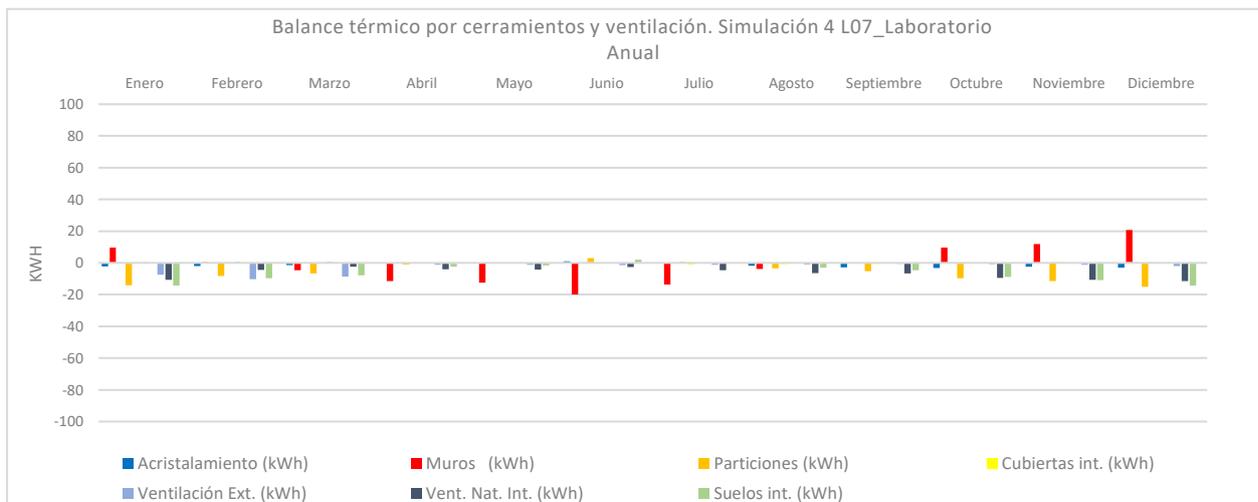


Figura 67 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 4 para el local L07\_Laboratorio.

Al modificar el uso del edificio, el laboratorio exhibe mínimas variaciones, donde las transferencias no superan los 20 kWh, siendo los muros exteriores los que influyen mayoritariamente sobre la temperatura interior. Al reducir la apertura de las ventanas del local, las cargas por ventilación interior natural e infiltraciones disminuyen notablemente (Anexo 22).

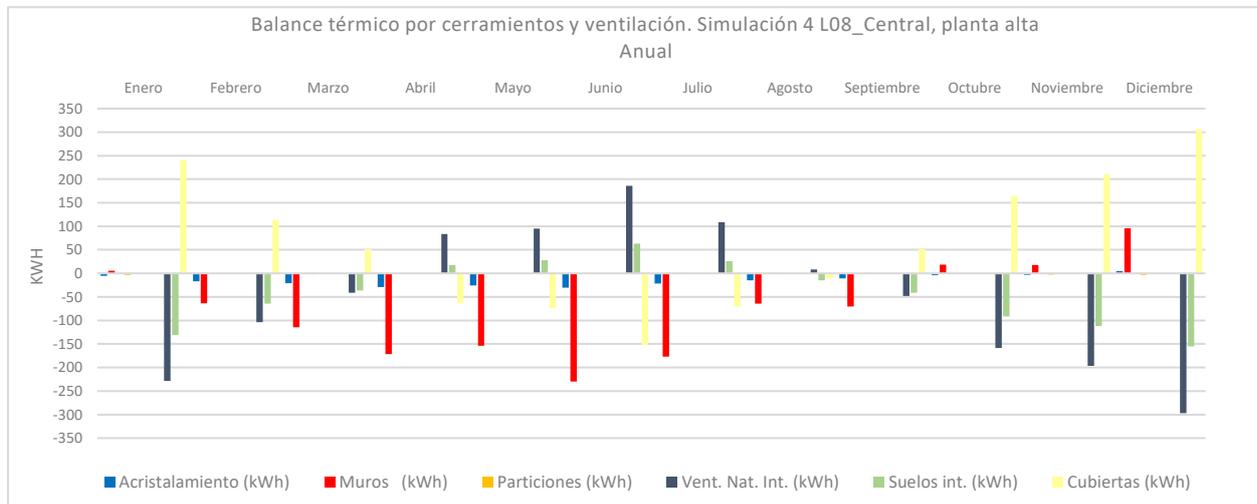


Figura 68 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 4 para el local L08\_Central, planta alta.

Al igual que planta baja, con pequeñas mejoras sobre el entrepiso - la incorporación de dos puertas en los huecos de la fachada este, mejora de la hermeticidad en el marco de la ventana orientada al oeste, y las implementadas en el espacio inferior-, se logra eliminar las transferencias por infiltraciones (Anexo 23). Como consecuencia, se aminoran las renovaciones por hora de la ventilación natural exterior, de 17 bajan a 3 rph para cada local (planta baja y alta).

Debido al incremento en la diferencia entre la temperatura interior y exterior, los intercambios a través de los muros pasan a generar pérdidas la mayor parte del año, mientras que la cubierta, a grandes rasgos, genera pérdidas en invierno y ganancias en verano. En el caso de la ventilación natural interior, los valores disminuyen respecto a S1.

#### ***Comentario general del balance térmico de la simulación 4.***

Al modificar los parámetros, todos los locales se ven afectados en menor o mayor grado. Se logra mitigar las transferencias por infiltraciones mejorando la hermeticidad de los cerramientos exteriores, e interiores. Tanto en la cava, como en la sala de barricas, sala de etiquetado y laboratorio, las transferencias por ventilación natural interna disminuyen, debido a la reducción de la apertura de los huecos que los vinculan.

Al cambiar el horario de uso de la ventilación mecánica, se consigue una mejora en la temperatura interna, a pesar de esto, se recomienda pre acondicionar el aire que accede al interior de los locales para reducir las cargas de calefacción o refrigeración cuando no favorecen

a la temperatura interior. Otra opción es la aplicación de estrategias de control de la ventilación, como pueden ser los sensores, de temperatura, de dióxido de carbono, y de humedad.

## 6.2 Resultados Simulación 4b (S4b): Mejoras de uso. Temperatura óptima con sistemas HVAC.

Se toma como base la simulación 4a y se incorpora, al igual que en la simulación 2, los sistemas de acondicionamiento mecánico únicamente sobre los espacios que ya cuentan con los mismos.

Tabla 65 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 4b, porcentaje de horas dentro y fuera de confort con HVAC para L02\_Sala de etiquetado.

<b>Horas dentro del rango óptimo</b>		8720	100%
<b>Horas fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	40	0%
	<b>Frío</b>	0	0%
	<b>Total</b>	40	0%
<b>Horas totales</b>		8760	100%

<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>	71%
--	-----

<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S2</b>	57%
--	-----

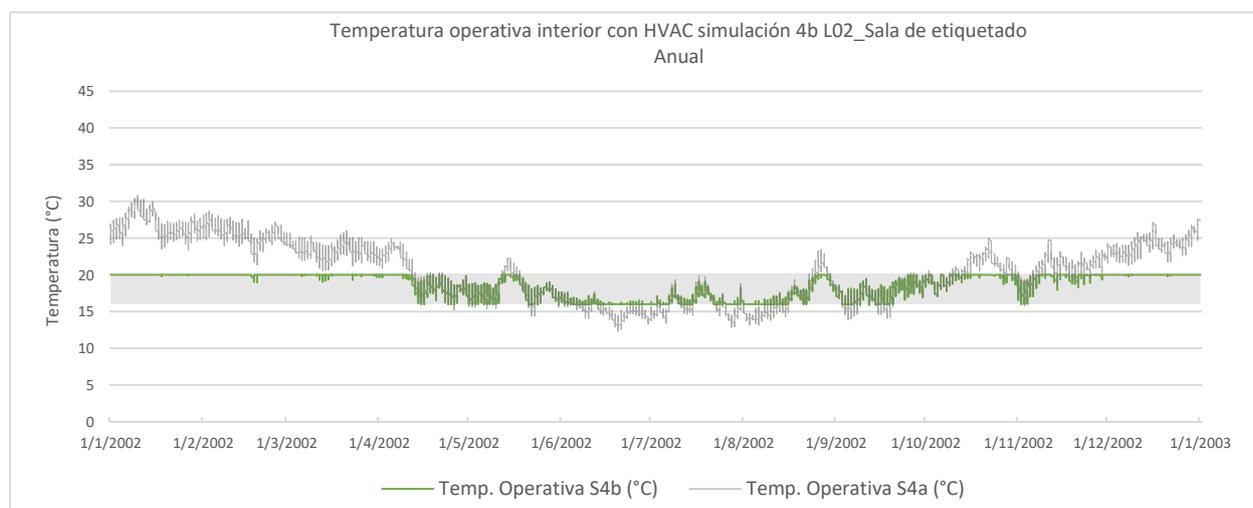


Figura 69 – Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 4b. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior con HVAC y las condiciones óptimas del local L02\_Sala de etiquetado.

Utilizando la unidad de aire acondicionado, se llega a cubrir el 100% de las horas con temperatura aceptable para la función que allí se realiza. Únicamente 40 horas en el año presentan problema de exceso de calor, pero no llega a ser 1%.

En comparación a la simulación 1, el espacio aumenta las horas en confort un 71%, en cambio respecto a la simulación 2 se incrementa un 57%.

Tabla 66 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 4b, porcentaje de horas dentro y fuera de confort con HVAC para L04\_Sala de barricas.

<b>Horas dentro del rango óptimo</b>		8759	100%
<b>Horas fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	0	0%
	<b>Frío</b>	1	0%
	<b>Total</b>	1	0%
<b>Horas totales</b>		8760	100%

<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>	71%
--	-----

<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S2</b>	49%
--	-----

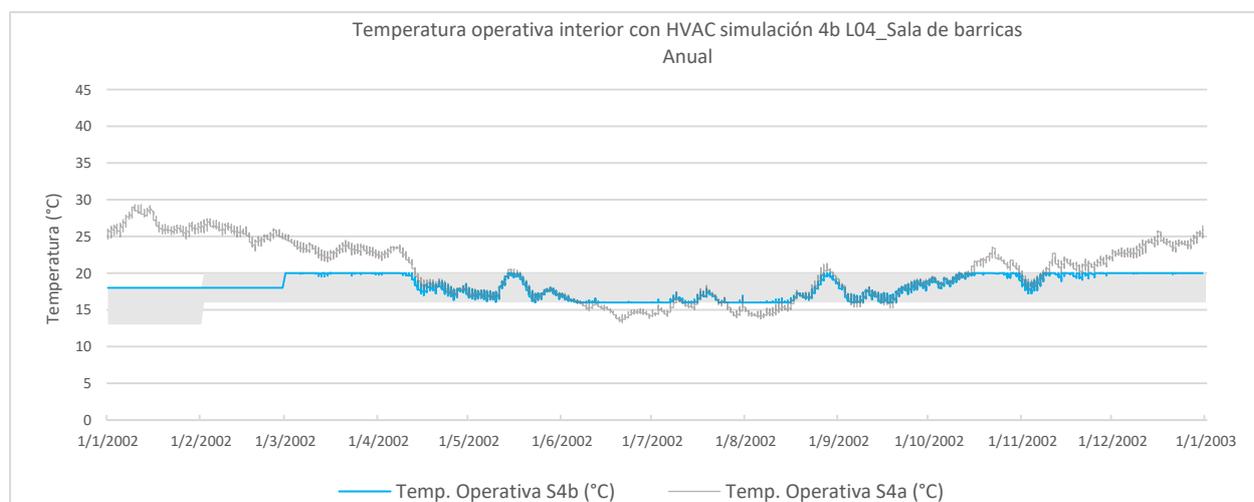


Figura 70 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 4b. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior con HVAC y las condiciones óptimas del local L04\_Sala de barricas.

Con el uso del aire acondicionado en la sala de barricas, se llega a cubrir el 100% de las horas en confort. Respecto a S1, aumenta un 71%, en comparación a la S2 -también con HVAC-, gana un 49% más de horas dentro del rango requerido.

Tabla 67 - Influencia del HVAC sobre la temperatura operativa de los locales contiguos, obtenido por la simulación 4b.

		L01	L03	L07	L08
<b>Horas dentro del rango óptimo</b>		47%	39%	55%	34%
<b>Horas fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	43%	41%	3%	45%
	<b>Frío</b>	10%	20%	42%	21%
	<b>Total</b>	53%	61%	45%	66%
<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>		9%	10%	7%	8%
<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S2</b>		4%	-6%	-3%	-4%

Al aplicar sistemas mecánicos para calefaccionar y refrigerar sobre L02 Y L04, se modifican las temperaturas en los locales aledaños. En comparación a S1, todos los locales presentan

mejoras, a pesar de esto, si se comparan respecto a S2, el único local que presenta un porcentaje mayor es la cava con un aumento del 4%, el resto disminuye entre 3 y 6% (Tabla 67).

### Consumos desglosados.

Tabla 68 - Consumos desglosados de energía anuales obtenidos por simulación 4b.

	Iluminación	Calefacción	Refrigeración
Totales anuales (kwh)	1277.08	180.38	2626.39
Total anual (kwh)	4083.86		

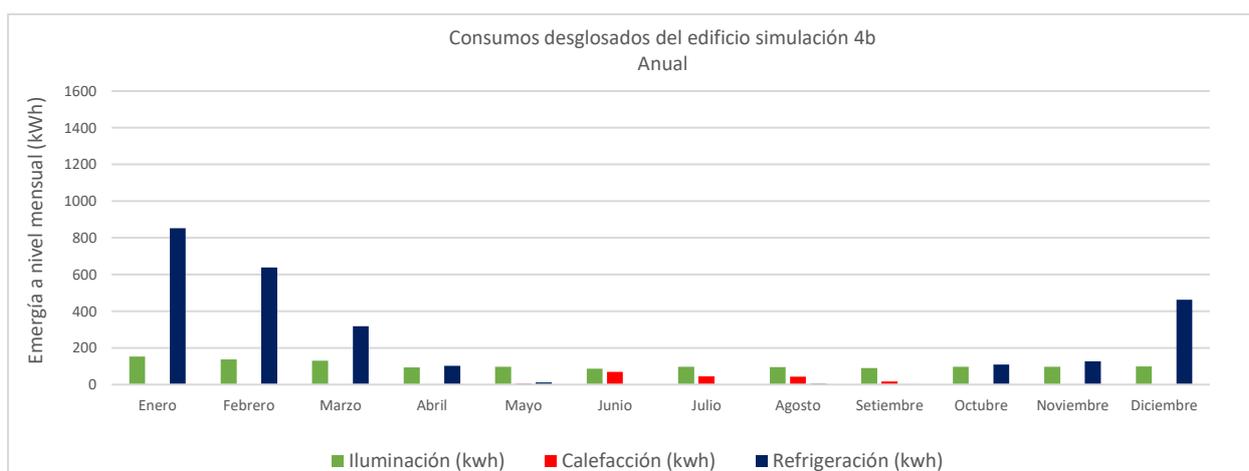


Figura 71 - Comparación de los tipos de consumos desglosados de energía mensuales obtenidos por la simulación 4b.

El mayor consumo del edificio se sigue dando por refrigeración, con un valor de 2626 kwh, seguido por la iluminación 1277 kwh y por último la calefacción con 180 kwh. La refrigeración respecto a S2 disminuye 71 kwh, principalmente durante los primeros meses del año, ya que, de octubre a diciembre, los consumos mensuales crecen el doble que la anterior. Por otro lado, aumenta anualmente 123 kwh de abril a setiembre, con valores que superan el tiple al caso anterior. Los parámetros de iluminación no se modificaron, por lo que los consumos siguen siendo los mismos (Anexo 24).

A pesar de que se reduce la potencia requerida por refrigeración, lo que se ahorra en ello, pasa a consumirse para calefaccionar los espacios. Anualmente el consumo aumenta 53 kwh, respecto a S2 en sistemas de acondicionamiento mecánico.

### 6.3 Resultados simulación 5a (S5a): Mejoras constructivas. Temperatura óptima y balance térmico.

La envolvente es la cara visible del edificio, tradicionalmente considerada al mismo tiempo estructura y cerramiento, es el primer espacio intermedio entre lo externo y lo interno. Esta piel media entre el edificio y su entorno, protegiéndolo de la influencia del clima, el principal factor en influir sobre el comportamiento energético del edificio. Cabe destacar, que los parámetros de

diseño para que el edificio sea eficiente energéticamente deben seguir a las características del clima donde está implantado, paralelamente a la función del edificio. Los materiales constructivos deben definirse entorno a éstos, es importante que los mismos busquen el equilibrio entre la energía que guardan las paredes (masa) y el aislamiento térmico, para lograr una temperatura interna confortable con un consumo energético moderado.

A partir de la simulación 4a, mejoras de uso, y considerando los datos arrojados en las simulaciones anteriores, se procede a probar modificar con distintas opciones los parámetros relacionados a los cerramientos:

- a. Incorporación de 5 cm de poliuretano proyectado en la cubierta del edificio central (R01).
- b. Aplicación de aislación térmica exterior, poliestireno expandido 5 cm y revoque como terminación en M01 para mejorar el desempeño del edificio en invierno.
- c. Cambio de la ventana circular en la fachada oeste, se plantea un marco de aluminio con rotura de puente térmico y vidrio DVH (común + Low e), para evitar los puentes térmicos y reducir las transferencias de calor por acristalamiento -aunque sean pequeñas-.
- d. Se agrega un muro simple de ladrillo de campo sobre el exterior de M03.
- e. Incorporación de cuatro ventanas (0.75x0.75m) con orientación norte, compuestas por marco de aluminio con rotura de puente térmico y vidrio DVH (común + Low e), para aumentar las ganancias en invierno.

Tabla 69 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 5, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L01\_Cava.

<b>Horas dentro del rango óptimo</b>		4857	55%
<b>Horas fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	3869	44%
	<b>Frío</b>	34	0%
	<b>Total</b>	3903	45%
<b>Horas totales</b>		8760	100%
<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>		17%	
<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S4</b>		3%	

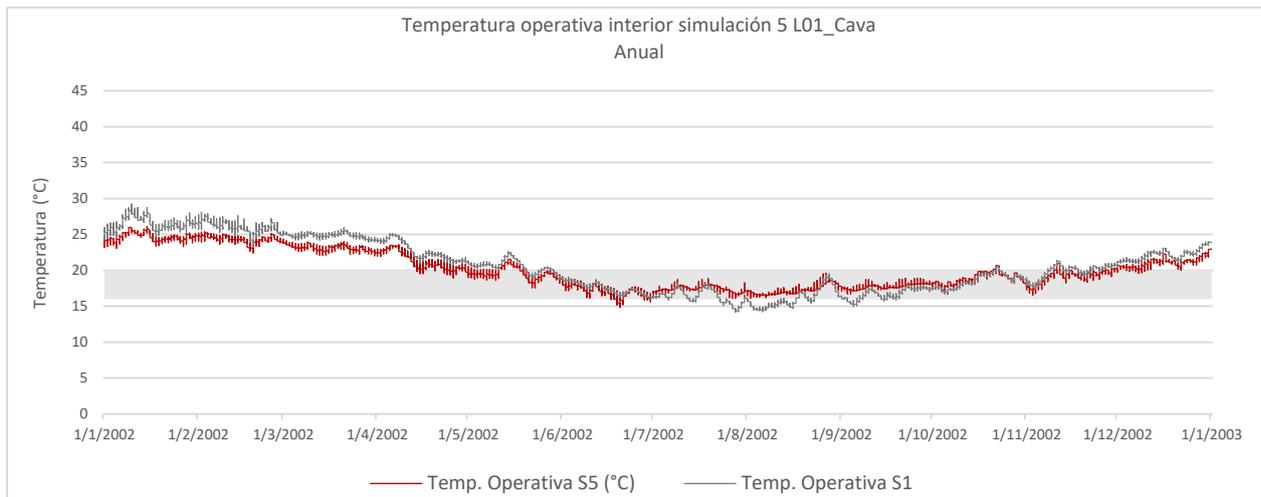


Figura 72 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 5. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L01\_Cava.

Mediante la aplicación de mejoras tanto de uso, como constructivas, se logra estabilizar aún más la temperatura operativa de la cava (Figura 72); al observar las curvas se puede apreciar como las temperaturas tienden a alinearse. Los meses con mayor diferencia entre S1 y S5 son enero, marzo y agosto.

Las horas dentro del rango de temperatura optima alcanzan un 55%, 17% superior a S1 y 3% respecto a las mejoras de uso (S4). El 44% de las horas fuera del rango, se debe al exceso de calor durante los meses de enero a mayo y diciembre, con valores que llegan hasta 25 °C.

Tabla 70 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 5, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L02\_Sala de etiquetado.

<b>Horas dentro del rango óptimo</b>		3058	35%
<b>Horas fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	4309	49%
	<b>Frío</b>	1393	16%
	<b>Total</b>	5702	65%
<b>Horas totales</b>		8760	100%

<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>	6%
--	----

<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S4</b>	2%
--	----

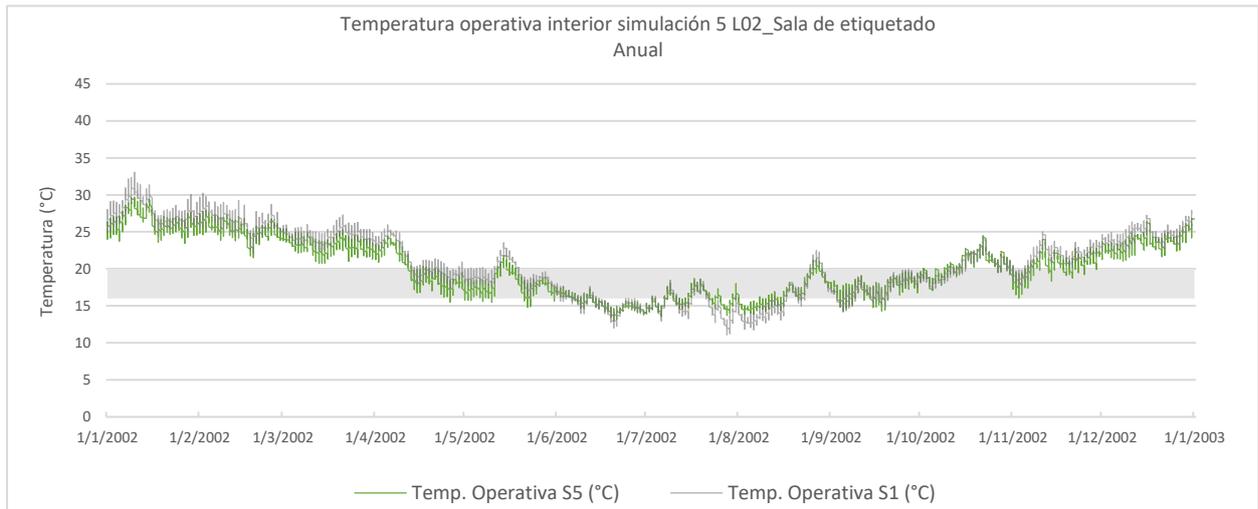


Figura 73 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 5. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L02\_Sala de etiquetado.

A pesar de agregar masa a M03 de la sala de etiquetado, la amplitud térmica diaria se mantiene igual. La inercia del material no es suficiente para estabilizar las diferencias de temperatura diaria que se produce a lo largo del día. La curva de temperatura, al igual que en la S4, difiere de la S1 únicamente entre 1 y 2 °C, menor en verano y mayor en invierno

El principal problema en el local sigue siendo el sobrecalentamiento, pero en comparación a la S4 este valor disminuye 1%, en el caso del frío se logra reducir 2% de las horas.

Tabla 71 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 5, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L03\_Central, planta baja.

<b>Horas dentro del rango óptimo</b>		3254	37%
<b>Horas fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	3906	45%
	<b>Frío</b>	1599	18%
	<b>Total</b>	5505	63%
<b>Horas totales</b>		8760	100%
<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>		8%	
<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S4</b>		5%	

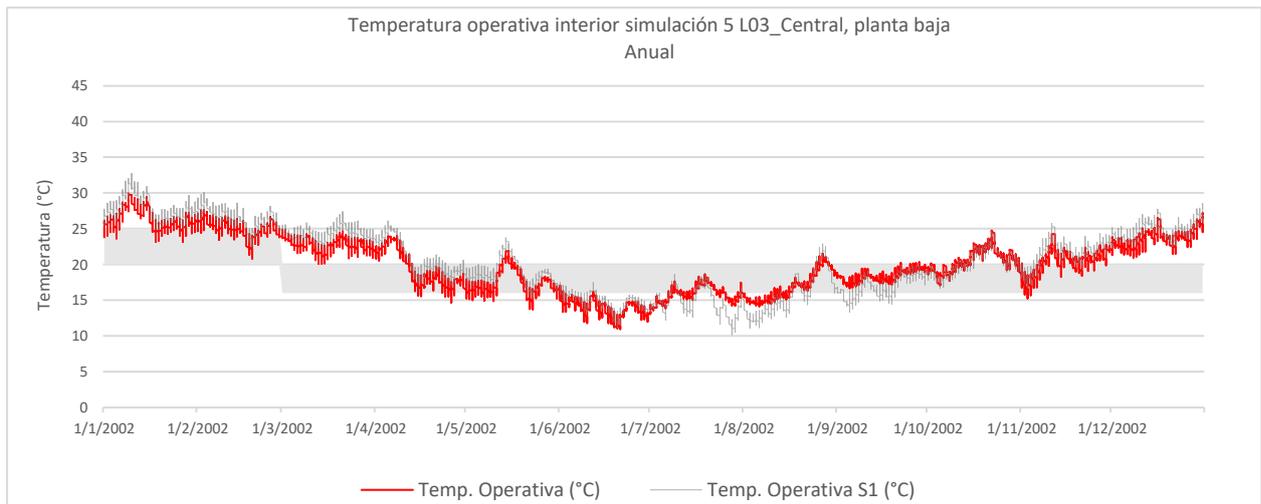


Figura 74 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 5. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L03\_Central, planta baja.

Las mayores reformas se aplican sobre el edificio central, se incrementa la resistencia térmica de la envolvente incorporando espesor al aislamiento térmico. Al incorporarlo sobre la cara exterior, la eficacia es mayor, y permite minimizar las pérdidas y ganancias energéticas no deseadas. En el caso de la cubierta, la aislación térmica se inyecta sobre la existente, por lo que, se debe remover la terminación interior y volver a colocar luego de aplicar el aislante.

A partir de la Figura 74, se puede observar que la curva de temperatura interior en esta simulación disminuye respecto a S1, principalmente durante los meses calurosos; durante los meses fríos ésta aumenta sutilmente. Las horas dentro del rango óptimo llegan a 37%, 8% superior a S1 y 3% en relación a S4. El impacto de la amplitud térmica sobre la temperatura ambiente interior, disminuye apenas 1 °C respecto a la que presenta a S1, quedando en 1.79 °C.

Tabla 72 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 5, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L04\_Sala de barricas.

<b>Horas dentro del rango óptimo</b>		3095	35%
<b>Horas fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	4122	47%
	<b>Frío</b>	1543	18%
	<b>Total</b>	5665	65%
<b>Horas totales</b>		8760	100%
<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>		6%	
<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S4</b>		1%	

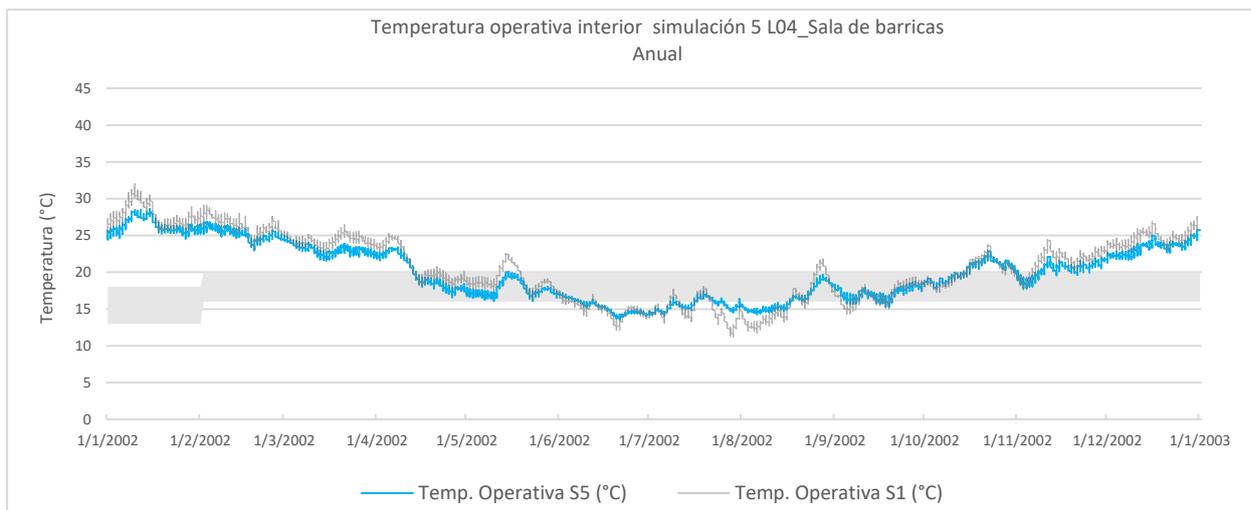


Figura 75 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 5. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L04\_Sala de barricas.

La sala de barricas presenta similar comportamiento térmico que la sala de etiquetado. A diferencia de éste, el espacio exhibe menos alteraciones de temperatura interna diaria, como se explicó anteriormente, se debe a la orientación; en este caso, el espacio recibe menos radiación directa por lo que no se ve afectado por las variaciones entre día y noche.

Las temperaturas, dentro de lo aceptable del espacio, representan un 35% de las horas anuales, 6% superior al caso S1, y 1% respecto a S4.

Tabla 73 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 5, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L07\_Laboratorios.

<b>Horas dentro del rango óptimo</b>		4582	52%
<b>Horas fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	373	4%
	<b>Frío</b>	3804	43%
	<b>Total</b>	4177	48%
<b>Horas totales</b>		8760	100%
<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>			2%
<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S4</b>			1%

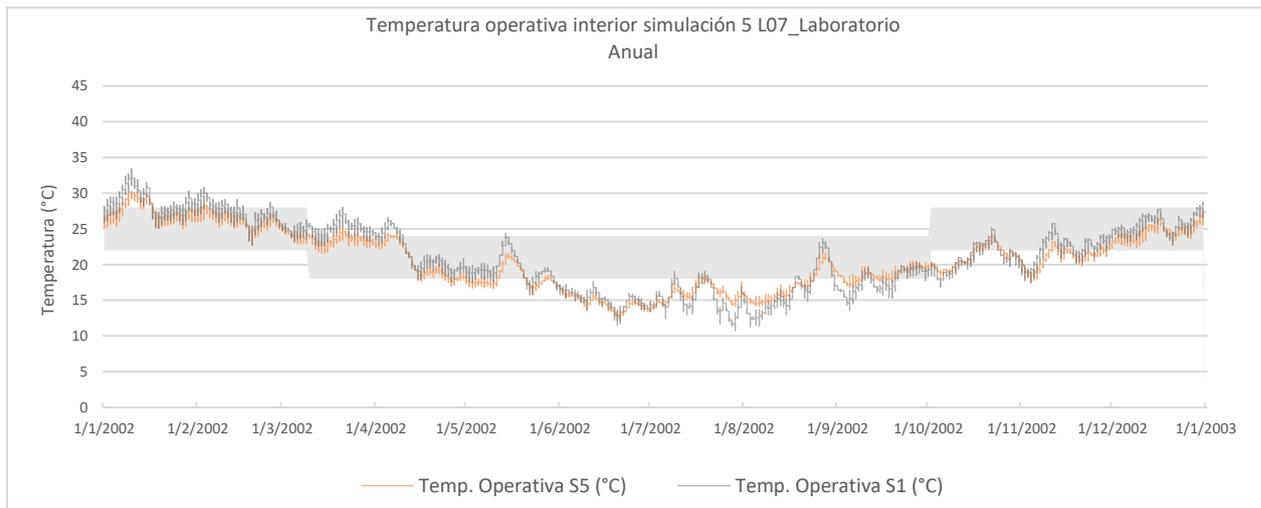


Figura 76 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 5. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L07\_Laboratorio.

El laboratorio no presenta grandes cambios respecto a las simulaciones anteriores; las horas en confort aumentan 2% respecto a la simulación 1 y 1% sobre el modelizado 4. La diferencia se da en las horas en discomfort, al compararse con la primera modelización aumentan las horas por frío (de 37 a 43%) y disminuyen las generadas por calor (de 15 a 4%). Es importante recordar que este local tiene distinto rango de confort que los demás, por lo que, cuanto más próxima se encuentre la temperatura al óptimo de los otros espacios, mayor va a ser la diferencia entre lo requerido y lo real para este.

Tabla 74 - Temperatura operativa anual obtenida por simulación 5, porcentaje de horas dentro y fuera de confort para L08\_Central, planta alta.

<b>Horas dentro del rango óptimo</b>		3037	35%
<b>Horas fuera del rango óptimo</b>	<b>Calor</b>	4092	47%
	<b>Frío</b>	1630	19%
	<b>Total</b>	5722	65%
<b>Horas totales</b>		8760	100%

<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S1</b>	9%
--	----

<b>Horas dentro del rango óptimo respecto a S4</b>	5%
--	----

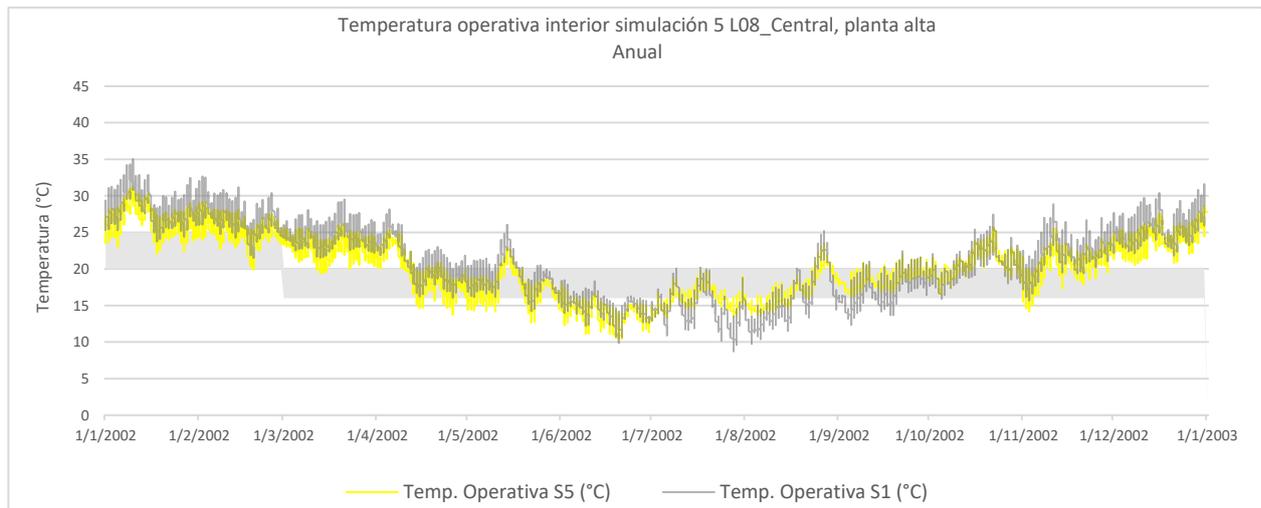


Figura 77 - Gráfica temperaturas obtenidas por simulación 5. Comparación entre temperatura exterior, temperatura operativa interior y las condiciones óptimas del local L08\_Central, planta alta.

La radiación solar incide de forma directa sobre el entpiso, a través de las ventanas, influyendo sobre el porcentaje de horas fuera de lo aceptable por exceso de calor, 2% más que el local inferior, L03. A pesar de ello, este porcentaje no sobrepasa al de S4 (49%), ni tampoco las horas con temperaturas inferiores al óptimo, con un 2%. Con respecto a las horas en confort, mejoran un 9% respecto a la S1, y 5% a S4, quedando entonces con un total de 35%.

#### ***Comentario general sobre el comportamiento térmico de los locales en la Simulación 5a.***

El edificio originalmente cuenta con un buen cerramiento compuesto por masa térmica -un muro de ladrillo doble- y aislamiento, es importante la combinación de estos materiales para mayor control de la temperatura interna frente a las variaciones de temperatura externa. Las incorporaciones se fueron haciendo de forma progresiva, para poder apreciar la influencia de los distintos componentes sobre la temperatura ambiente interior. No se observó un cambio significativo con la incorporación de las ventanas al norte, ya que aumentaron únicamente 1% de las horas dentro de la temperatura óptima, y generaron un sobrecalentamiento sobre el espacio que aumento las horas en disconfort por exceso de calor. En el caso del muro simple de ladrillo sobre M03, tampoco ocasionó grandes mejoras, las variaciones fueron pequeñas. En general, los cambios respecto a S4 (mejoras de uso) no son significativos, puesto que no es viable la inversión en los mismos.

Respecto al balance térmico, a partir de las modificaciones en los acristalamientos se altera las ganancias internas por radiación solar en L08, para ello se recomienda incorporar cortinas en las ventanas, sobre todo la del oeste.

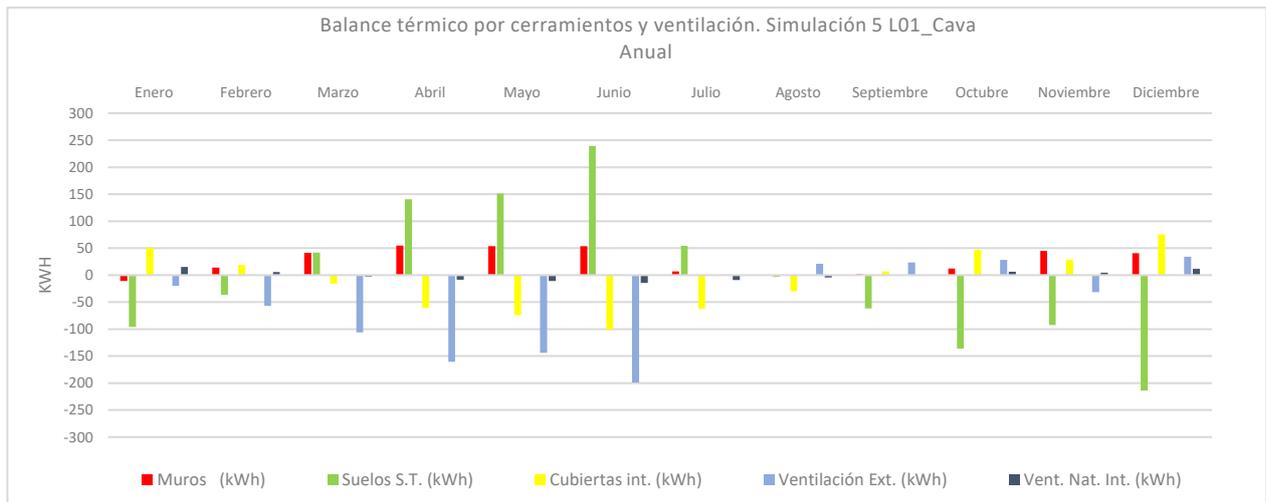


Figura 78 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 5 para el local L01\_Cava.

La cava presenta mayoritariamente las mismas direcciones de flujo que en S1. Las transferencias por el terreno aumentan, al igual que las cargas por la cubierta interior y los muros; estos últimos no sobrepasan los valores de S1, pero si a de S4 (Anexo 25). En general, el resto de las cargas se mantienen iguales o inferiores respecto a las modelizaciones anteriores.

Por otro lado, la ventilación exterior que se produce a partir del uso de la ventilación mecánica, es el factor que se podría considerar como más perjudicial para el local, ya que extrae calor en invierno cuando las pérdidas deberían ser mínimas para mantener la temperatura interna en equilibrio.

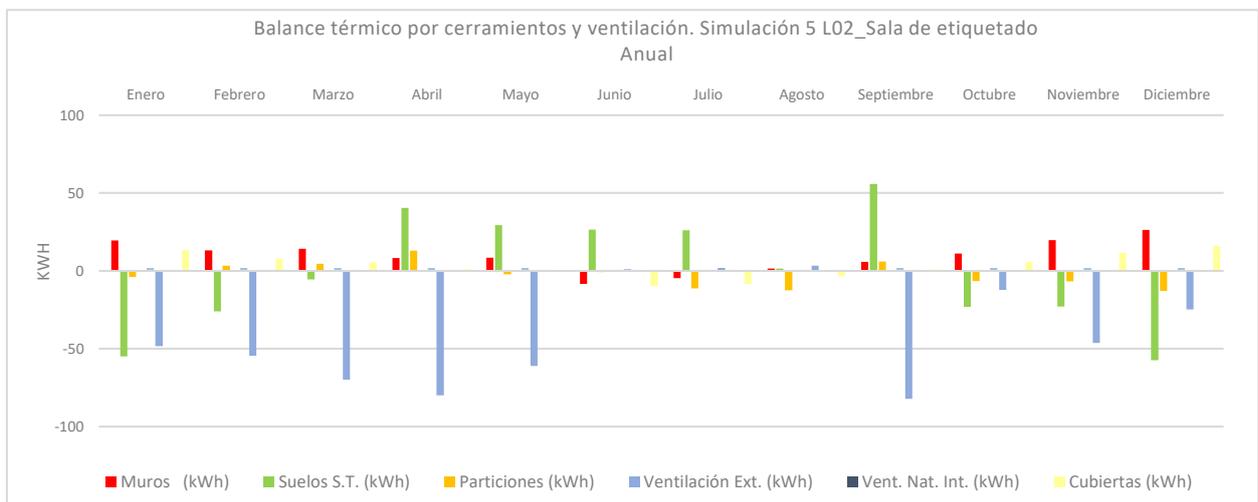


Figura 79 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 5 para el local L02\_Sala de etiquetado.

Las transferencias por cerramientos y ventilación en sala de etiquetado, son inferiores a las que presento S4 los primeros ocho meses del año (Anexo 26). A partir de setiembre, las pérdidas por suelos y ventilación exterior aumentan, al igual que las ganancias por la envolvente. Estas

últimas perjudican la temperatura interior, ya que se dan en los meses cálidos, pero presentan valores inferiores a 30 kwh. Haciendo referencia a S1, estado actual del edificio, aumentan las ganancias, pero desaparecen las generadas por flujos de aire. A partir de las mejoras, las únicas cargas que se dan por ventilación son las exteriores (extracción mecánica), con disipaciones mayores para extraer el calor generado.

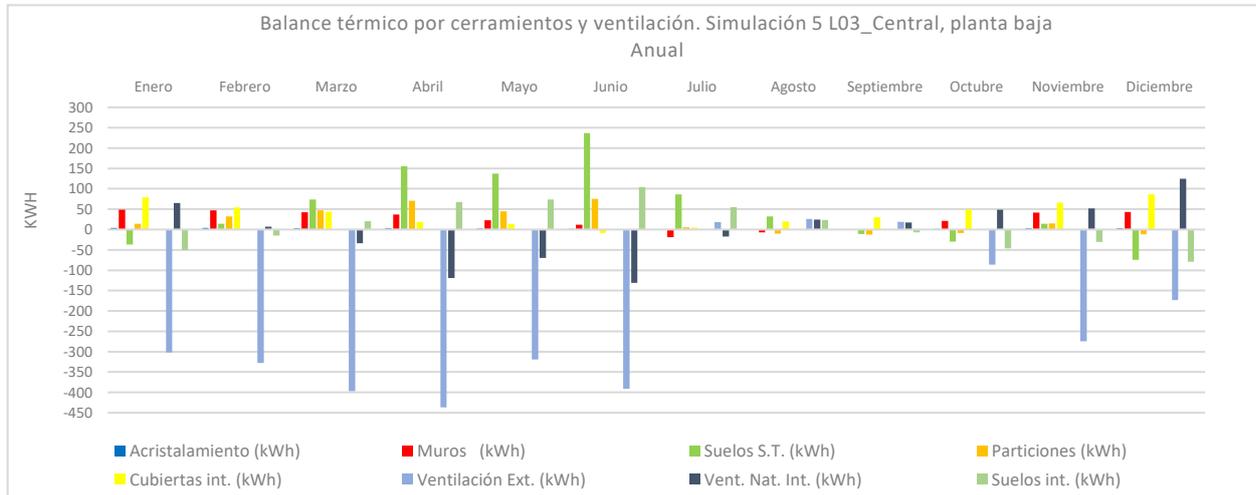


Figura 80 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 5 para el local L03\_Central, planta baja.

La planta baja del edificio central, vuelve a presentar ganancias por los cerramientos interiores y exteriores durante la mayor parte del año -similar a lo arrojado por la S1-. A través de las particiones y el suelo sobre el terreno, aumentan las ganancias durante los meses en que el local presenta las temperaturas más bajas, por lo que los locales contiguos con temperatura superior le ceden calor. Por la misma razón, se da la ventilación natural interior, a pesar de que los intercambios con la misma disminuyen respecto a la S4. Por último, la ventilación exterior cobra importancia, generando pérdidas significativas de octubre a junio (Anexo 27).

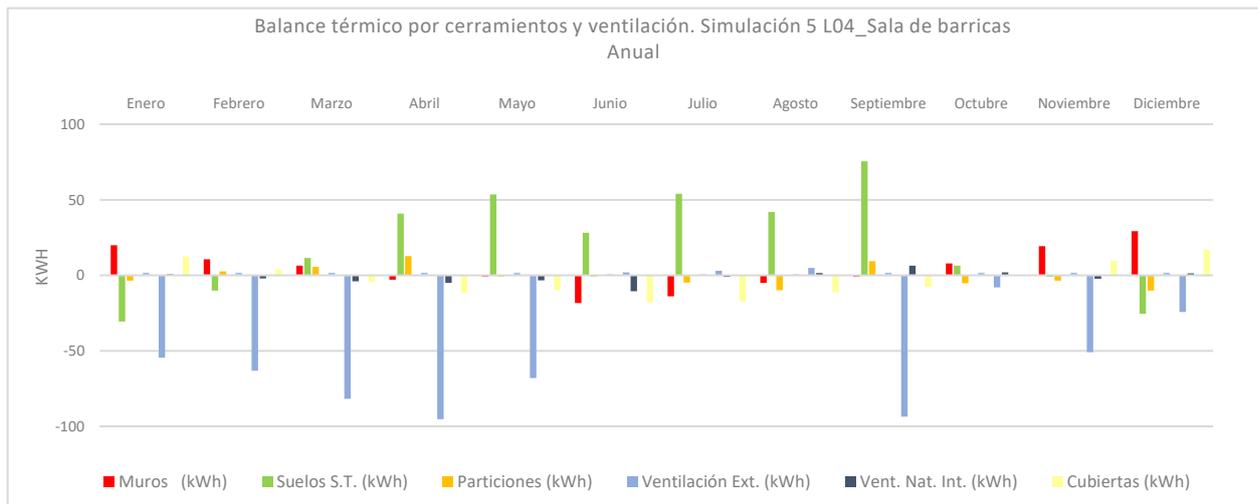


Figura 81 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 5 para el local L04\_Sala de barricas.

La incorporación de una capa con capacidad de almacenamiento en M03, permite que las transferencias a través de este cerramiento en sala de barricas se reduzcan levemente (Anexo 28). En este local, como en la sala de etiquetado, se dan temperaturas más estables que en el los espacios que conforman el edificio central; por lo tanto, aunque sean mínimas tienden a perder calor en invierno y ganar en verano. Igualmente, los espacios laterales se benefician de su hermeticidad, lo que explica los valores bajos valores de las transferencias. Al igual que en L02, las mayores pérdidas se dan por ventilación exterior, producto del mayor uso de la ventilación mecánica durante los meses calurosos.

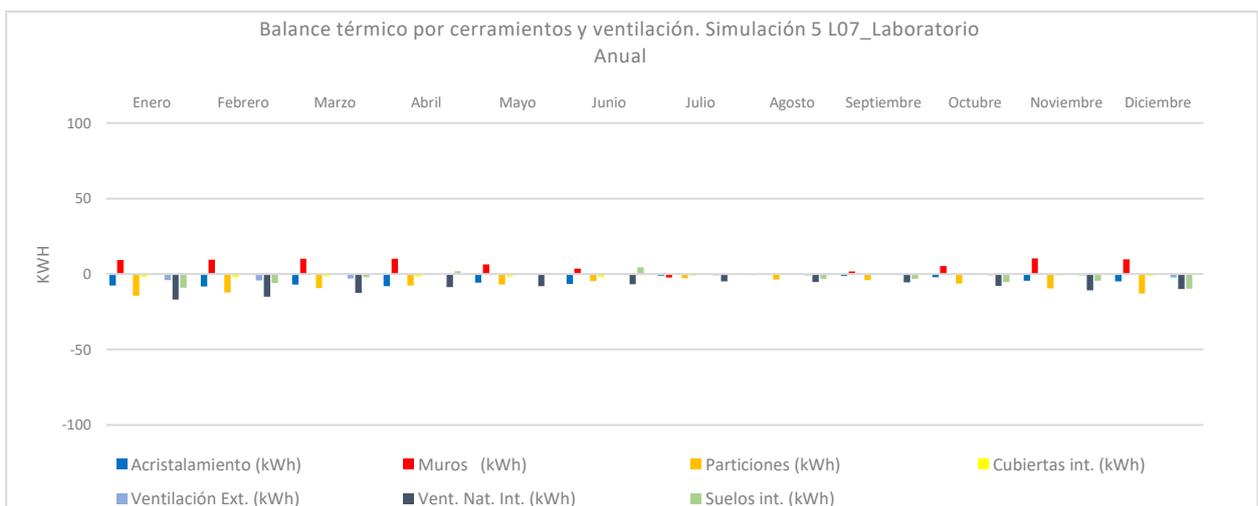


Figura 82 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 5 para el local L07\_Laboratorio.

El local laboratorio sigue presentando mayormente pérdidas, los muros son el único aporte y durante los meses de verano cuando es primordial evitar el sobrecalentamiento. Todas las cargas por cerramiento y ventilación se encuentran debajo de los 20 kWh (Anexo 29). Al ser un local

pequeño, bien hermético y con salida únicamente al espacio central, las dos grandes masas de aire que lo contienen -planta baja y alta- extraen del espacio el calor, debido a que siempre se encuentra más caliente por sus características.

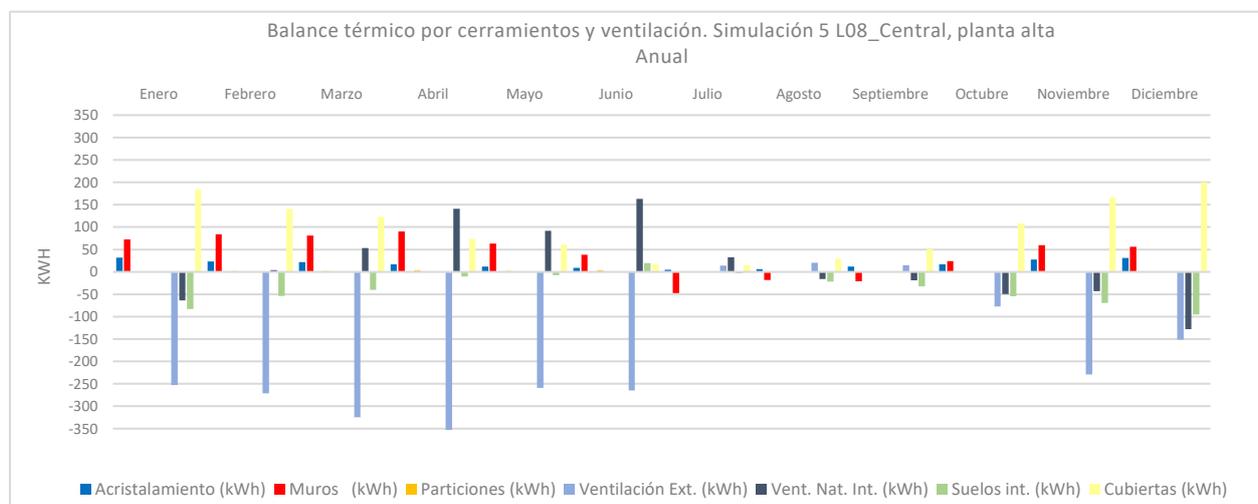


Figura 83 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 5 para el local L08\_Central, planta alta.

En consecuencia, al aumento de la diferencia de temperaturas entre el entrepiso y el exterior, se incrementa la cantidad de energía que el ambiente pierde o gana a través de la ventilación exterior. Este, es el único factor que no se controla a la hora de aplicar la ventilación natural, y para ello, se debería utilizar un sensor que active la renovación del aire cuando las temperaturas exteriores no afecten severamente a la interior; otra opción podría ser aclimatar el aire que se va a ingresar al local.

Continuando con lo anterior, efecto del mayor control sobre la temperatura interior, los intercambios por los cerramientos pasan a generar ganancias la mayor parte del año, con valores inferiores a 190 kwh por cubiertas y 90 kwh por muros (Anexo 30).

#### 6.4 Resultados Simulación 5b (S5b):

Se toma como base la simulación 5a y se incorpora los sistemas de acondicionamiento mecánico únicamente sobre los espacios que ya cuentan con los mismos. Los locales que cuentan con unidades de aire acondicionado llegan, al igual que en la simulación 4b al 100% de las horas en confort.

#### Consumos desglosados.

Tabla 75 - Comparación de los tipos de consumos desglosados de energía mensuales obtenidos por la simulación 5b.

	Iluminación	Calefacción	Refrigeración
Totales anuales (kwh)	1192.92	99.14	2372.07
Total anual (kwh)	3671.12		

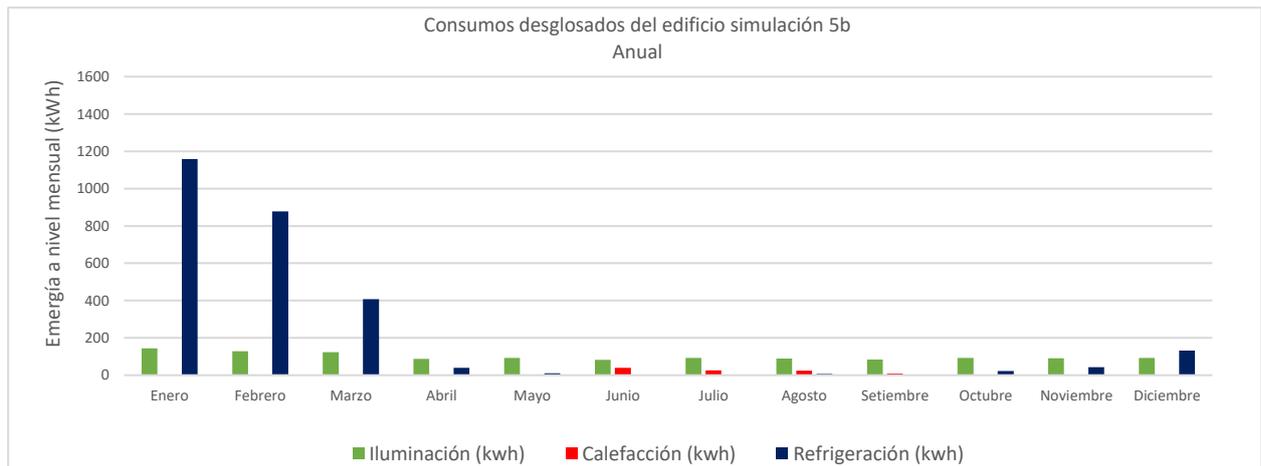


Figura 84 - Comparación de los tipos de consumos desglosados de energía mensuales obtenidos por la simulación 5b.

Como se puede observar en la Figura 84, el mayor consumo se sigue dando para la refrigeración de los espacios; éste, aumenta 88 kwh respecto a S4, pero sigue siendo inferior a lo registrado por S1. A pesar de que la energía consumida para la calefacción disminuye (99kwh) desde la simulación anterior (189kwh), sigue siendo superior a lo que se registra en la situación actual del edificio (57 kwh). Los parámetros de iluminación no se alteraron, por lo que los consumos siguen siendo los mismos, consiguiendo -anualmente- un ahorro de 360 kwh respecto a S1 y 79 kwh a S4 (Anexo 31).

## VII. Aplicación de los intercambiadores aire-tierra como estrategia de acondicionamiento pasivo.

El objetivo de este capítulo es dimensionar un sistema para intercambio de calor aire-tierra, que permita calefaccionar y climatizar la bodega, optimizando los consumos con los sistemas tradicionales.

Se plantea combinar los beneficios que da este sistema con la ventilación mecánica, para renovar el aire interior con el objetivo de mantener la calidad de este, aprovechando las energías naturales del entorno. Para esto, se hace uso de ventiladores, filtros, una red de conductor de impulsión y extracción, además de elementos difusores.

La primera tarea a desarrollar es dimensionar equipos del tipo Split para todos los locales según las necesidades térmicas de la bodega, tanto para invierno como para verano, con la finalidad de obtener los consumos.

Luego, se calcula un sistema que aproveche la inercia de la tierra a partir de las propiedades del suelo característica del lugar. Aplicando los modelos detallados en el capítulo acondicionamiento ambiental pasivo, se procede a determinar: profundidad de la instalación, largo, ancho y materialidad de los caños, velocidad del aire dentro del tubo, entre otras.

Finalmente, se dispone si el sistema es eficiente para ambos períodos (frío y calor), y se compara los consumos para las simulaciones 1, 4 y 5, con y sin tubo.

### 7.1 Dimensionado de los sistemas de calefacción y refrigeración.

Al no poder utilizar el software de modelización para simular el edificio junto con los tubos, se decide evaluar la construcción con sistemas complementarios, y aparte, estudiar los intercambiadores mediante planillas de cálculo. Para ello, es necesario termostatar los locales para calcular las potencias y consumos, y así poder conocer el efecto de los intercambiadores de calor. Esto no quiere decir que en la práctica sea necesario la incorporación de aire acondicionado en todos los espacios.

Tabla 76 - Dimensionado de los sistemas de climatización artificial.

Local	Potencia del equipo empleada para la simulación	
	kw	BTU
L01	2.64	9000
L03	4.69	16000
L08	23.45	80000

Los valores de potencia empleados para la simulación, surgen a partir del diseño de calefacción y refrigeración que modeliza el programa de simulación. A partir de los datos de potencias calculadas, se convierten las unidades (de kw a BTU) y se estima el tamaño del aire acondicionado a partir de los que se encuentran en mercado.

## 7.2 Diseño del intercambiador aire-tierra.

Para poder realizar los cálculos se deben tener en cuenta los siguientes datos:

- Condiciones de temperatura ambiente

Se debe ingresar la temperatura mínima registrada en invierno en el sitio donde se ubica el sistema, este valor significa que en el peor de los casos el aire ingresará a esa temperatura al intercambiador. Lo mismo se repite para el verano, en vez de la mínima, la temperatura máxima. Los datos utilizados son los descriptos en la Tabla 1.

- Propiedades del suelo

Conociendo el tipo de suelo que caracteriza la zona, arenoso con canto rodado, se determinan la capacidad térmica. Se tiene entonces que  $k$  ( $W/m.k$ ) es 0.70.

Para el cálculo de la temperatura del suelo, se partirá de la hipótesis de que el suelo homogéneo, se comporta con una temperatura constante a lo largo del año. Para ello se utilizan los siguientes valores:

Tabla 77 - Parámetros de la temperatura del suelo, Salto.

Difusividad térmica del suelo húmedo y liviano ( $m^2/día$ )	Desfasaje en días	Temp. máx. media anual ( $^{\circ}C$ )	Temp. media anual ( $^{\circ}C$ )	Amplitud de la variación sup. De la temp ( $^{\circ}C$ )
4.48E-02	35.00	31.80	19.35	13.60

Los valores de difusividad térmica se extraen del trabajo de Larsen y Lesino, mientras que el desfasaje de días se basa en los establecidos por Kusuda. Los valores de temperatura se toman del "Repartido 1 de Acondicionamiento Térmico", de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo.

A partir de estos datos, y aplicando la ecuación 3 se obtienen las variaciones de temperatura a distintas profundidades:

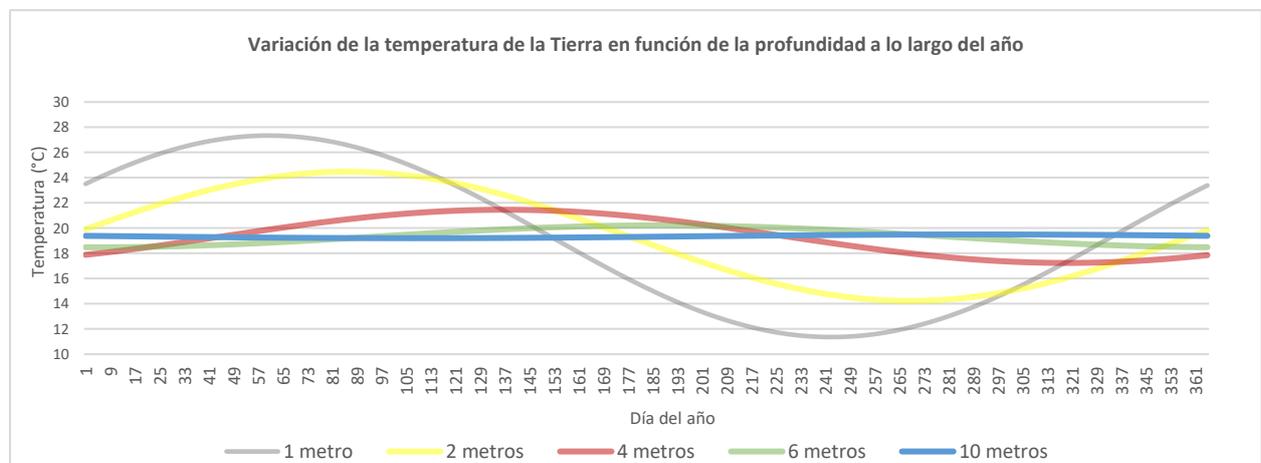


Figura 85 - Variación de la temperatura de la tierra en función de la profundidad a lo largo del año.

La figura 85 muestra la evolución estacional de la temperatura a lo largo del año para un punto situado a varias profundidades. Aquí se observa que, a medida que se incrementa la profundidad, la amplitud de las oscilaciones térmicas decrecen, y llega un punto a los 10 metros aproximadamente donde la temperatura se mantiene constante y se aproxima a la media anual del lugar. En distintos colores se muestran las curvas a 1, 2, 4, 6 y 10 metros; en dicha figura se puede observar que, a mayor temperatura, en verano e invierno, es a partir de la inercia del terreno que se retrasan y amortiguan las temperaturas máximas y mínimas.

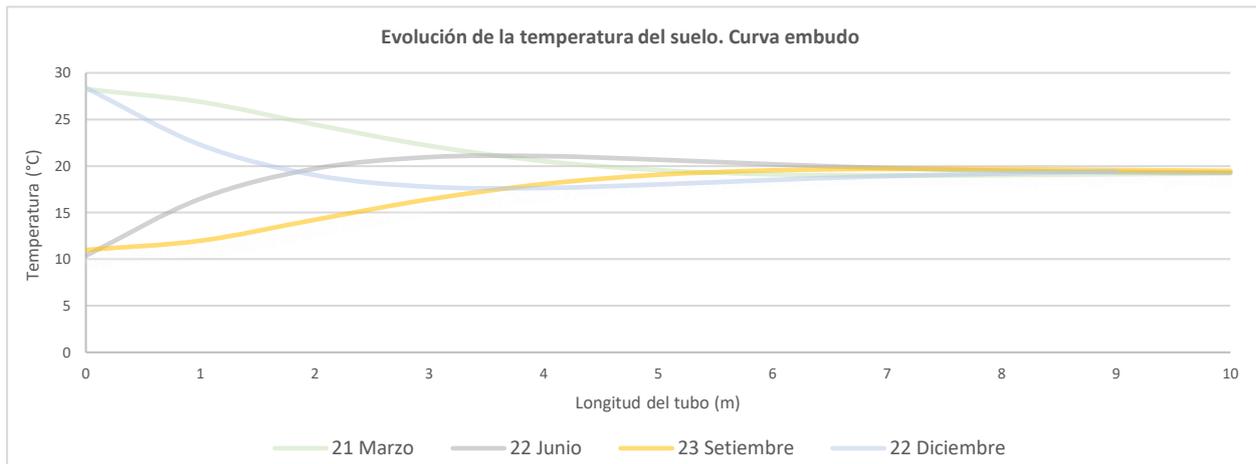


Figura 86 - Evolución de la temperatura del suelo. Curva embudo

La figura 86 muestra la evolución de la temperatura del suelo con la profundidad para diferentes días a lo largo, en este caso, los equinoccios.

Sabiendo que para el verano el sistema no va a ser eficiente, debido a que la temperatura interior requerida es inferior a la temperatura media anual, se decide entonces, determinar la profundidad del sistema para el periodo de invierno, pero también para la renovación del aire. Se define entonces una profundidad de 4 metros.

- Características del fluido circundante

El fluido circundante por el intercambiador de calor es el aire; a continuación, se detallan algunas de sus propiedades:

Tabla 78 - Propiedades físicas del fluido aire.

Cond. Térmica (W/m.k)	Viscosidad (N.s/m <sup>2</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kg.k)
0.024	1.80E-05	1.20	1012.00

- Características del tubo

Se opta por utilizar un tubo de PVC (policloruro de vinilo) de 200 mm, ya que es un material utilizado en intercambiadores y se encuentra fácilmente en el mercado. La elección del diámetro dependió de la velocidad que se le quería dar al aire y el caudal a renovar.

Tabla 79 - Principales características del tubo a utilizar en el intercambiador.

Material	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Cond. Térmica (W/m.k)
PVC 200 mm	0.20	0.17	0.15

A partir de la sección del tubo, y de la velocidad del aire que se quiere generar se calcula el caudal de aire. Se basa en las recomendaciones de Larsen y Lesino para la elección de la velocidad, se la estima en 4 m/s. El caudal de aire quedaría en 0.13 m/s.

Tabla 80 - Volumen de aire a renovar mediante el intercambiador.

Local	Volumen (m <sup>3</sup> )	Rph	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
L01	105.00	3.00	315.00
L02	97.00	3.00	291.00
L03 y L08	661.00	6.00	3966.00
L04	97.00	3.00	291.00

- Longitud del intercambiador

El intercambiador utilizado para invierno o verano es el mismo, por lo tanto, las condiciones de renovación y las condiciones serán las mismas. Se calcula entonces para ambos períodos y se considera la longitud más larga.

#### 01. Invierno (calefacción)

Utilizando el modelo de Benkert, Hedidt y Scholer y aplicando las ecuaciones del modelo de cálculo del sistema en el capítulo anterior “sistemas de acondicionamiento pasivo”, apartado intercambiador de calor aire – tierra, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 81 - Caso invierno, longitud del intercambiador: propiedades térmicas.

N° de Prandtl	N° de Reynolds	UL	hi	nu	m
0.72	37777.78	3.03	11.89	84.25	0.11

Teniendo estos datos, se calcula la temperatura con que sale el aire del tubo, para esto es necesario aplicar la ecuación 3, el que está definido por la diferencia de temperatura del aire a la entrada del tramo y a la salida. De esta manera se repite tramo a tramo (se va variando cada un metro) hasta que la temperatura se encuentre próximo a lo deseado. Esto se realiza con la ayuda de una planilla Excel, y se obtienen los siguientes datos:

Tabla 82 – Diseño del intercambiador, caso invierno.

Temperatura al final del tubo (°C)	18.66
Longitud del tubo (m)	50.00

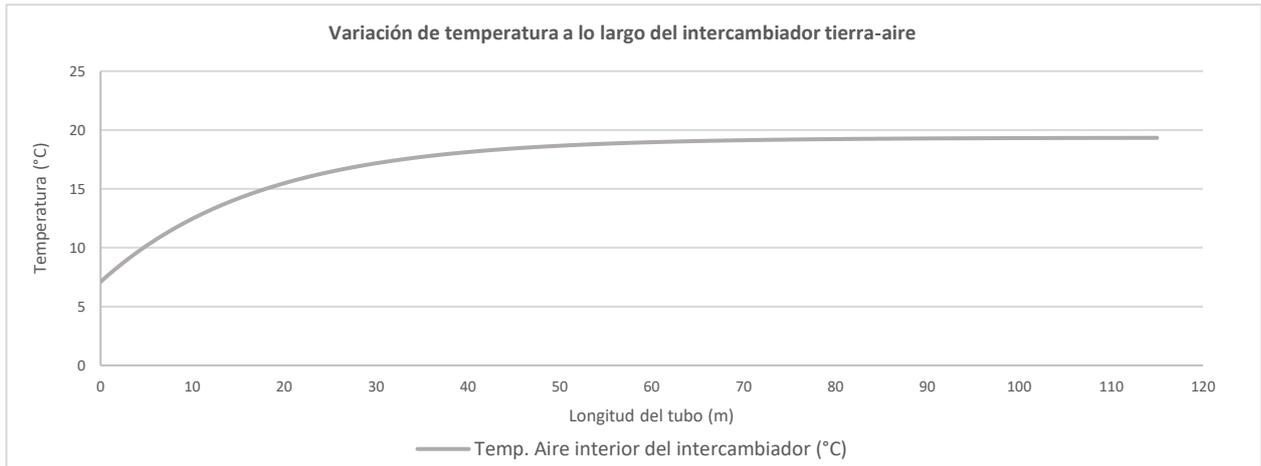


Figura 87 – Variación de la temperatura a lo largo del intercambiador, caso invierno.

En la Figura 87 se observa la variación de la temperatura del fluido dentro del tubo a la profundidad de la instalación, a medida que recorre el intercambiador.

## 02. Verano (refrigeración)

Se procede de igual manera que para el caso de calefacción. Los datos obtenidos son los siguientes:

Tabla 83 - Caso verano, longitud del intercambiador. Propiedades térmicas.

N° de Prandtl	N° de Reynolds	UL	hi	nu	m
0.72	37777.78	3.03	11.89	84.25	0.11

Tabla 84 – Diseño del intercambiador, caso verano.

Temperatura al final del tubo (°C)	20.05
Longitud del tubo (m)	50.00

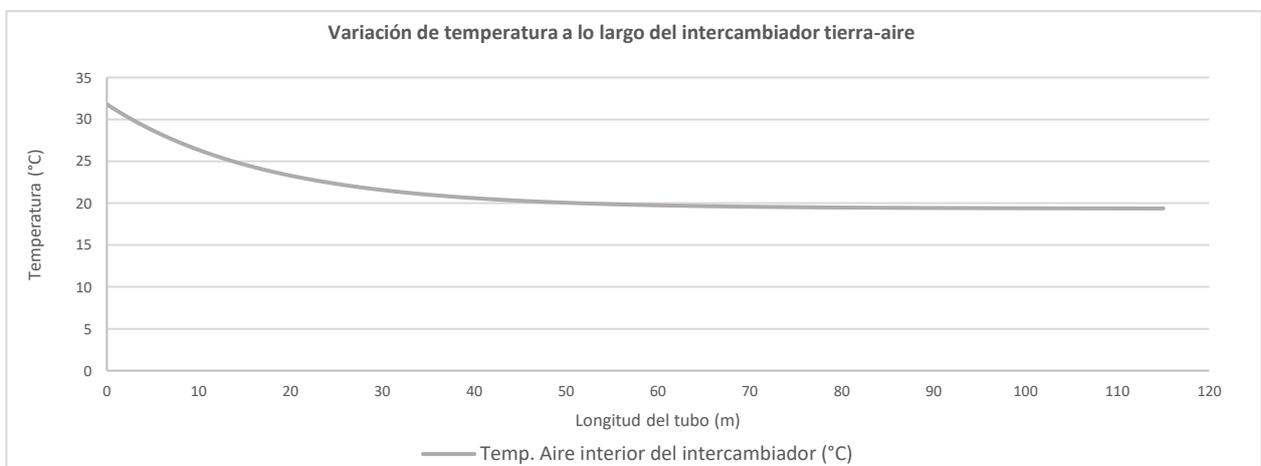


Figura 88 -Variación de la temperatura a lo largo del intercambiador, caso verano.

En la Figura 88 se observa el flujo de calor hacia el intercambiador a medida que se avanza en el largo del tubo.

### 7.2.1 Contribución del sistema.

Para el cálculo de la potencia generada por el sistema se utiliza la simulación por local con sistema HVAC. Es necesario suponer que al utilizar el tubo para aclimatar el aire que se utiliza para ventilación, las rph se estarían dando por el mismo entonces no habría ingreso de aire por infiltraciones para reposición. Es por esto que, a los modelizados que serían con tubo no se ingresan parámetros de infiltraciones y ventilación mecánica.

Tomando como punto de partida las simulaciones 1, 4 y 5, se compara la influencia del tubo sobre el consumo que presentaron las mismas para calefaccionar y refrigerar los ambientes.

#### 01. Simulación 1

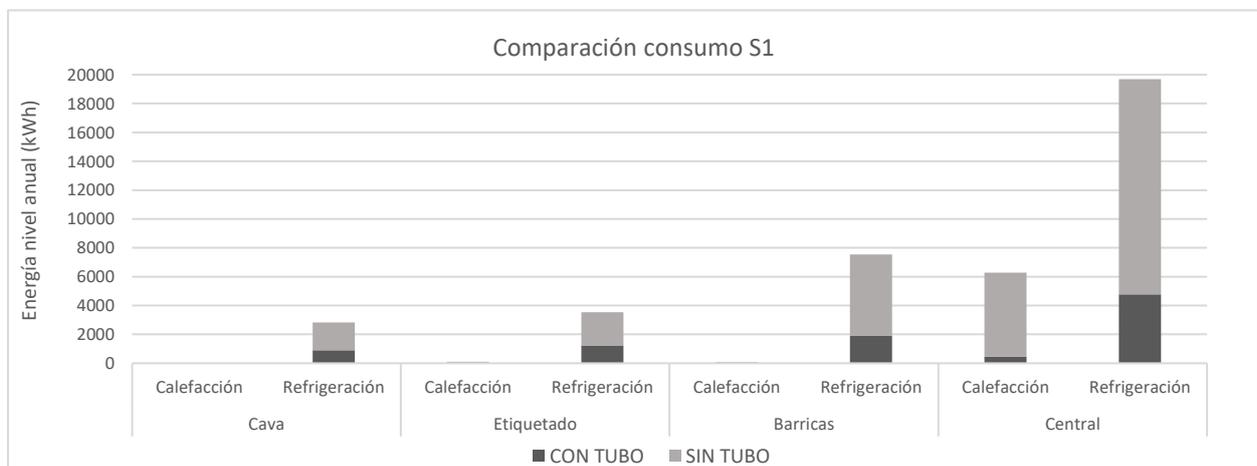


Figura 89 – Comparación consumo de energía simulación 1 sin tubo, con el consumo obtenido mediante los cálculos del intercambiador para calefacción y refrigeración en los distintos locales.

En la Figura 89 se muestran los consumos de energía a nivel anual (kwh) por calefacción y refrigeración para los distintos locales de la bodega. Es importante recordar que, a diferencia de lo mostrado en el apartado anterior de simulación 1 estado actual del edificio, este incluye HVAC en todos los locales.

A nivel general los consumos por refrigeración son mayores, siendo el edificio central donde se registran los más grandes, seguido por barricas, etiquetado y por último cava; lo mismo sucede con la calefacción, pero con niveles inferiores. Al adherir los intercambiadores aire-tierra, se logra reducir a 0 kwh la energía consumida por calefacción para la cava, sala de barricas y sala de etiquetado, en el caso del edificio central disminuye un 97%. En cuanto a la refrigeración donde se logra una reducción mayor es en la sala de etiquetado con 52%, seguido por el edificio central con 40%, la sala de barricas con 28% y por último la cava con 10%.

## 02. Simulación 4

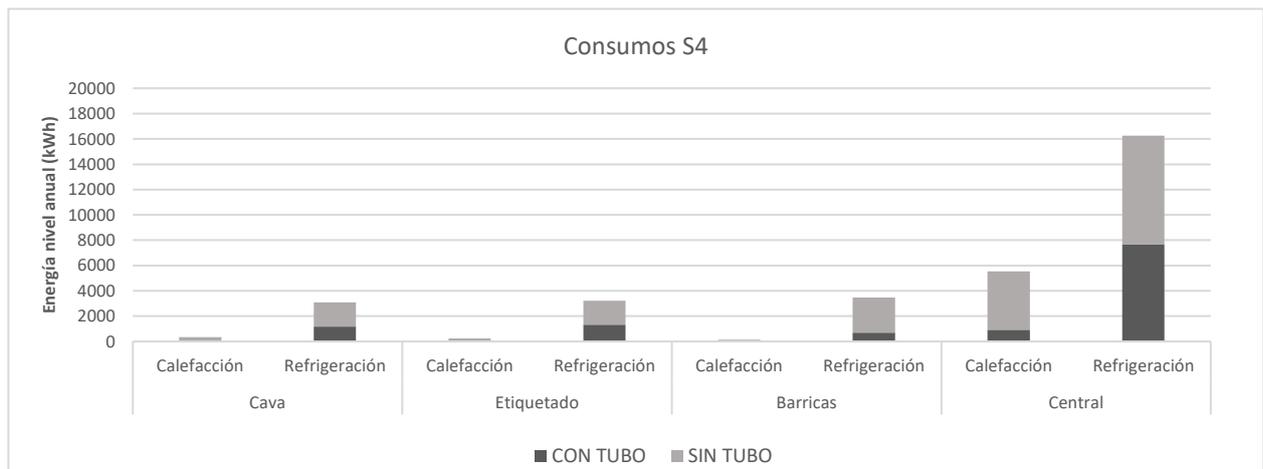


Figura 90 - Comparación consumo de energía simulación 4 sin tubo, con el consumo obtenido mediante los cálculos del intercambiador para calefacción y refrigeración en los distintos locales.

Se puede apreciar a partir de la Figura 90 la disminución del consumo con la incorporación de los intercambiadores aire-tierra. La energía consumida a nivel anual por calefacción se reduce a cero para la cava, sala de etiquetado y sala de barricas, en el caso del edificio central se reduce un 80% del consumo anual quedando en 919 kWh.

En el caso de la refrigeración la energía consumida disminuye en todos los locales, la sala de barricas es donde se produce el mayor ahorro, se logra un descenso de del 75% (2097 kWh). A éste le sigue la cava con un 38%, sala de etiquetado con 30% y por último el edificio central con 11%.

## 03. Simulación 5

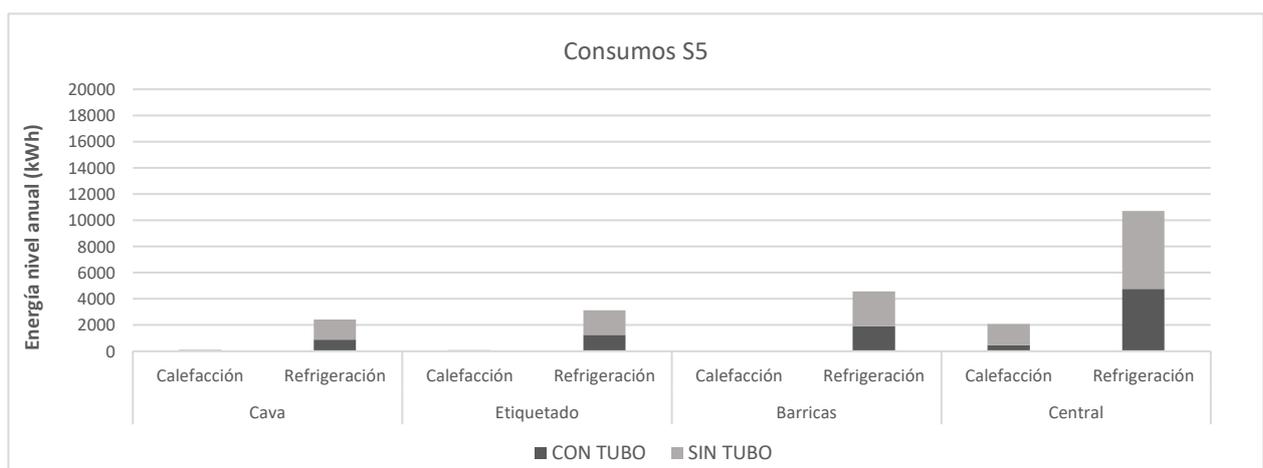


Figura 91 - Comparación consumo de energía simulación 5 sin tubo, con el consumo obtenido mediante los cálculos del intercambiador para calefacción y refrigeración en los distintos locales.

A nivel general, los consumos anuales en esta simulación son inferiores que la modelización anterior. A partir de la Figura 91 se puede observar que los mayores consumos se dan por refrigeración, a diferencia del caso anterior la cava es quien consume menos energía, seguido por la sala de etiquetado. El edificio central sigue siendo el que presenta mayores consumos para ambos períodos.

La incorporación de los intercambiadores de aire tierra sobre las mejoras de la simulación 5 generan grandes ahorros. Como se puede apreciar en la Figura 91, el consumo por calefacción al igual que en el caso anterior se anula para los tres primeros locales; en el edificio central este disminuye un 71%. En el caso de la refrigeración, el ahorro más significativo se da en la sala de barricas (71%), seguido por la sala de etiquetado (66%), cava (59%) y por último el edificio central (20%).

Tabla 85 – Comparación del consumo de energía por calefacción y refrigeración del edificio, de las simulaciones 1, 2 y 3 sin tubo, y el consumo de las mismas mediante la incorporación del intercambiador.

		Simulación 1	Simulación 4	Simulación 5
Sin tubo	Calefacción (kw)	6036.06	5344.67	1868.64
	Refrigeración (kw)	24804.16	15164.12	12013.36
Con tubo	Calefacción (kw)	190.92	919.34	471.30
	Refrigeración (kw)	15841.27	10878.53	8808.58
Ahorro con el intercambiador aire-tierra	Calefacción	97%	83%	75%
	Refrigeración	36%	28%	27%

Al calcular las necesidades térmicas del edificio por local, es posible advertir que el espacio que consume más energía es el edificio central, lo que se debe a su gran dimensión. Al realizar el diseño y dimensionado del sistema de intercambio aire – tierra, si bien no logra abastecer completamente en algunos casos la potencia necesaria para calefaccionar y refrigerar, disminuye el consumo. Como se puede observar en la Tabla 85, se logra un ahorro en calefacción y refrigeración, de 97% y 36% en S1, 83% y 28% en S4, y 75% y 25% en S5. A medida que la temperatura interior se encuentra más próximo al óptimo, la reducción es menor.

Se realiza un balance de calor por local para conocer realmente que aporte de potencia tiene sobre cada espacio. A partir del mismo, se sabe que el sistema estudiado genera aportes en todo momento durante el invierno -exceptuando máximo cinco días por local-, y logra ingresar el aire a una temperatura entre los 16 y 19 °C, dependiendo del día y del local. De esta manera es posible observar también que, para el verano, el sistema aporta, pero no llega a cubrir la potencia diaria necesaria en la mayoría de los casos. A su vez, existen períodos de tiempo donde el sistema produce mayores consumos sobre el sistema tradicional.

Al utilizarlo en este último caso para ventilación natural, se reducen las pérdidas por ventilación natural exterior, donde el aire ingresado tiene una temperatura más controlada (19 a 20 °C), por lo que aminora el salto térmico, permitiendo un ahorro energético.

## Conclusiones y recomendaciones

Cada edificio debe ser evaluado particularmente, teniendo en cuenta las pautas climáticas donde se implanta y las condiciones de confort que se requieren. Debido a que no existen hasta el momento en el Uruguay normativas constructivas, ni de ahorro de energía, y eficiencia energética para bodegas vitivinícolas en particular, es fundamental el rol del técnico proyectista ya que en su decisión redonda las condiciones interiores que mantendrá el edificio, y por ende, su consumo energético.

En este trabajo se evaluó la bodega vitivinícola Bertolini & Broglio, localizada en el departamento de Paysandú, más próximo al límite con el departamento de Salto. La motivación de esta investigación fue conocer el comportamiento térmico y energético actual de la bodega, para luego implementar distintas medidas de diseño y sistemas pasivos en busca de lograr las condiciones internas adecuadas para cada etapa del proceso de elaboración del vino. Esto trae como consecuencia una reducción de la demanda energética.

El análisis de datos experimentales medidos en ciertos períodos característicos (invierno-verano) permitió detectar patrones de comportamiento, asimismo evaluar la variación de las temperaturas y humedades relativas interiores, además de los niveles de iluminación y CO<sub>2</sub> en días y lugares específicos.

Se pretendió también desarrollar un modelo de simulación que permitió conocer el comportamiento de la bodega a lo largo del año con y sin HVAC, tomando como base distintos parámetros lo más próximos a la realidad. Esto permitió realizar una simulación, sin considerar la inercia del contenido, para percibir la influencia del vino como acumulador de calor.

Para dar cumplimiento a los objetivos relacionados a la aplicación de mejoras que permitan lograr un edificio más eficiente energéticamente, se presentaron dos simulaciones que combinan estrategias de uso del edificio y modificaciones constructivas. Las estrategias por las que se optó se deben al análisis de los resultados de la simulación 1 tomada como base.

Se evaluó la aplicación del intercambiador de calor aire- tierra como sistema pasivo para minimizar el consumo energético producido por el acondicionamiento de las instalaciones. Para el diseño y dimensionado del mismo se combinó el uso de la simulación mediante el software con un modelo de cálculo.

En base a los resultados obtenidos de las monitorizaciones, simulaciones y cálculos desarrollados a lo largo del presente trabajo, se mencionan las siguientes conclusiones:

- Se conoció el funcionamiento térmico actual del edificio mediante monitoreo. Sobre los resultados arrojados se concluye que el aprovechamiento de la inercia que brinda la tierra en la cava, es una medida de gran optimización, pero que trae consigo problemas higrotérmicos cuando no se consigue ventilar correctamente.

Además, es importante tener una envolvente con resistencia térmica adecuada, masa, control de las infiltraciones, y protección solar sobre las superficies con envolvente expuesta para reducir las variaciones diarias de temperatura.

A partir de las mediciones de CO<sub>2</sub> se observa que los niveles que se generan durante el proceso de fermentación son superiores a los recomendados. Se aconseja realizar un estudio más exhaustivo para la extracción de los gases nocivos.

- Los valores que arroja la simulación son similares a los obtenidos *in situ*, por lo cual se entiende que es una herramienta de modelización confiable. Esta pequeña variación podría estar influida entre las variaciones de temperatura entre el año típico considerado por el software (2002) y el 2017-2018, años que se realizaron las mediciones.
- En base a los datos obtenidos por la simulación 1 se evidencia que el principal problema se da por exceso de temperatura, influenciado por la falta de control de los flujos de aire (ventilación, infiltraciones) y la radiación solar. El aporte de la inercia de la tierra sobre todos los espacios en contacto, resulta favorable para el equilibrio térmico interno. Las ganancias internas que no dependen de agentes externos, no generan aportes superiores a 50 kwh.

Cabe destacar que el edificio actualmente cuenta con distintas estrategias pasivas, como el uso de vegetación para sombreado sobre las fachadas norte y sur; una barrera de árboles para el control de la velocidad del aire; uso de colores claros en sus superficies; masa térmica en la mayoría de sus cerramientos, entre otros. De esta manera, condiciona las estrategias a implementar.

En las circunstancias actuales, los locales destinados a procesos productivos se encuentran únicamente entre el 26 y 38% de las horas anuales en temperatura óptima para las actividades que se desarrollan.

- Evaluando la simulación 3, se puede concluir que, dada las características constructivas de la bodega, el grado de influencia del vino como masa acumuladora de calor sobre la temperatura ambiente del edificio no es significativo. A pesar del gran volumen de la materia prima, la amortiguación que se registra ronda entre 1 y 2 °C.
- A partir del cambio de modalidad del uso del edificio, y la ejecución de pequeñas modificaciones se consigue un mejor rendimiento térmico y ahorro de 71 kwh (por año) en la utilización de sistemas complementarios de acondicionamiento. La ventilación nocturna como estrategia de acondicionamiento pasivo resulta favorable para el control de la temperatura óptima y la renovación del aire.
- La incorporación de los cambios constructivos en la envolvente genera mejoras en la temperatura operativa interior de los locales. La aplicación de aislante térmico y la mejora de la hermeticidad de las aberturas es lo que genera mayor impacto. A pesar de esto, los

porcentajes de horas en confort y consumo no son significativos en comparación a las mejoras de uso.

Se debe tener cuidado con el uso del aislante térmico como estrategia para el control del clima interior, ya que un exceso del mismo puede generar problemas de sobrecalentamiento. El mayor impacto de reducción mediante la aplicación del aislante se da en el techo.

- El uso de ductos enterrados para el calentamiento y enfriamiento de la temperatura del aire interior de los locales disminuye el consumo de energía de los sistemas tradicionales, permitiendo en algunos casos alcanzar la temperatura óptima utilizando solo éstos. La aplicación de los mismos para el pretratamiento del aire de ventilación tanto para invierno, como para verano es viable, y se reduce la demanda energética.

Es importante considerar las estrategias pasivas y activas de forma complementaria. El diseño combinado de los sistemas de acondicionamientos es esencial para lograr la temperatura óptima con consumos reducidos.

En el caso del edificio estudiado tiene una finalidad industrial, por lo que tiene un rango de temperaturas muy exigente, al incorporar estrategias de diseño pasivo mejora el comportamiento térmico de la bodega, pero no se logra cubrir todas las horas dentro de esa franja aceptable. A pesar de esto, incorporando sistemas pasivos es posible alcanzar condiciones interiores adecuadas para el proceso de producción del vino, con consumos mínimos.

### **Futuras investigaciones.**

Entre los estudios que podrían ser realizados como continuidad del presente trabajo, se podrían destacar los siguientes:

- Investigación por simulación computacional de la ventilación requerida y los distintos métodos para remover el CO<sub>2</sub> generado por las reacciones químicas en el proceso productivo del vino.
- Perfeccionamiento del modelo, considerando en la simulación el efecto del calor generado durante la vendimia por la fermentación del vino.
- Estudio mediante simulación de la humedad del ambiente, aplicación de mejoras para regular la misma de acuerdo a los requerimientos del programa.
- Cuantificación y mitigación de la huella de carbono que tienen lugar durante el proceso productivo.

## Referencia bibliográfica

- ATECYR (2012). *Guía técnica de diseño de sistemas de intercambio geotérmico de circuito cerrado*. Madrid: IDAE. ISBN: 978-84-96680-60-3. pp.45
- Balter, J., Barea, J. y Ganem, C. “Evaluación del desempeño ambiental de dos bodegas en Mendoza (Argentina)”. Propuesta de reacondicionamiento térmico y energético. En: Revista hábitat sustentable. Vol. 3, N° 1. ISSN: 0719-0700. pp. 15-25.
- Castelli, W., y Grasso, A. (2012). “Paisaje Tannat: cultura de viñedos y vinos en el litoral noroeste” [Uruguay]. Labor & Engenho, Campinas [Brasil], v.6, 1-12.
- Coach, H., y Ganem, C. “An environmental review of wineries over the last centuries: from vernacular to high tech”. En: PLEA 2012. 28th Conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an environmentally responsible architecture Lima, Perú 7-9 November 2012.
- \_\_\_\_\_ “Bodegas sobresuelo y estabilidad térmica interior: análisis de envolventes tradicionales y contemporáneas en Mendoza, Argentina”. En: Revista hábitat sustentable. Abril 2015, vol.5, N° 1. ISSN: 0719-0700. pp. 04-13.
- DIEA. Anuario estadístico agropecuario interactivo 2018. Recuperado de: <http://www.mgap.gub.uy/>. Visita: 03-10-2018
- Escuer, Joan. Agrogeotermia: “Intercambiadores de calor tierra-aire para reducir la demanda energética de enfriamiento y renovación de aire”. Geoconsultores técnicos y ambientales, S.L. Lleida.
- Figueroa Villota, I. (2004). Bodega de elaboración, crianza y embotellado de vino. En Tesis de Grado. Madrid: Universidad de Castilla La Mancha.
- González Neila, F.J. (2000). *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible: buenas prácticas edificatorias*. Madrid: Editorial Munilla-Lería.
- Hidalgo, José. (2010). *Tratado de enología I y II*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- INUMET.
- Flores Larsen, S., y Lesino, G. Intercambiadores tierra-aire: Uso del suelo para enfriamiento pasivo. INENCO. Salta, Argentina.
- Martin del Moral, A., y Santolalla, I. *Manual de buenas prácticas en prevención de riesgos laborales, sector vitivinícola*. UGT La Rioja. España: Eslabón. 122p.
- Mendoza, Karl (2015). Diseño de una bodega vitivinícola pisquera en el valle de Ica utilizando acondicionamiento ambiental pasivo. (Tesis de Facultad de Ingeniería Agrícola). Universidad nacional agraria La Molienda.
- Meneses, Andrés (2007). Diseño de un intercambiador de calor aire-tierra para generar calefacción y climatización de edificios en Santiago. (Tesis de Facultad de Ciencias físicas y matemáticas, Departamento de ingeniería mecánica). Universidad de Chile.
- MIEM (2016). Balance energético preliminar 2016 BEN. Recuperado de: [www.dne.gub.uy](http://www.dne.gub.uy). Visita: 21-06-17

- Ramos, A., Blasco, I. "Condiciones Higrotérmicas de Fermentación de vinos comunes y finos de variedades Blancas y Tintas". En: Avances de Energías renovables y Medio Ambiente. 2011, vol. 15. ISSN: 0329-5184. pp.17-26.
- Ramos Sanz, Alba. "Reducción de la demanda térmica originada en la vinificación en bodegas localizadas en zona de clima árido, mediante modelado térmico semi-empírico". En: Revista hábitat sustentable. Setiembre 2015, vol.5, N° 2. ISSN: 0719-0700. pp. 06-19.
- Ribéreau-Gayon, P., Dubourdiu, D., Donéche, B., y Lonvaud, A. *Handbook of enology volum 1 the microbiology of wine and vinifications* 2<sup>nd</sup> Edition. 2006. Jhon Wiley & Sons, Ltd ISBN: 0-470-01034-7.
- Romito, Luis. Eficiencia energética y su aplicación en la industria vitivinícola. Directores: Nadal, Guillermo; Olmedo, Mauricio. Maestría (Tesis). Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ingeniería U.N Cuyo. Abril, 2015. pp. 263
- Olivet, Beatriz (2014). Informe: Medio ambiente y energía en el Uruguay: aspectos de la temática energética desde una visión ambiental. Recuperado de: [http://www.energiaeolica.gub.uy/uploads/documentos/informes/Informe%20Medio%20ambiente%20y%20energ%C3%ADa\\_web.pdf](http://www.energiaeolica.gub.uy/uploads/documentos/informes/Informe%20Medio%20ambiente%20y%20energ%C3%ADa_web.pdf)
- Uruguay XXI, Promoción de inversiones y exportaciones (2016). Informe del sector vitivinícola en el Uruguay. Montevideo, Uruguay: Uruguay XXI.
- Uruguay XXI, Promoción de inversiones y exportaciones (2016). Informe de Energías Renovables en Uruguay: Inteligencia Competitiva. Montevideo, Uruguay: Uruguay XXI.
- Yarke, E. (2005). *Ventilación natural de edificios: Fundamentos y métodos de cálculo para aplicación de Ingenieros y Arquitectos*. Buenos Aires, Argentina: Nobuko.

#### Entrevistas

- Ing. Agrónomo Juan Pedro Broglio. Bodega Bertolini y Broglio. Fecha: 12-05-2017
- Ing. Agrónomo Fernando Carrau. Director INIA Salto Grande. Fecha: 22-06-2017
- Enol. Adrian Morena. Supervisor área de producción Bodega Garzón. Fecha: 5-12-17
- Enol. Carolina Damiano. Asistente de enólogo Bodega Carrau. Fecha: 7-12-2017
- Enol. Victoria González. Encargada de producción Bodega Bouza. Fecha 8-12-2017
- Cdor. Patricio Orihuela. Dueño Bodega Orihuela.

## Anexo A

### Anexo 1 - Planilla de campo

<b>Local</b>		<b>Día / Hora</b>	
<b>Orientación</b>		<b>Medidas</b>	

	Norte	Oeste	Este	Sur	Cubierta	Piso
Sistema constructivo						
Espesor (m)						
Terminación						
Color						
¿Aberturas? SI/NO						
Material						
¿Expuesto al exterior?						
Patologías						
Observaciones						

<b>Local</b>		<b>Día / Hora</b>	
--------------	--	-------------------	--

Punto de referencia	Iluminación		Nivel (Lux)
	Tipo	Cantidad	

	<b>Día</b>	
--	------------	--

Local	Nivel CO <sub>2</sub>	Hora

<b>Fecha inicio</b>		<b>Fecha finalización</b>	
---------------------	--	---------------------------	--

Local	N° Sensor	Ubicación	Hora	
			Encendido	Apagado





Anexo 4 - Tabla de ocupación

	Mes	Horarios	Nº personas	Tasa metabólica	Fracción Latente	Factor metabólico	Área (m2)	Densidad	Clo verano	Clo invierno
1. Cava	Enero	H. Parcial	1	Moderately active work	0.44	0.90	43	0.02	0.50	1.00
	Febrero									
	Marzo									
	Abril									
	Mayo									
	Junio									
	Julio									
	Agosto									
	Septiembre									
	Octubre									
	Noviembre									
	Diciembre									
2. Sala Etiquetado	Enero	H. General	1	Light work	0.50	0.90	30.39	0.03	0.50	1.00
	Febrero									
	Marzo									
	Abril									
	Mayo									
	Junio									
	Julio									
	Agosto									
	Septiembre									
	Octubre									
	Noviembre									
	Diciembre									
3. Central Planta Baja	Enero	H. General	1	Moderately active work	0.44	0.90	90.20	0.01	0.50	1.00
	Febrero									
	Marzo									
	Abril									
	Mayo									
	Junio									
	Julio									
	Agosto									
	Septiembre									
	Octubre									
	Noviembre									
	Diciembre									
4. Sala Barricas	Enero	H. Barricas	1	Moderately active work	0.44	0.90	30.39	0.03	0.50	1.00
	Febrero									
	Marzo									
	Abril									
	Mayo									
	Junio									
	Julio									
	Agosto									
	Septiembre									
	Octubre									
	Noviembre									
	Diciembre									
7. Central Planta Alta	Enero	H. General 50%	2	Moderately active work	0.44	0.90	94.11	0.02	0.50	1.00
	Febrero									
	Marzo									
	Abril									
	Mayo									
	Junio									
	Julio									
	Agosto									
	Septiembre									
	Octubre									
	Noviembre									
	Diciembre									
8. Laboratorio	Enero	H. Parcial	1	Light work	0.50	0.90	5.43	0.18	0.50	1.00
	Febrero									
	Marzo									
	Abril									
	Mayo									
	Junio									
	Julio									
	Agosto									
	Septiembre									
	Octubre									
	Noviembre									
	Diciembre									

Anexo 5 - Tipos de ganancias internas obtenidas por simulación 1 para el local L01\_Cava.

Mes	Iluminación General (kwh)	Equipos (kwh)	Ocupación (kwh)	G. S. ventanas int. (kwh)	G.S ventanas ext. (kwh)
Enero	33.43	-	2.00	-	-
Febrero	29.07	-	1.81	-	-
Marzo	30.53	-	1.68	-	-
Abril	31.98	-	1.68	-	-
Mayo	33.43	-	1.76	-	-
Junio	29.07	-	1.61	-	-
Julio	33.43	-	1.75	-	-
Agosto	31.98	-	1.75	-	-
Setiembre	30.53	-	1.61	-	-
Octubre	33.43	-	1.75	-	-
Noviembre	30.53	-	1.68	-	-
Diciembre	31.98	-	1.68	-	-

Anexo 6 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 1 para el local L01\_Cava.

Mes	Acrist. (kwh)	Muros (kwh)	Suelos S.T. (kwh)	Suelos int. (kwh)	Particiones (kwh)	Cubiertas int. (kwh)	Cubiertas (Kwh)	Vent. Nat. Int. (kwh)	Infiltración Ext. (kwh)	Ventilación Ext. (kwh)
Enero	-	-155.53	-65.00	-	-	39.54	-	132.33	-2.71	-
Febrero	-	18.30	-10.10	-	-	12.94	-	35.46	-109.12	-
Marzo	-	60.52	8.03	-	-	-15.50	-	-78.19	-7.31	-
Abril	-	141.46	117.47	-	-	-51.18	-	-221.65	-9.85	-
Mayo	-	126.82	105.14	-	-	-49.98	-	-203.09	-1.63	-
Junio	-	191.78	203.93	-	-	-78.65	-	-318.36	-2.40	-
Julio	-	134.49	98.56	-	-	-52.21	-	-189.17	0.59	-
Agosto	-	53.76	-23.05	-	-	-12.34	-	-43.81	1.52	-
Septiembre	-	32.39	-87.57	-	-	7.00	-	12.32	2.54	-
Octubre	-	-69.64	-217.66	-	-	53.21	-	173.26	1.40	-
Noviembre	-	-54.67	-216.74	-	-	50.78	-	169.50	-3.87	-
Diciembre	-	-129.16	-308.34	-	-	83.60	-	287.25	-1.82	-

Anexo 7 - Tipos de ganancias internas obtenidas por simulación 1 para el local L02\_Sala de etiquetado.

Mes	Iluminación General (kwh)	Equipos (kwh)	Ocupación (kwh)	G. S. ventanas int. (kwh)	G.S ventanas ext. (kwh)
Enero	22.89	33.22	20.20	-	-
Febrero	20.68	30.00	18.25	-	-
Marzo	19.20	27.86	16.94	-	-
Abril	11.82	17.14	10.43	-	-
Mayo	12.31	17.86	10.86	-	-
Junio	11.08	16.07	9.77	-	-
Julio	12.31	17.86	10.86	-	-
Agosto	12.06	17.50	10.64	-	-
Setiembre	11.32	16.43	9.99	-	-
Octubre	12.31	17.86	10.86	-	-
Noviembre	12.80	18.57	11.29	-	-
Diciembre	12.80	18.57	11.29	-	-

Anexo 8 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 1 para el local L02\_Sala de etiquetado.

Mes	Acrist. (kwh)	Muros (kwh)	Suelos S.T. (kwh)	Suelos int. (kwh)	Particiones (kwh)	Cubiertas int. (kwh)	Cubiertas (Kwh)	Vent. Nat. Int. (kwh)	Infiltración Ext. (kwh)	Ventilación Ext. (kwh)
Enero	-	8.88	-57.98	-	2.63	-	7.67	-9.55	-21.56	-5.28
Febrero	-	4.62	-19.12	-	9.65	-	3.40	-9.67	-29.47	-30.46
Marzo	-	3.67	-7.31	-	4.26	-	0.03	-25.51	-35.84	-4.70
Abril	-	-1.56	38.08	-	9.34	-	-4.21	-33.27	-46.78	-5.45
Mayo	-	-1.83	34.53	-	1.19	-	-5.86	-33.53	-37.05	-0.33
Junio	-	-9.53	69.58	-	1.40	-	-10.32	-44.55	-46.58	-0.37
Julio	-	-0.50	44.78	-	-9.39	-	-6.08	-38.44	-31.28	1.07
Agosto	-	5.46	9.53	-	-9.59	-	-1.39	-23.20	-18.84	0.88
Septiembre	-	6.82	10.68	-	-4.66	-	1.51	-28.19	-24.09	1.17
Octubre	-	11.39	-25.00	-	-3.01	-	6.01	-14.87	-13.30	-0.58
Noviembre	-	11.30	-29.95	-	-2.99	-	7.39	-8.54	-13.42	-3.87
Diciembre	-	17.32	-57.42	-	-2.53	-	11.29	4.19	-3.83	-7.70

Anexo 9 - Tipos de ganancias internas obtenidas por simulación 1 para el local L03\_Central, planta baja.

Mes	Iluminación General (kwh)	Equipos (kwh)	Ocupación (kwh)	G. S. ventanas int. (kwh)	G.S ventanas ext. (kwh)
Enero	17.43	-	24.31	0.02	-
Febrero	15.75	-	21.96	0.02	-
Marzo	14.62	-	20.39	0.02	-
Abril	9.00	-	12.55	0.01	-
Mayo	9.37	-	13.07	0.01	-
Junio	8.43	-	11.76	0.01	-
Julio	9.37	-	13.07	0.01	-
Agosto	9.18	-	12.81	0.01	-
Setiembre	8.62	-	12.02	0.02	-
Octubre	9.37	-	13.07	0.02	-
Noviembre	9.75	-	13.59	0.02	-
Diciembre	9.75	-	13.59	0.02	-

Anexo 10 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 1 para el local L03\_Central, planta baja.

Mes	Acrist. (kwh)	Muros (kwh)	Suelos S.T. (kwh)	Suelos int. (kwh)	Particiones (kwh)	Cubiertas int. (kwh)	Cubiertas (Kwh)	Vent. Nat. Int. (kwh)	Infiltración Ext. (kwh)	Ventilación Ext. (kwh)
Enero	3.85	69.54	-92.32	-41.44	-4.09	121.59	-	26.38	-298.80	-
Febrero	3.24	60.74	-31.99	-7.14	19.90	81.78	-	12.88	-418.06	-
Marzo	3.15	42.96	10.90	17.99	22.78	69.46	-	75.64	-470.82	-
Abril	2.50	18.88	93.52	58.78	49.06	28.39	-	86.80	-614.26	-
Mayo	1.89	6.89	94.81	53.70	32.07	17.04	-	93.39	-466.96	-
Junio	1.25	-12.77	166.12	83.43	47.37	-8.17	-	126.24	-580.97	-
Julio	1.71	-4.81	129.40	48.57	17.20	17.24	-	116.16	-366.24	-
Agosto	2.09	23.50	47.60	8.77	-3.17	44.45	-	57.94	-219.81	-
Septiembre	2.72	33.04	53.45	-9.63	5.47	63.45	-	47.47	-286.41	-
Octubre	2.76	56.62	-24.52	-54.85	-10.62	92.63	-	-17.60	-159.96	-
Noviembre	2.99	66.32	-43.47	-54.40	-16.63	110.89	-	7.52	-177.91	-
Diciembre	3.55	86.76	-108.13	-89.16	-32.36	139.29	-	-23.59	-68.05	-

Anexo 11 - Tipos de ganancias internas obtenidas por simulación 1 para el local L04\_Sala de barricas.

Mes	Iluminación General (kwh)	Equipos (kwh)	Ocupación (kwh)	G. S. ventanas int. (kwh)	G.S ventanas ext. (kwh)
Enero	36.92	-	8.30	-	-
Febrero	33.35	-	1.87	-	-
Marzo	30.97	-	1.74	-	-
Abril	19.06	-	0.87	-	-
Mayo	19.85	-	0.90	-	-
Junio	17.87	-	0.84	-	-
Julio	19.85	-	0.90	-	-
Agosto	19.45	-	0.90	-	-
Setiembre	18.26	-	0.84	-	-
Octubre	19.85	-	0.90	-	-
Noviembre	20.64	-	0.87	-	-
Diciembre	20.64	-	6.96	-	-

Anexo 12 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 1 para el local L04\_Sala de barricas.

Mes	Acrist. (kwh)	Muros (kwh)	Suelos S.T. (kwh)	Suelos int. (kwh)	Particiones (kwh)	Cubiertas int. (kwh)	Cubiertas (Kwh)	Vent. Nat. Int. (kwh)	Infiltración Ext. (kwh)	Ventilación Ext. (kwh)
Enero	-	8.38	-43.58	-	2.46	-	6.25	10.31	-19.48	-0.26
Febrero	-	1.58	-8.04	-	8.78	-	-0.72	-7.79	-28.14	-28.04
Marzo	-	-4.07	15.14	-	7.00	-	-9.93	-26.86	-32.46	-4.99
Abril	-	-11.66	58.18	-	11.65	-	-16.10	-71.15	-43.88	-5.87
Mayo	-	-11.18	61.80	-	4.94	-	-15.46	-49.13	-33.18	0.08
Junio	-	-17.30	97.58	-	6.14	-	-17.44	-87.56	-42.36	0.04
Julio	-	-9.53	79.57	-	-1.92	-	-14.91	-43.73	-26.34	1.71
Agosto	-	-1.73	43.44	-	-5.34	-	-9.82	9.88	-14.34	1.42
Septiembre	-	0.28	38.79	-	-0.41	-	-7.16	-25.97	-20.20	1.73
Octubre	-	7.38	-3.36	-	-1.22	-	0.16	7.17	-10.37	-0.27
Noviembre	-	10.17	-11.90	-	-1.74	-	4.72	20.57	-11.07	-4.09
Diciembre	-	18.30	-46.86	-	-3.13	-	11.31	46.49	-2.64	-8.43

Anexo 13 - Tipos de ganancias internas obtenidas por simulación 1 para el local L07\_Laboratorio.

Mes	Iluminación General (kwh)	Equipos (kwh)	Ocupación (kwh)	G. S. ventanas int. (kwh)	G.S ventanas ext. (kwh)
Enero	32.59	-	1.68	11.36	-
Febrero	29.44	-	1.51	8.61	-
Marzo	27.34	-	1.41	8.35	-
Abril	16.82	-	1.41	6.29	-
Mayo	17.52	-	1.46	4.37	-
Junio	15.77	-	1.35	3.85	-
Julio	17.52	-	1.46	4.37	-
Agosto	17.17	-	1.46	5.18	-
Setiembre	16.12	-	1.35	7.47	-
Octubre	17.52	-	1.46	8.26	-
Noviembre	18.22	-	1.41	9.89	-
Diciembre	18.22	-	1.41	10.69	-

Anexo 14 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 1 para el local L07\_Laboratorio.

Mes	Acrist. (kwh)	Muros (kwh)	Suelos S.T. (kwh)	Suelos int. (kwh)	Particiones (kwh)	Cubiertas int. (kwh)	Cubiertas (Kwh)	Vent. Nat. Int. (kwh)	Infiltración Ext. (kwh)	Ventilación Ext. (kwh)
Enero	-4.24	13.97	-	-10.89	-11.92	0.43	-	-20.24	-4.26	-4.77
Febrero	-4.74	12.87	-	-5.90	-8.35	0.33	-	-20.34	-5.19	-5.09
Marzo	-5.61	10.29	-	-4.97	-9.00	-0.47	-	-14.49	-5.86	-3.97
Abril	-6.63	7.13	-	0.48	-5.46	-0.66	-	-9.41	-7.19	-0.44
Mayo	-4.85	4.21	-	0.37	-4.57	-0.82	-	-9.45	-5.41	-0.51
Junio	-4.76	-0.24	-	4.25	-2.19	-1.15	-	-8.17	-6.21	-0.48
Julio	-4.11	2.41	-	-0.08	-6.05	-1.59	-	-6.85	-4.32	-0.51
Agosto	-3.59	7.49	-	-4.69	-7.43	-0.67	-	-8.98	-3.09	-0.47
Septiembre	-5.00	10.39	-	-6.01	-9.15	-0.86	-	-7.49	-4.20	-0.29
Octubre	-2.97	14.46	-	-9.67	-9.02	0.32	-	-14.83	-2.71	-0.55
Noviembre	-2.73	16.58	-	-10.16	-10.14	0.58	-	-17.57	-2.90	-0.74
Diciembre	-2.33	20.97	-	-14.40	-12.57	0.80	-	-17.11	-2.06	-1.42

Anexo 15 - Tipos de ganancias internas obtenidas por simulación 1 para el local L08\_Central, planta alta.

Mes	Iluminación General (kwh)	Equipos (kwh)	Ocupación (kwh)	G. S. ventanas int. (kwh)	G.S ventanas ext. (kwh)
Enero	9.82	-	38.20	0.00	314.84
Febrero	8.87	-	34.52	0.00	237.83
Marzo	8.23	-	32.04	0.00	232.08
Abril	5.07	-	9.86	0.00	176.76
Mayo	5.28	-	10.27	0.00	120.08
Junio	4.75	-	9.24	0.00	106.91
Julio	5.28	-	10.27	0.00	121.30
Agosto	5.17	-	10.06	0.00	144.18
Setiembre	4.86	-	9.45	0.00	207.00
Octubre	5.28	-	10.27	0.00	229.22
Noviembre	5.49	-	10.68	0.00	275.69
Diciembre	5.49	-	10.68	0.00	295.35

Anexo 16 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 1 para el local L08\_Central, planta alta.

Mes	Acrist. (kwh)	Muros (kwh)	Suelos S.T. (kwh)	Suelos int. (kwh)	Particiones (kwh)	Cubiertas int. (kwh)	Cubiertas (Kwh)	Vent. Nat. Int. (kwh)	Infiltración Ext. (kwh)	Ventilación Ext. (kwh)
Enero	-2.65	55.07	-	-130.83	-1.30	-	262.47	-130.97	-288.01	-
Febrero	-5.36	68.89	-	-85.29	0.43	-	196.49	10.28	-382.02	-
Marzo	-5.69	44.80	-	-71.83	0.52	-	154.22	94.49	-421.81	-
Abril	-8.66	34.44	-	-24.94	2.43	-	70.69	289.48	-532.15	-
Mayo	-8.18	27.61	-	-14.59	1.76	-	46.67	232.36	-404.85	-
Junio	-9.74	-13.24	-	13.69	2.49	-	-8.29	374.06	-494.16	-
Julio	-5.08	-12.23	-	-16.75	0.55	-	45.96	185.53	-317.76	-
Agosto	-4.24	55.82	-	-46.84	0.06	-	66.85	18.91	-201.72	-
Septiembre	-0.98	35.80	-	-67.75	-0.16	-	124.37	12.51	-262.62	-
Octubre	-1.50	63.91	-	-100.63	-1.26	-	191.54	-136.21	-163.65	-
Noviembre	-0.19	62.65	-	-121.22	-2.01	-	240.49	-172.43	-182.87	-
Diciembre	3.17	93.36	-	-153.19	-3.10	-	303.46	-307.81	-96.97	-

Anexo 17 - Comparación de los tipos de consumos desglosados de energía mensuales obtenidos por la Simulación 2.

Mes	Iluminación (kwh)	Calefacción (kwh)	Refrigeración (kwh)
Enero	153.09	0.00	1158.65
Febrero	137.15	0.00	878.03
Marzo	130.88	0.00	406.77
Abril	93.74	0.06	39.25
Mayo	97.76	5.00	10.62
Junio	86.97	13.84	0.00
Julio	97.76	18.25	0.00
Agosto	95.02	17.91	6.46
Setiembre	89.71	1.96	0.27
Octubre	97.76	0.00	22.93
Noviembre	97.43	0.00	42.95
Diciembre	98.88	0.00	131.60
<b>Totales anuales (kwh)</b>	1276.15	57.02	2697.53
<b>Total anual (Kwh)</b>	<b>4030.7</b>		

Anexo 18 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 4a para el local L01\_Cava.

Mes	Acrist. (kwh)	Muros (kwh)	Suelos S.T. (kwh)	Suelos int. (kwh)	Particiones (kwh)	Cubiertas int. (kwh)	Cubiertas (Kwh)	Vent. Nat. Int. (kwh)	Infiltración Ext. (kwh)	Ventilación Ext. (kwh)
Enero	-	-150.77	75.15	-	-	79.94	-	2.69	-	-55.38
Febrero	-	-96.38	95.93	-	-	60.84	-	1.68	-	-116.12
Marzo	-	-17.76	115.89	-	-	34.42	-	0.86	-	-183.42
Abril	-	6.80	172.83	-	-	8.68	-	-0.01	-	-234.85
Mayo	-	21.01	160.12	-	-	-6.21	-	-0.52	-	-216.59
Junio	-	44.06	211.44	-	-	-26.20	-	-1.15	-	-258.99
Julio	-	-45.10	57.08	-	-	-28.02	-	-0.93	-	-4.74
Agosto	-	-0.70	-17.27	-	-	-12.16	-	-0.31	-	4.19
Septiembre	-	21.55	-72.99	-	-	11.96	-	0.38	-	5.74
Octubre	-	55.05	-139.56	-	-	39.18	-	1.40	-	-1.78
Noviembre	-	94.29	-117.96	-	-	51.85	-	1.68	-	-75.73
Diciembre	-	66.49	-176.67	-	-	70.33	-	2.34	-	-11.46

Anexo 19 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 4a para el local L02\_Sala de barricas.

Mes	Acrist. (kwh)	Muros (kwh)	Suelos S.T. (kwh)	Suelos int. (kwh)	Particiones (kwh)	Cubiertas int. (kwh)	Cubiertas (Kwh)	Vent. Nat. Int. (kwh)	Infiltración Ext. (kwh)	Ventilación Ext. (kwh)
Enero	-	12.30	-50.51	-	19.38	-	9.44	2.21	-	-67.89
Febrero	-	-2.00	-17.25	-	34.94	-	-0.15	2.83	-	-89.33
Marzo	-	-4.78	13.24	-	40.58	-	-4.52	2.59	-	-114.04
Abril	-	-14.14	61.27	-	47.72	-	-10.96	1.63	-	-129.59
Mayo	-	-13.93	57.66	-	36.84	-	-12.35	1.19	-	-113.18
Junio	-	-25.77	94.97	-	37.83	-	-19.01	0.82	-	-130.08
Julio	-	-24.19	12.33	-	-6.88	-	-18.56	-1.08	-	-0.79
Agosto	-	-12.48	-5.75	-	-10.27	-	-10.77	-1.18	-	1.86
Septiembre	-	-10.32	-10.53	-	-8.58	-	-7.48	-1.23	-	1.20
Octubre	-	5.67	-21.13	-	-1.03	-	2.98	-0.72	-	-26.02
Noviembre	-	10.76	-3.93	-	14.86	-	7.07	0.61	-	-70.93
Diciembre	-	21.23	-41.24	-	7.50	-	13.32	0.37	-	-41.05

Anexo 20 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 4a para el local L03\_Central, planta baja.

Mes	Acrist. (kwh)	Muros (kwh)	Suelos S.T. (kwh)	Suelos int. (kwh)	Particiones (kwh)	Cubiertas int. (kwh)	Cubiertas (Kwh)	Vent. Nat. Int. (kwh)	Infiltración Ext. (kwh)	Ventilación Ext. (kwh)
Enero	3.41	51.23	-354.74	-84.60	-65.79	118.31	-	217.75	-	-
Febrero	1.94	7.48	-213.51	-56.50	-59.19	58.01	-	88.13	-	-
Marzo	1.06	-23.42	-59.34	-30.13	-68.24	31.61	-	26.33	-	-
Abril	-0.52	-66.83	135.22	-1.40	-63.72	-18.25	-	-91.27	-	-
Mayo	-0.75	-69.05	197.39	11.36	-62.69	-27.72	-	-99.69	-	-
Junio	-1.82	-103.95	358.36	31.62	-55.47	-60.62	-	-186.91	-	-
Julio	-0.53	-75.91	200.46	26.83	-13.41	-25.50	-	-104.56	-	-
Agosto	0.79	-26.01	36.91	8.67	-9.91	13.21	-	-3.66	-	-
Septiembre	1.56	-11.58	-137.54	-12.93	4.93	37.99	-	49.36	-	-
Octubre	2.81	38.96	-346.08	-40.62	-7.35	84.72	-	158.05	-	-
Noviembre	2.95	48.94	-390.84	-53.10	-36.64	102.79	-	191.57	-	-
Diciembre	4.14	89.31	-588.68	-74.58	-34.93	143.23	-	290.85	-	-

Anexo 21 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 4a para el local L04\_Sala de barricas.

Mes	Acrist. (kwh)	Muros (kwh)	Suelos S.T. (kwh)	Suelos int. (kwh)	Particiones (kwh)	Cubiertas int. (kwh)	Cubiertas (Kwh)	Vent. Nat. Int. (kwh)	Infiltración Ext. (kwh)	Ventilación Ext. (kwh)
Enero	-	14.24	-7.42	-	24.62	-	9.36	4.66	-	-73.51
Febrero	-	-3.44	11.62	-	37.43	-	-3.37	4.55	-	-100.47
Marzo	-	-11.83	38.40	-	44.03	-	-14.01	5.05	-	-129.47
Abril	-	-24.90	66.52	-	48.28	-	-23.11	5.07	-	-149.47
Mayo	-	-23.13	79.82	-	40.06	-	-21.76	4.66	-	-127.25
Junio	-	-34.90	99.64	-	38.80	-	-26.75	3.49	-	-149.65
Julio	-	-32.90	48.74	-	2.47	-	-27.19	0.86	-	0.38
Agosto	-	-18.60	38.39	-	-2.20	-	-18.58	0.75	-	3.39
Septiembre	-	-16.61	18.57	-	-2.61	-	-15.98	0.11	-	2.42
Octubre	-	2.72	11.37	-	3.62	-	-2.25	1.49	-	-25.21
Noviembre	-	11.07	24.99	-	19.82	-	-5.26	3.40	-	-77.88
Diciembre	-	24.35	-7.24	-	12.33	-	14.56	3.16	-	-43.11

Anexo 22 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 4a para el local L07\_Laboratorio.

Mes	Acrist. (kwh)	Muros (kwh)	Suelos S.T. (kwh)	Suelos int. (kwh)	Particiones (kwh)	Cubiertas int. (kwh)	Cubiertas (Kwh)	Vent. Nat. Int. (kwh)	Infiltración Ext. (kwh)	Ventilación Ext. (kwh)
Enero	-2.21	9.65	-	-14.31	-14.04	0.25	-	0.44	-	-7.40
Febrero	-1.94	0.37	-	-9.72	-8.24	0.40	-	0.57	-	-10.21
Marzo	-1.38	-4.59	-	-7.78	-6.67	0.00	-	0.50	-	-8.73
Abril	-0.40	-11.48	-	-2.42	-1.10	0.17	-	0.07	-	-1.22
Mayo	0.12	-12.51	-	-1.60	-0.46	-0.15	-	0.07	-	-1.25
Junio	0.98	-19.98	-	2.11	3.11	-0.37	-	0.07	-	-1.35
Julio	-0.43	-13.65	-	0.17	0.56	-1.00	-	0.05	-	-1.15
Agosto	-1.74	-3.74	-	-3.04	-3.43	-0.81	-	0.05	-	-0.96
Septiembre	-2.83	-0.05	-	-4.69	-5.16	-0.69	-	0.05	-	-0.66
Octubre	-3.16	9.60	-	-8.92	-9.59	-0.14	-	0.06	-	-0.89
Noviembre	-2.43	11.78	-	-10.82	-11.41	0.39	-	0.06	-	-1.14
Diciembre	-3.00	20.70	-	-14.32	-15.18	0.43	-	0.14	-	-1.92

Anexo 23 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 4a para el local L08\_Central, planta alta.

Mes	Acrist. (kwh)	Muros (kwh)	Suelos S.T. (kwh)	Suelos int. (kwh)	Particiones (kwh)	Cubiertas int. (kwh)	Cubiertas (Kwh)	Vent. Nat. Int. (kwh)	Infiltración Ext. (kwh)	Ventilación Ext. (kwh)
Enero	-5.19	5.35	-	-130.92	-3.37	-	240.33	-228.61	-	-
Febrero	-17.14	-63.47	-	-64.58	-1.57	-	114.35	-103.48	-	-
Marzo	-20.88	-114.27	-	-36.62	-1.70	-	51.66	-41.39	-	-
Abril	-28.85	-171.38	-	17.71	-0.51	-	-62.88	83.37	-	-
Mayo	-25.86	-153.67	-	27.94	-0.50	-	-73.87	94.99	-	-
Junio	-30.70	-229.60	-	63.06	0.15	-	-152.21	185.78	-	-
Julio	-21.55	-176.64	-	25.63	0.47	-	-70.48	108.68	-	-
Agosto	-15.12	-64.11	-	-14.66	0.22	-	-10.85	7.98	-	-
Septiembre	-11.07	-70.55	-	-41.44	0.11	-	51.97	-47.71	-	-
Octubre	-4.01	18.62	-	-91.28	-1.12	-	163.48	-158.90	-	-
Noviembre	-3.59	17.59	-	-111.69	-2.55	-	209.84	-196.25	-	-
Diciembre	4.74	95.91	-	-155.15	-3.41	-	306.06	-296.64	-	-

Anexo 24 - Comparación de los tipos de consumos desglosados de energía mensuales obtenidos por la Simulación 4b.

Mes	Iluminación (kwh)	Calefacción (kwh)	Refrigeración (kwh)
Enero	153.21	0.00	752.94
Febrero	137.26	0.00	562.32
Marzo	130.98	0.00	266.88
Abril	93.80	4.21	87.61
Mayo	97.83	12.60	12.16
Junio	87.03	60.27	0.00
Julio	97.83	42.07	0.13
Agosto	95.09	38.99	6.31
Setiembre	89.77	29.14	0.39
Octubre	97.83	0.00	93.93
Noviembre	97.50	1.73	107.06
Diciembre	98.95	0.00	393.81
<b>Totales anuales (kwh)</b>	1277.08	189.00	2283.55
<b>Total anual (Kwh)</b>	<b>3749.63</b>		

Anexo 25 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 5a para el local L01\_Cava.

Mes	Acrist. (kwh)	Muros (kwh)	Suelos S.T. (kwh)	Suelos int. (kwh)	Particiones (kwh)	Cubiertas int. (kwh)	Cubiertas (Kwh)	Vent. Nat. Int. (kwh)	Infiltración Ext. (kwh)	Ventilación Ext. (kwh)
Enero	-10.78	-95.86	-	-	50.79	-	15.33	-	-	-19.58
Febrero	13.80	-36.03	-	-	18.82	-	5.77	-	-	-57.23
Marzo	40.98	41.82	-	-	-15.42	-	-2.67	-	-	-105.82
Abril	54.65	140.64	-	-	-60.95	-	-8.55	-	-	-160.44
Mayo	53.73	151.00	-	-	-74.21	-	-10.69	-	-	-144.14
Junio	53.43	239.49	-	-	-100.96	-	-14.35	-	-	-198.98
Julio	6.78	54.13	-	-	-62.49	-	-8.88	-	-	0.85
Agosto	-0.15	-3.19	-	-	-30.01	-	-4.17	-	-	20.82
Septiembre	1.37	-61.77	-	-	6.62	-	0.28	-	-	23.55
Octubre	12.41	-135.97	-	-	46.53	-	6.40	-	-	28.38
Noviembre	44.53	-92.21	-	-	28.49	-	4.35	-	-	-31.56
Diciembre	40.34	-213.73	-	-	75.23	-	11.66	-	-	34.19

Anexo 26 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 5a para el local L02\_Sala de etiquetado.

Mes	Acrist. (kwh)	Muros (kwh)	Suelos S.T. (kwh)	Suelos int. (kwh)	Particiones (kwh)	Cubiertas int. (kwh)	Cubiertas (Kwh)	Vent. Nat. Int. (kwh)	Infiltración Ext. (kwh)	Ventilación Ext. (kwh)
Enero	-	19.63	-54.86	-	-3.87	-	13.37	-0.31	-0.47	-48.24
Febrero	-	13.16	-25.89	-	3.27	-	7.92	-0.33	-13.10	-54.48
Marzo	-	14.28	-5.40	-	4.50	-	5.62	-0.43	-13.67	-69.85
Abril	-	8.34	40.55	-	12.96	-	1.00	-0.32	-25.52	-79.88
Mayo	-	8.53	29.46	-	-2.18	-	-0.44	-0.32	-15.32	-61.04
Junio	-	-8.40	26.49	-	-0.84	-	-9.68	-0.45	-46.82	1.11
Julio	-	-4.73	26.08	-	-11.11	-	-8.32	-0.25	-41.55	1.92
Agosto	-	1.50	1.53	-	-12.45	-	-3.42	-0.17	-28.47	3.35
Septiembre	-	5.78	55.74	-	6.097	-	0.89	0.00	-23.48	-82.24
Octubre	-	11.16	-23.08	-	-6.40	-	5.87	-0.12	-14.34	-12.14
Noviembre	-	19.73	-22.89	-	-6.65	-	11.85	-0.20	4.02	-46.23
Diciembre	-	26.37	-57.37	-	-12.86	-	16.05	-0.13	14.14	-24.74

Anexo 27 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 5a para el local L03\_Central, planta alta.

Mes	Acrist. (kwh)	Muros (kwh)	Suelos S.T. (kwh)	Suelos int. (kwh)	Particiones (kwh)	Cubiertas int. (kwh)	Cubiertas (Kwh)	Vent. Nat. Int. (kwh)	Infiltración Ext. (kwh)	Ventilación Ext. (kwh)
Enero	4.29	48.84	-36.61	-49.90	14.48	78.91	-	64.90	-	-301.64
Febrero	3.95	46.65	13.80	-14.61	32.38	54.41	-	7.17	-	-327.62
Marzo	3.20	42.17	73.66	20.38	46.79	43.59	-	-33.88	-	-397.00
Abril	2.93	36.85	155.35	67.68	70.67	18.79	-	-118.88	-	-436.75
Mayo	2.19	22.61	137.31	73.86	44.30	13.58	-	-69.65	-	-319.17
Junio	1.93	11.46	236.50	104.42	75.39	-9.02	-	-131.21	-	-391.37
Julio	0.51	-18.93	86.58	54.96	5.77	4.38	-	-17.51	-	18.26
Agosto	0.67	-6.92	32.08	23.34	-10.13	19.55	-	24.09	-	26.21
Septiembre	0.93	-0.28	-10.85	-7.38	-12.43	29.51	-	17.19	-	18.73
Octubre	1.70	21.51	-30.09	-45.89	-8.40	49.41	-	48.73	-	-86.25
Noviembre	2.75	41.30	14.44	-30.45	14.61	65.51	-	51.77	-	-274.06
Diciembre	3.45	42.80	-74.12	-79.21	-12.10	86.59	-	124.64	-	-173.47

Anexo 28 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 5a para el local L04\_Sala de barricas.

Mes	Acrist. (kwh)	Muros (kwh)	Suelos S.T. (kwh)	Suelos int. (kwh)	Particiones (kwh)	Cubiertas int. (kwh)	Cubiertas (Kwh)	Vent. Nat. Int. (kwh)	Infiltración Ext. (kwh)	Ventilación Ext. (kwh)
Enero	19.99	-30.68	-	-3.55	-	12.46	0.64	-	-	-54.41
Febrero	10.52	-10.21	-	2.58	-	4.05	-1.98	-	-	-63.19
Marzo	6.33	11.54	-	5.62	-	-4.37	-3.92	-	-	-81.81
Abril	-3.01	40.89	-	12.74	-	-11.48	-4.99	-	-	-95.34
Mayo	-0.75	53.43	-	-0.80	-	-9.92	-3.33	-	-	-68.10
Junio	-18.29	28.14	-	-0.70	-	-17.88	-10.52	-	-	1.97
Julio	-13.99	54.03	-	-4.82	-	-17.19	-1.07	-	-	3.11
Agosto	-4.97	41.85	-	-9.87	-	-11.40	1.54	-	-	4.82
Septiembre	-0.83	75.56	-	9.34	-	-7.71	6.41	-	-	-93.59
Octubre	7.85	6.43	-	-5.33	-	0.42	1.92	-	-	-8.06
Noviembre	19.27	-1.10	-	-3.60	-	9.61	-2.23	-	-	-50.89
Diciembre	29.19	-25.55	-	-10.04	-	17.11	1.39	-	-	-24.35

Anexo 29 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 5a para el local L07\_Laboratorio.

Mes	Acrist. (kwh)	Muros (kwh)	Suelos S.T. (kwh)	Suelos int. (kwh)	Particiones (kwh)	Cubiertas int. (kwh)	Cubiertas (Kwh)	Vent. Nat. Int. (kwh)	Infiltración Ext. (kwh)	Ventilación Ext. (kwh)
Enero	-7.58	9.31	-	-9.09	-14.28	-1.84	-	-	-	-3.91
Febrero	-8.15	9.61	-	-5.81	-12.22	-1.87	-	-	-	-4.16
Marzo	-6.99	10.06	-	-2.13	-9.40	-1.44	-	-	-	-3.03
Abril	-8.08	10.06	-	1.89	-7.66	-1.62	-	-	-	-0.43
Mayo	-5.64	6.39	-	0.23	-6.91	-1.70	-	-	-	-0.51
Junio	-6.52	3.61	-	4.53	-4.55	-1.89	-	-	-	-0.52
Julio	-1.08	-2.33	-	-0.66	-2.74	-1.04	-	-	-	-0.81
Agosto	-0.63	-0.37	-	-3.27	-3.68	-0.68	-	-	-	-0.77
Septiembre	-1.17	1.71	-	-3.25	-3.99	-0.21	-	-	-	-0.56
Octubre	-2.08	5.36	-	-5.22	-6.28	-0.31	-	-	-	-0.82
Noviembre	-4.41	10.30	-	-4.43	-9.52	-0.87	-	-	-	-0.79
Diciembre	-4.79	9.71	-	-9.81	-12.91	-1.30	-	-	-	-2.32

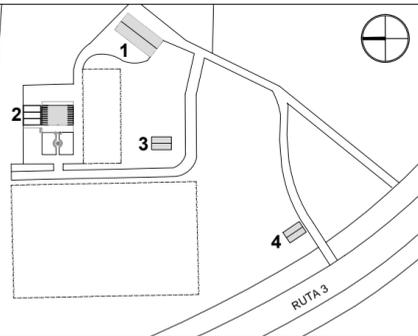
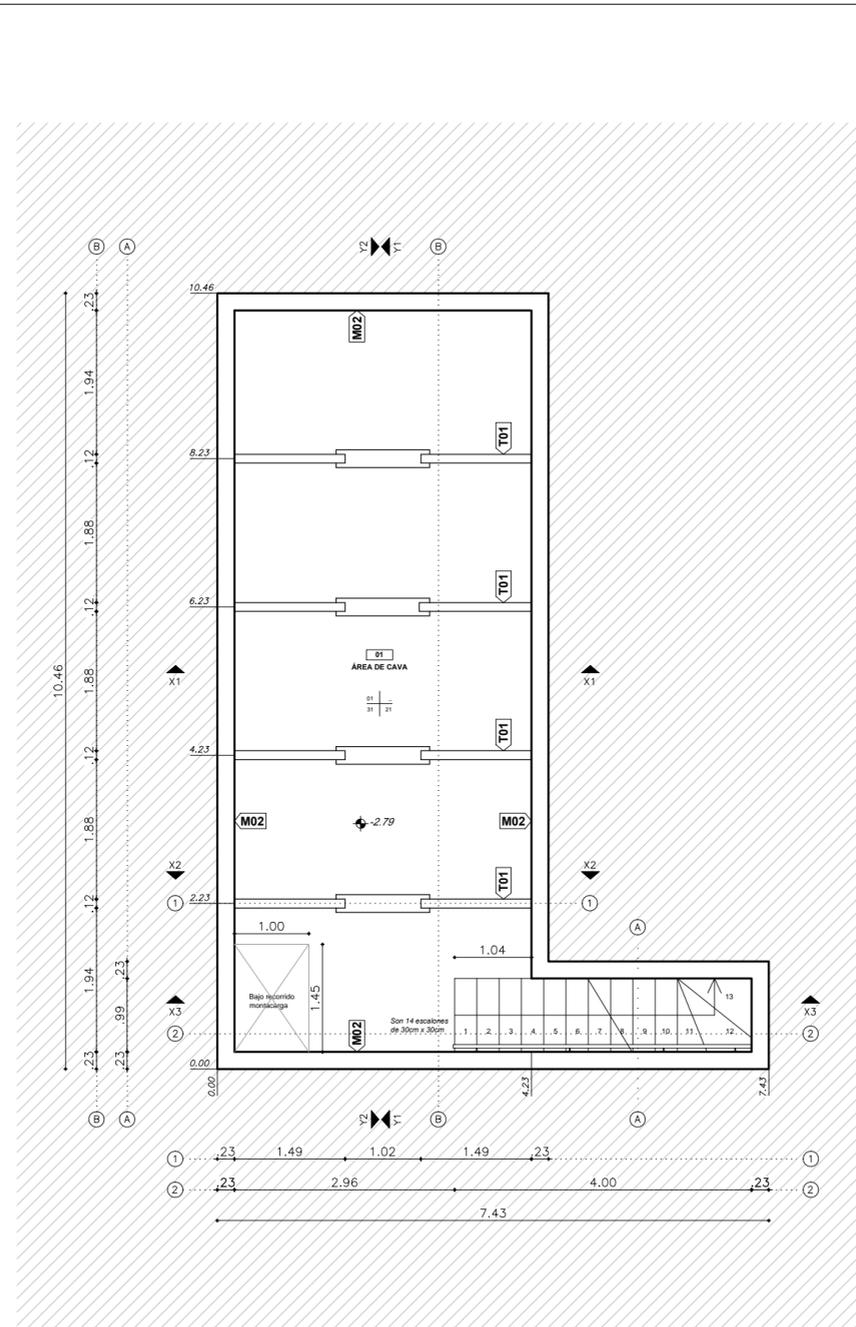
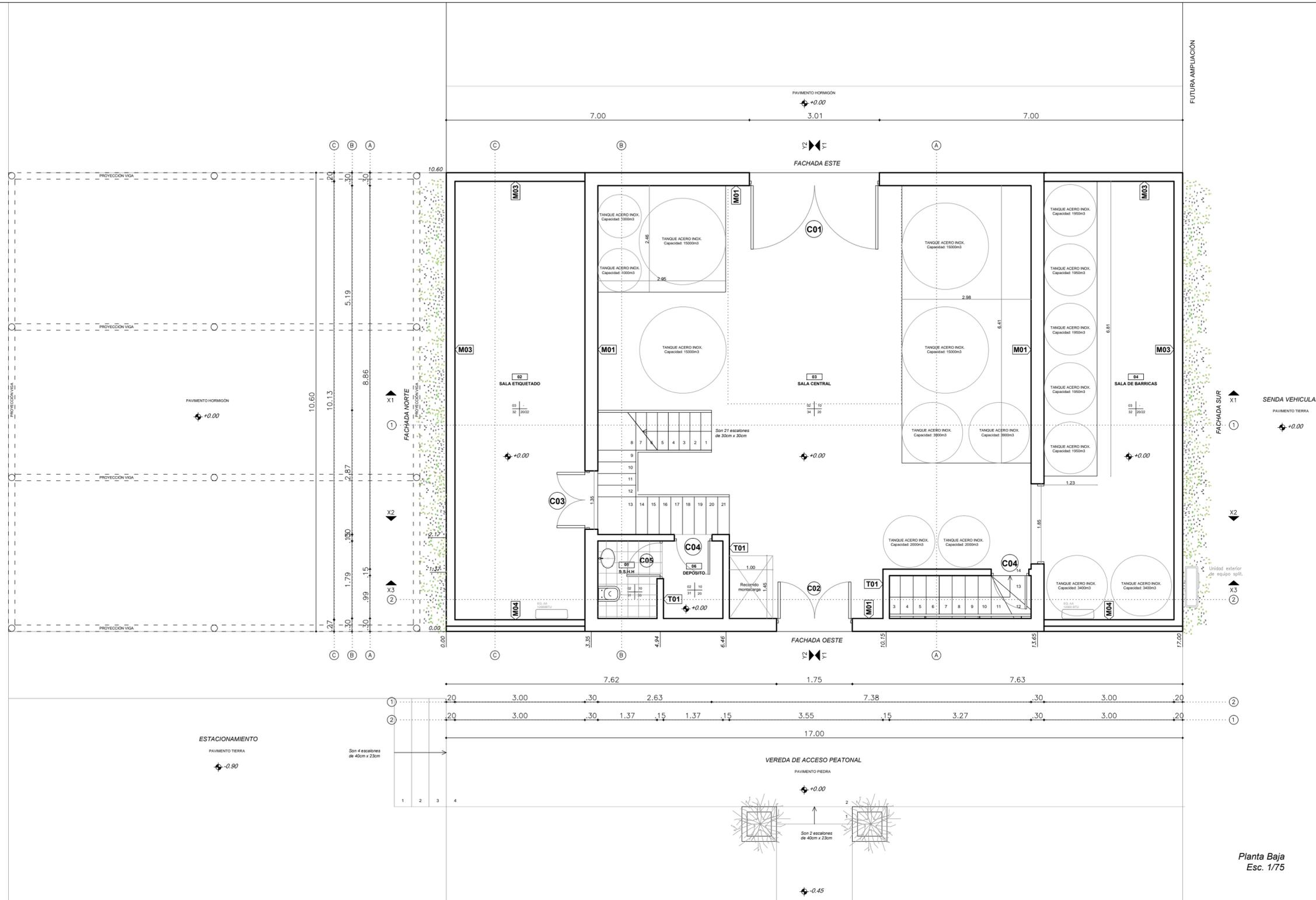
Anexo 30 - Balance térmico, ganancias y pérdidas por cerramientos y ventilación obtenidas por simulación 5a para el local L08\_Central, planta alta.

Mes	Acrist. (kwh)	Muros (kwh)	Suelos S.T. (kwh)	Suelos int. (kwh)	Particiones (kwh)	Cubiertas int. (kwh)	Cubiertas (Kwh)	Vent. Nat. Int. (kwh)	Infiltración Ext. (kwh)	Ventilación Ext. (kwh)
Enero	31.95	72.34	-	-82.94	1.10	-	183.79	-63.75	-	-252.78
Febrero	23.55	84.03	-	-53.56	2.08	-	140.47	4.41	-	-270.80
Marzo	22.06	80.85	-	-40.45	2.10	-	122.99	53.32	-	-324.62
Abril	16.92	90.25	-	-10.02	3.24	-	74.28	141.33	-	-352.95
Mayo	11.58	63.41	-	-7.53	1.89	-	60.83	91.98	-	-259.36
Junio	8.89	38.45	-	19.46	3.32	-	16.60	163.34	-	-264.68
Julio	4.49	-47.56	-	-3.38	0.09	-	14.56	32.50	-	14.36
Agosto	6.12	-17.76	-	-21.25	-0.47	-	29.85	-16.01	-	20.72
Septiembre	11.73	-20.52	-	-32.34	-0.44	-	51.39	-18.40	-	14.51
Octubre	16.91	24.37	-	-54.12	-0.30	-	107.98	-49.09	-	-77.22
Noviembre	27.54	59.66	-	-69.58	0.19	-	166.00	-42.95	-	-228.98
Diciembre	31.39	56.07	-	-95.34	-0.56	-	200.29	-127.73	-	-151.25

Anexo 31 - Comparación de los tipos de consumos desglosados de energía mensuales obtenidos por la simulación 5b.

<b>Mes</b>	<b>Iluminación (kwh)</b>	<b>Calefacción (kwh)</b>	<b>Refrigeración (kwh)</b>
Enero	144.11	0.00	763.94
Febrero	129.12	0.00	582.27
Marzo	123.18	0.00	304.43
Abril	88.08	0.02	99.92
Mayo	91.86	1.06	9.18
Junio	81.73	38.72	0.00
Julio	91.86	26.41	0.00
Agosto	89.29	24.57	2.97
Setiembre	84.30	8.36	0.00
Octubre	91.86	0.00	92.56
Noviembre	91.59	0.00	111.66
Diciembre	92.94	0.00	405.14
<b>Totales anuales (kwh)</b>	<b>1199.92</b>	<b>99.14</b>	<b>2372.07</b>
<b>Total anual (Kwh)</b>	<b>3671.12</b>		

## **Anexos B**



- PLANTA DE UBICACION**  
PADRON= NUMERO 5699  
SUPERFICIE= 37 ha
- REFERENCIAS**
- (C00) CARPINTERÍA
  - (A00) ALUMINIO
  - (H00) ALUMINIO
  - (M00) TIPO DE MURO
  - (T00) TIPO DE TABIQUE

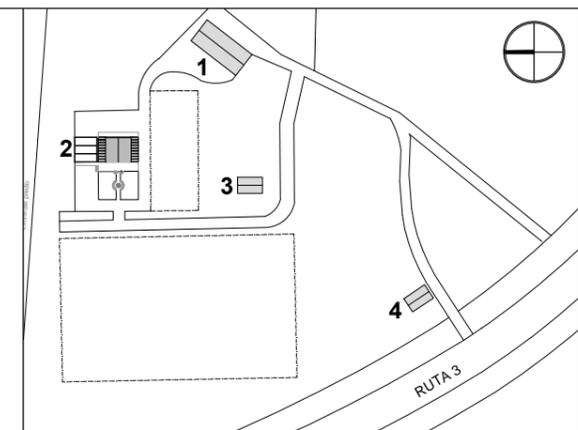
**TERMINACIONES**

	PISO	ZÓCALO
	CIELORRASO	MURO
<b>PISO</b>	01- PIEDRA LOSA 02- BALSODA CERAMICA MONOCAPA O LAJOTA? 03- BALSODA PORCELANATO PULIDO 40x40cm BLANCO 04- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT e= 2cm CON PROTECCIÓN INCOLORO 05- CANTO RODADO	10- ZÓCALO CERAMICA LAJOTA
<b>MURO</b>	20- REVOQUE BOLSEADO Y PINTADO COLOR BEIGE 21- REVOQUE ENDUDO Y PINTADO COLOR BEIGE 22- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO 23- MACHIMBRE MADERA Y PINTADO COLOR BEIGE	

**CIELORRASO**

31- VIGUETA H A Y BOVEDILLA CERAMICA
32- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO
33- LÁMINA DE MADERA COMPENSADA
34- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT

<b>PROPIETARIO:</b> J.P. BROGLIO / L.B. BERTOLINI	LAMINA <b>AL1</b>
<b>UBICACION:</b> Km 468.5, RUTA 3, PARADA DAYMAN, PDÚ	ESCALA 1/75
<b>CONCEPTO:</b> BODEGA BERTOLINI Y BROGLIO	FECHA DICIEMBRE/2018



**PLANTA DE UBICACION**

PADRON= NUMERO 5699  
SUPERFICIE= 37 ha

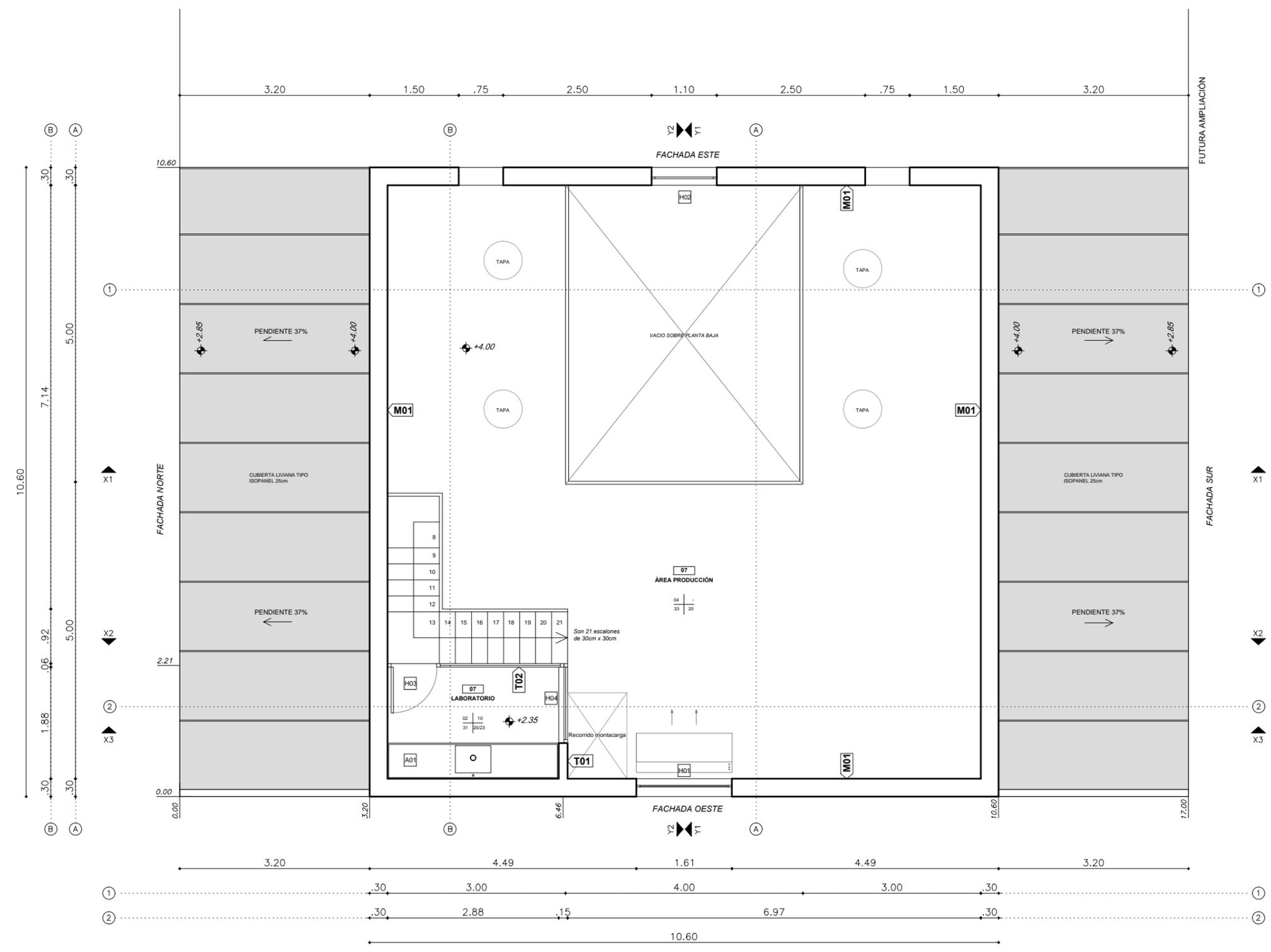
**REFERENCIAS**

- C00 CARPINTERÍA
- A00 ALUMINIO
- H00 ALUMINIO
- M00 TIPO DE MURO
- T00 TIPO DE TABIQUE

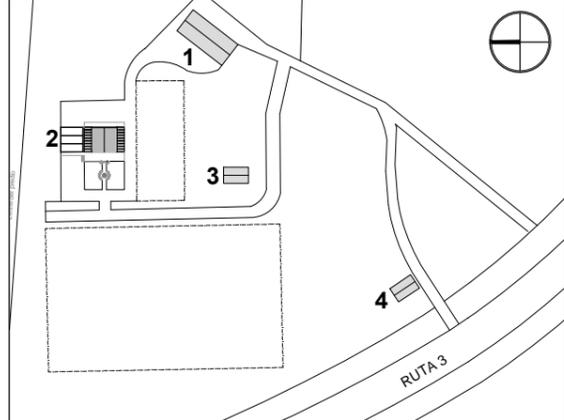
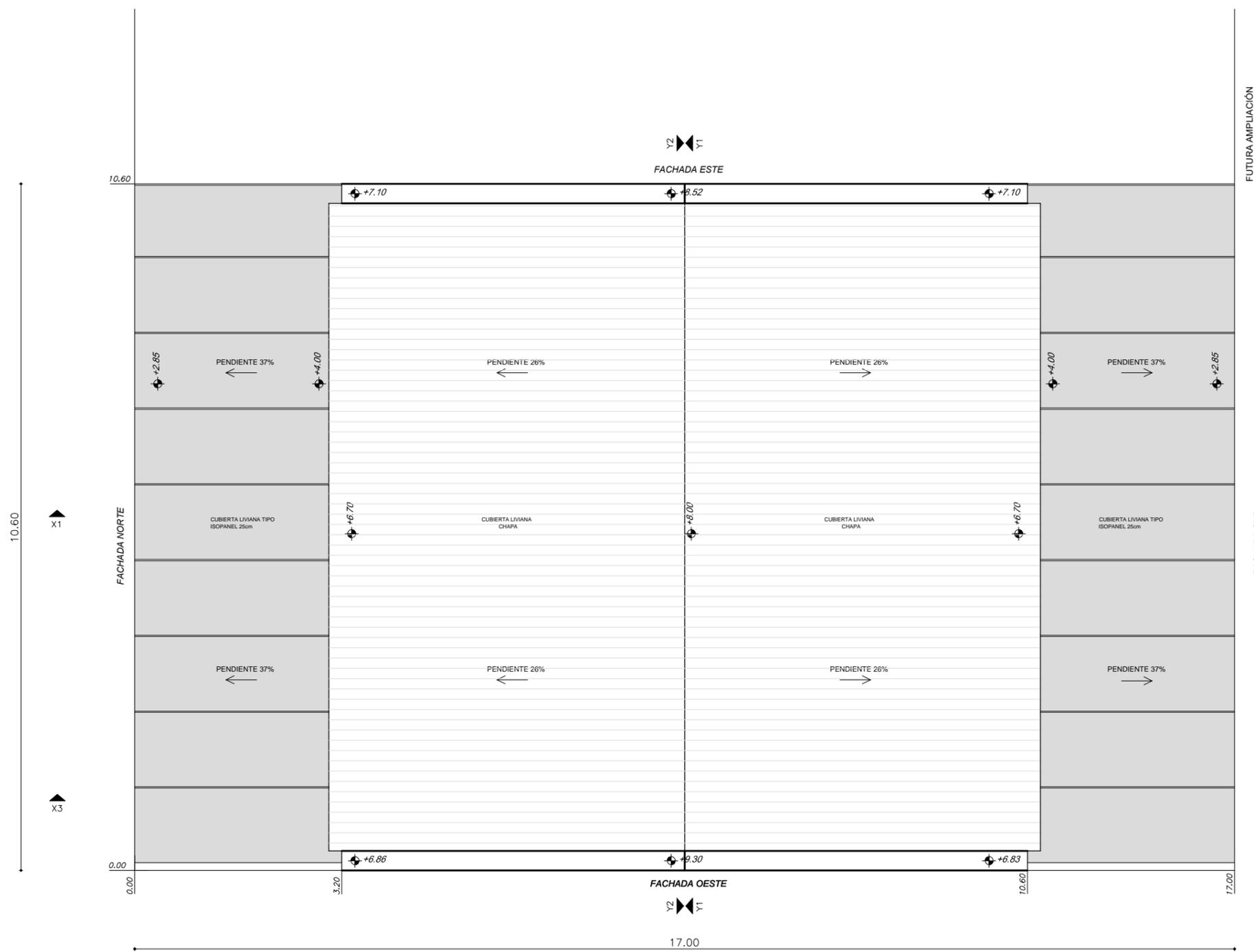
**TERMINACIONES**

PISO	ZÓCALO	
	CIELORRASO	MURO
PISO	01- PIEDRA LOSA	
	02- BALSODA CERAMICA MONOCAPA	
	03- BALSODA PORCELANATO PULIDO 40x40cm BLANCO	
	04- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT e= 2cm CON PROTECCIÓN INCOLORO	
	05- CANTO RODADO	
ZÓCALO	10- ZÓCALO CERAMICA LAJOTA	
MURO	20- REVOQUE BOLSEADO Y PINTADO COLOR BEIGE	
	21- REVOQUE ENDUIDO Y PINTADO COLOR BEIGE	
	22- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO	
	23- MACHIMBRE MADERA Y PINTADO COLOR BEIGE	
CIELORRASO	31- VIGUETA H.A Y BOVEDILLA CERÁMICA	
	32- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO	
	33- LÁMINA DE MADERA COMPENSADA	
	34- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT	

<b>PROPIETARIO:</b> J.P. BROGLIO / L.B. BERTOLINI	LAMINA <b>AL2</b>
<b>UBICACION:</b> Km 468.5, RUTA 3, PARADA DAYMAN. PDÚ	ESCALA 1/75
<b>CONCEPTO:</b> BODEGA BERTOLINI Y BROGLIO	FECHA DICIEMBRE/2018



Planta Nivel 1  
Esc. 1/75



**PLANTA DE UBICACION**

PADRON= NUMERO 5699  
SUPERFICIE= 37 ha

**REFERENCIAS**

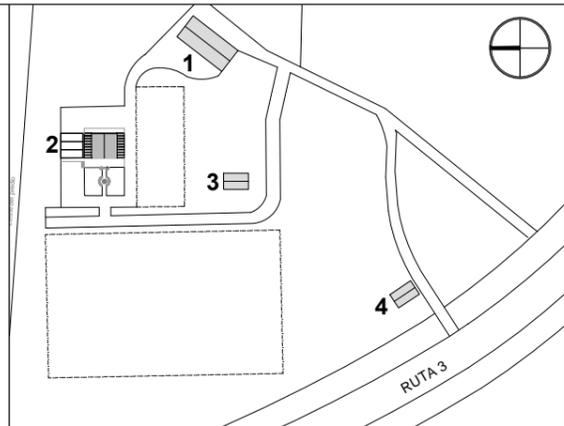
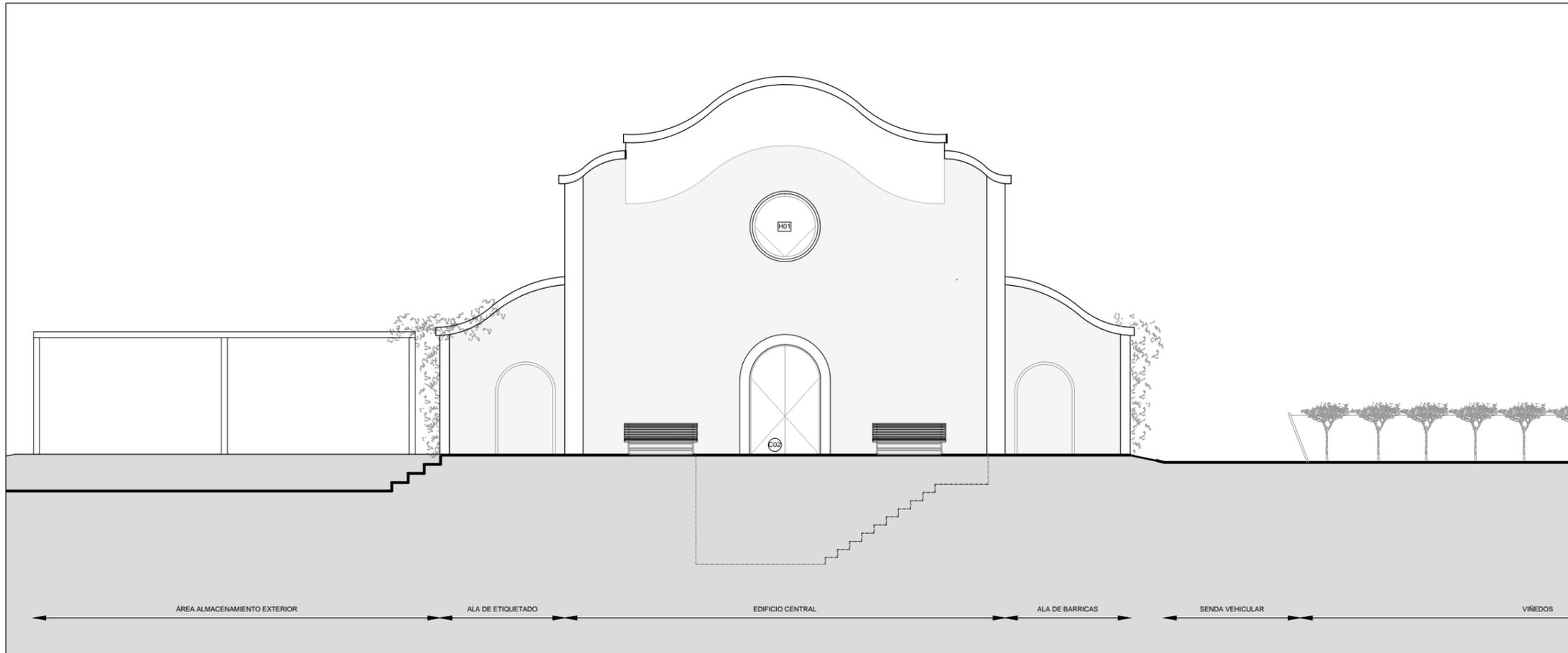
- C00 CARPINTERÍA
- A00 ALUMINIO
- H00 ALUMINIO
- M00 TIPO DE MURO
- T00 TIPO DE TABIQUE

**TERMINACIONES**

	PISO	ZÓCALO
	CIELORRASO	MURO
<b>PISO</b>	01- PIEDRA LOSA 02- BALSODA CERAMICA MONOCAPA 03- BALSODA PORCELANATO PULIDO 40x40cm BLANCO 04- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT e= 2cm CON PROTECCIÓN INCOLORO 05- CANTO RODADO	
<b>ZÓCALO</b>	10- ZÓCALO CERAMICA LAJOTA	
<b>MURO</b>		20- REVOQUE BOLSEADO Y PINTADO COLOR BEIGE 21- REVOQUE ENDUIDO Y PINTADO COLOR BEIGE 22- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO 23- MACHIMBRE MADERA Y PINTADO COLOR BEIGE
<b>CIELORRASO</b>	31- VIGUETA H.A Y BOVEDILLA CERÁMICA 32- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO 33- LÁMINA DE MADERA COMPENSADA 34- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT	

Planta techo  
Esc. 1/75

<b>PROPIETARIO:</b> J.P. BROGLIO / L.B. BERTOLINI	LAMINA <b>AL3</b>
<b>UBICACION:</b> Km 468.5, RUTA 3, PARADA DAYMAN. PDÚ	ESCALA 1/75
<b>CONCEPTO:</b> BODEGA BERTOLINI Y BROGLIO	FECHA DICIEMBRE/2018



**PLANTA DE UBICACION**

PADRON= NUMERO 5699  
SUPERFICIE= 37 ha

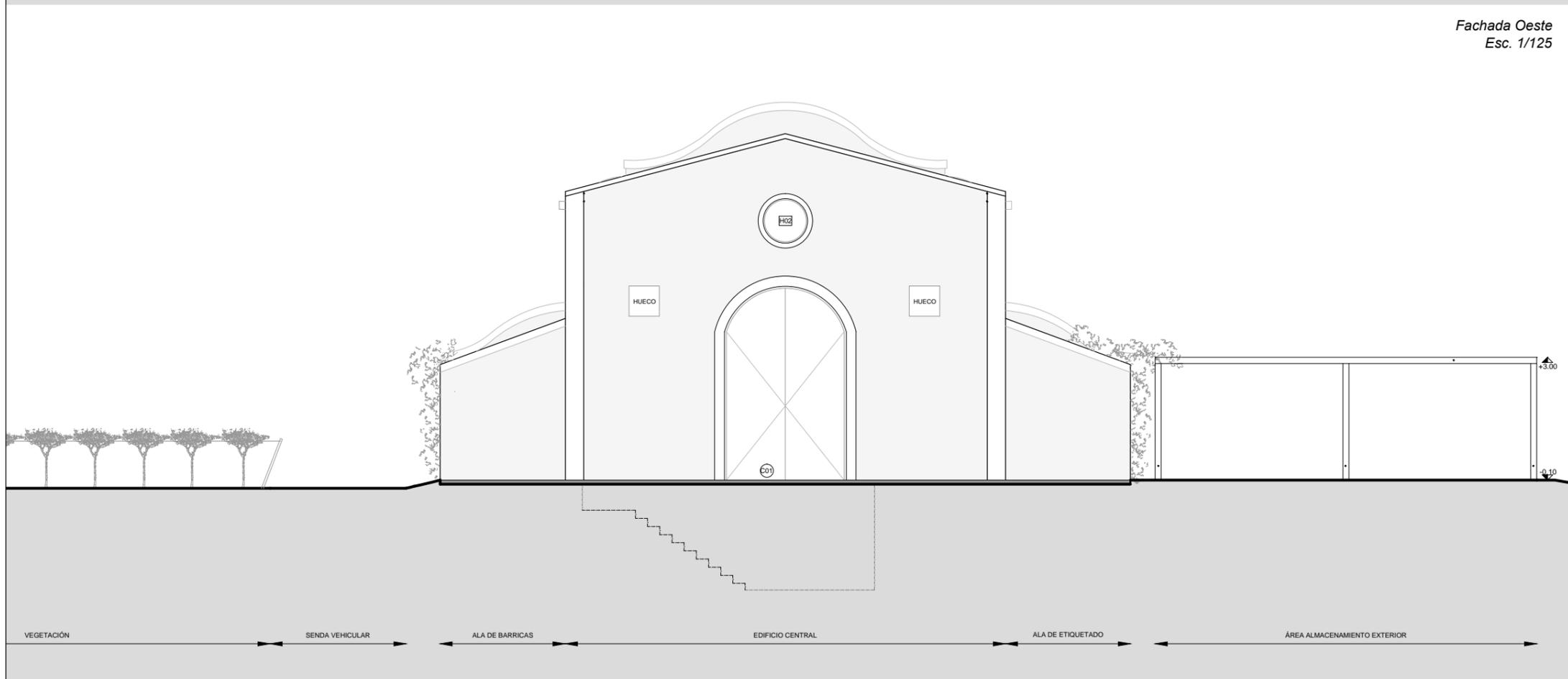
**REFERENCIAS**

- C00 CARPINTERÍA
- A00 ALUMINIO
- H00 ALUMINIO
- M00 TIPO DE MURO
- T00 TIPO DE TABIQUE

**TERMINACIONES**

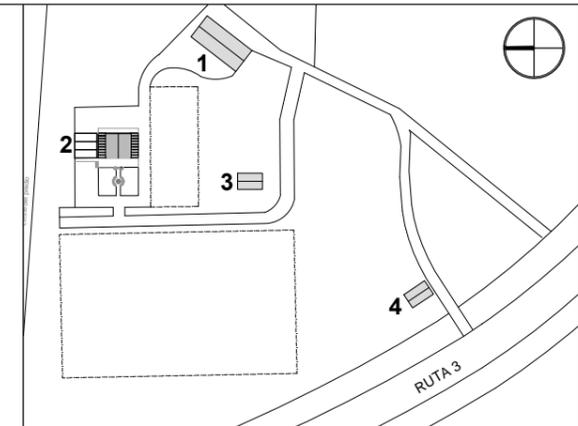
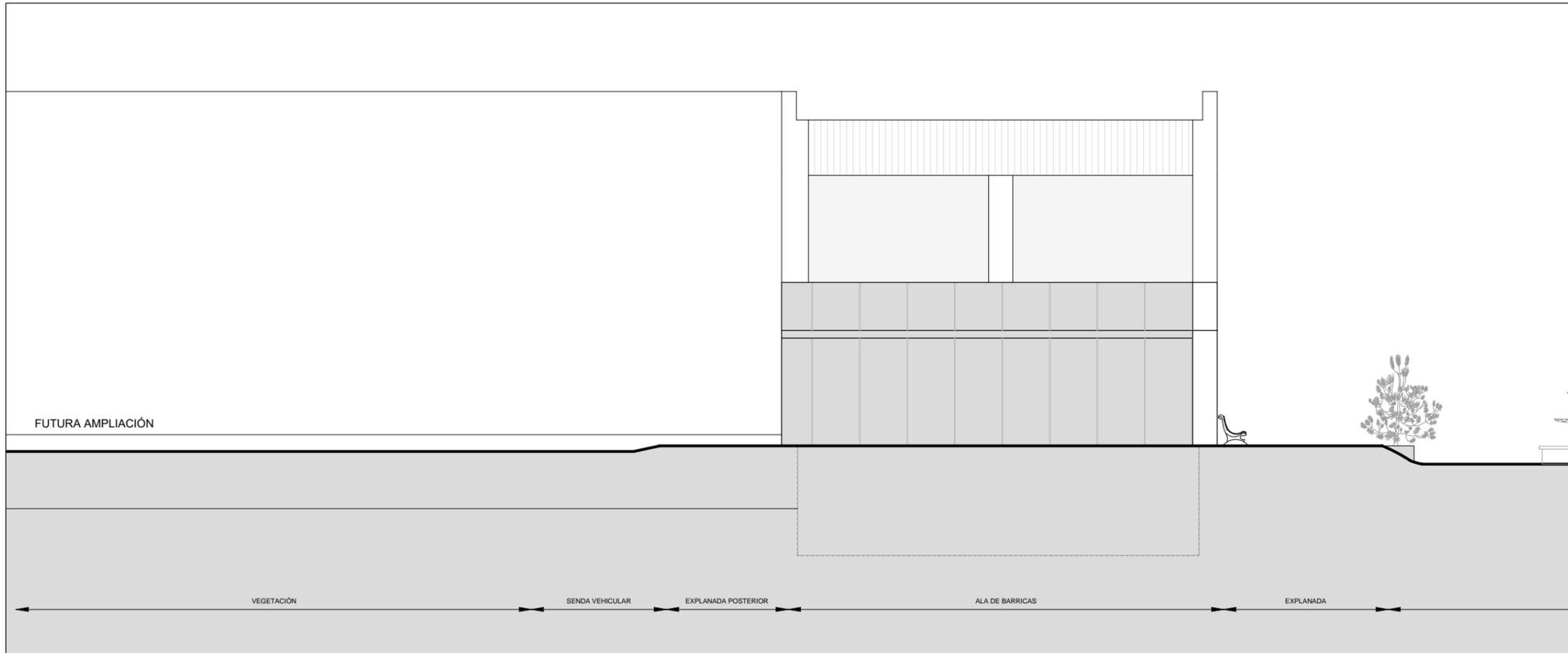
	PISO	
	CIELORRASO	ZÓCALO MURO
<b>PISO</b>	01- PIEDRA LOSA 02- BALSODA CERAMICA MONOCAPA 03- BALSODA PORCELANATO PULIDO 40x40cm BLANCO 04- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT e= 2cm CON PROTECCIÓN INCOLORO 05- CANTO RODADO	
<b>ZÓCALO</b>	10- ZÓCALO CERAMICA LAJOTA	
<b>MURO</b>	20- REVOQUE BOLSEADO Y PINTADO COLOR BEIGE 21- REVOQUE ENDUIDO Y PINTADO COLOR BEIGE 22- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO 23- MACHIMBRE MADERA Y PINTADO COLOR BEIGE	
<b>CIELORRASO</b>	31- VIGUETA H.A Y BOVEDILLA CERÁMICA 32- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO 33- LÁMINA DE MADERA COMPENSADA 34- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT	

Fachada Oeste  
Esc. 1/125



Fachada Este  
Esc. 1/125

<b>PROPIETARIO:</b> J.P. BROGLIO / L.B. BERTOLINI	LAMINA <b>AL4</b>
<b>UBICACION:</b> Km 468.5, RUTA 3, PARADA DAYMAN. PDÚ	ESCALA 1/125
<b>CONCEPTO:</b> BODEGA BERTOLINI Y BROGLIO	FECHA DICIEMBRE/2018



**PLANTA DE UBICACION**

PADRON= NUMERO 5699  
SUPERFICIE= 37 ha

**REFERENCIAS**

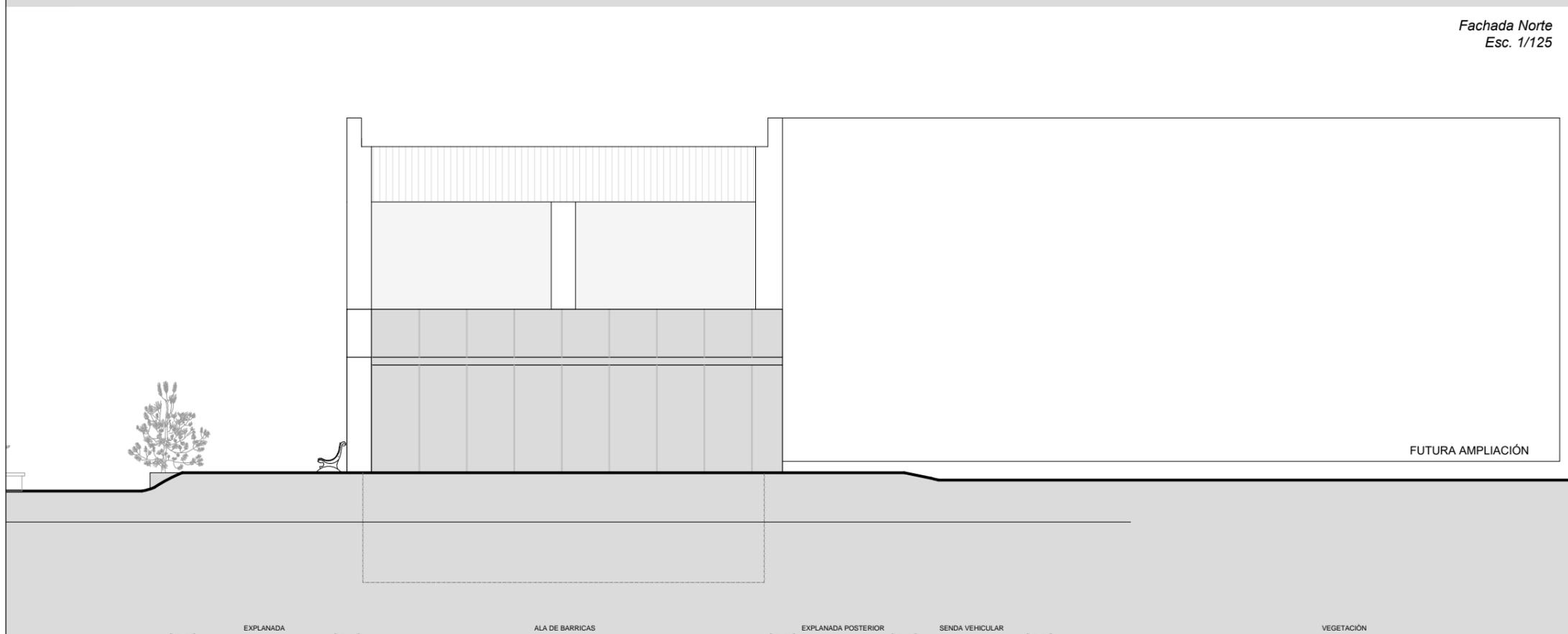
- C00 CARPINTERÍA
- A00 ALUMINIO
- H00 ALUMINIO
- M00 TIPO DE MURO
- T00 TIPO DE TABIQUE

**TERMINACIONES**

PISO	ZÓCALO
	CIELORRASO MURO

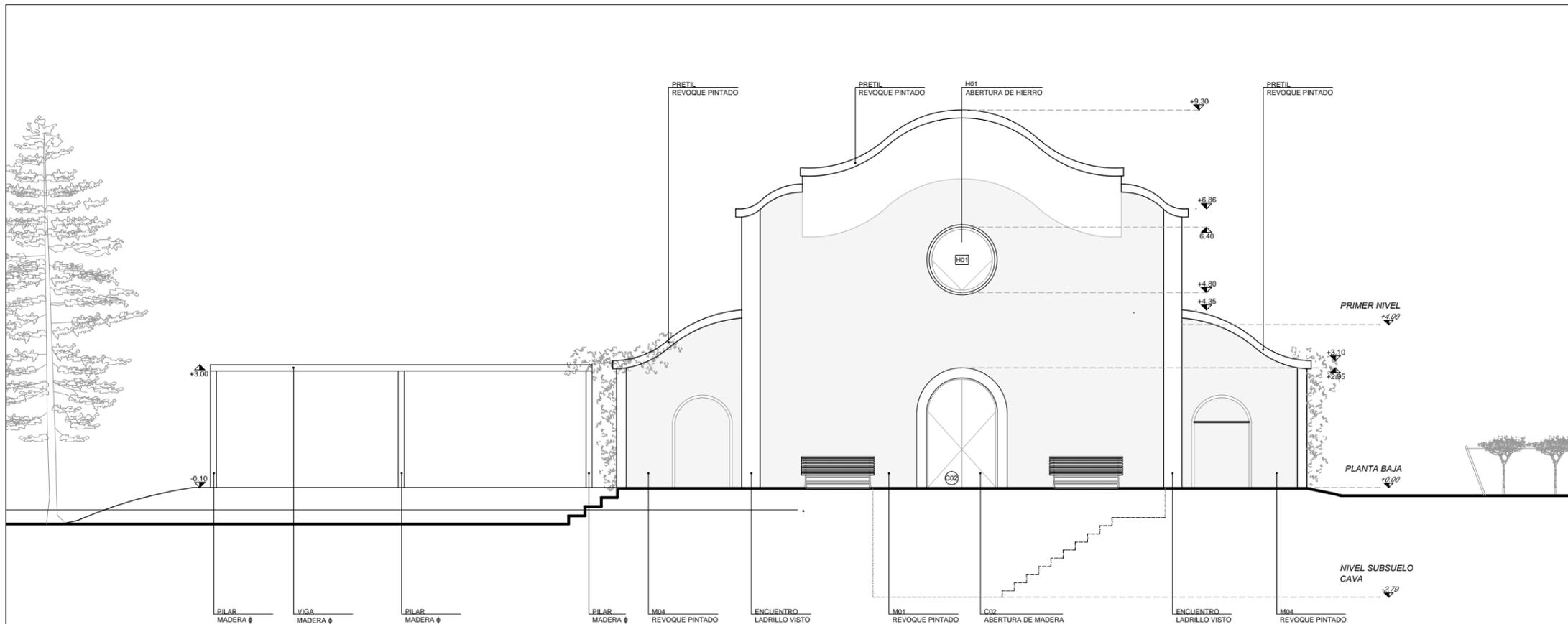
<b>PISO</b>	01- PIEDRA LOSA
	02- BALSODA CERAMICA MONOCAPA
	03- BALSODA PORCELANATO PULIDO 40x40cm BLANCO
	04- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT e= 2cm CON PROTECCIÓN INCOLORO
	05- CANTO RODADO
<b>ZÓCALO</b>	10- ZÓCALO CERAMICA LAJOTA
<b>MURO</b>	20- REVOQUE BOLSEADO Y PINTADO COLOR BEIGE
	21- REVOQUE ENDUIDO Y PINTADO COLOR BEIGE
	22- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO
	23- MACHIMBRE MADERA Y PINTADO COLOR BEIGE
	31- VIGUETA H.A Y BOVEDILLA CERÁMICA
<b>CIELORRASO</b>	32- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO
	33- LÁMINA DE MADERA COMPENSADA
	34- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT

Fachada Norte  
Esc. 1/125

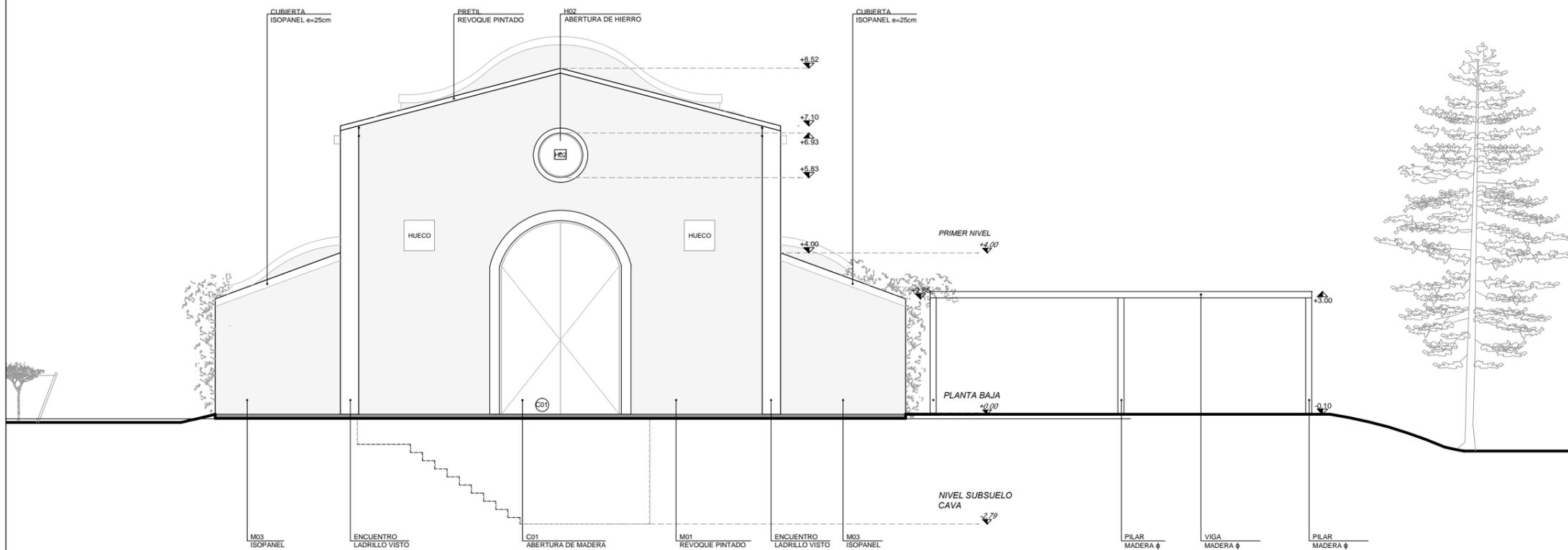


Fachada Sur  
Esc. 1/125

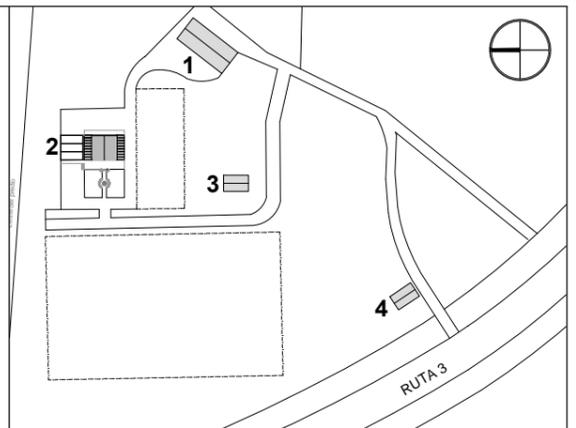
<b>PROPIETARIO:</b> J.P. BROGLIO / L.B. BERTOLINI	LAMINA <b>AL5</b>
<b>UBICACION:</b> Km 468.5, RUTA 3, PARADA DAYMAN. PDÚ	ESCALA 1/125
<b>CONCEPTO:</b> BODEGA BERTOLINI Y BROGLIO	FECHA DICIEMBRE/2018



Fachada Oeste  
Esc. 1/125



Fachada Este Esc. 1/125



**PLANTA DE UBICACION**

PADRON= NUMERO 5699  
SUPERFICIE= 37 ha

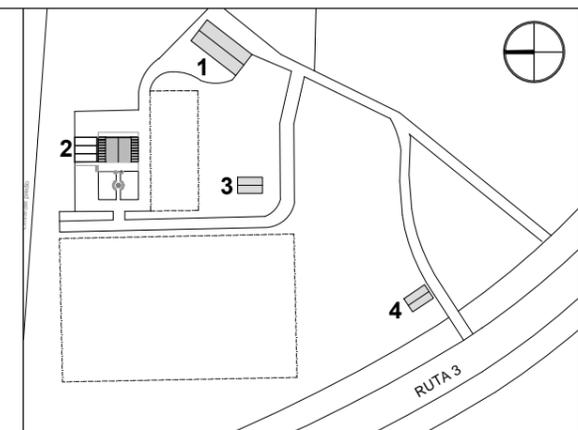
**REFERENCIAS**

- C00 CARPINTERÍA
- A00 ALUMINIO
- H00 ALUMINIO
- M00 TIPO DE MURO
- T00 TIPO DE TABIQUE

**TERMINACIONES**

	PISO	ZÓCALO
	CIELORRASO	MURO
<b>PISO</b>	01- PIEDRA LOSA 02- BALSODA CERAMICA MONOCAPA 03- BALSODA PORCELANATO PULIDO 40x40cm BLANCO 04- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT e= 2cm CON PROTECCIÓN INCOLORO 05- CANTO RODADO	
<b>ZÓCALO</b>	10- ZÓCALO CERAMICA LAJOTA	
<b>MURO</b>		20- REVOQUE BOLSEADO Y PINTADO COLOR BEIGE 21- REVOQUE ENDUIDO Y PINTADO COLOR BEIGE 22- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO 23- MACHIMBRE MADERA Y PINTADO COLOR BEIGE
<b>CIELORRASO</b>	31- VIGUETA H.A Y BOVEDILLA CERÁMICA 32- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO 33- LÁMINA DE MADERA COMPENSADA 34- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT	

<b>PROPIETARIO:</b> J.P. BROGLIO / L.B. BERTOLINI	LAMINA <b>AL6</b>
<b>UBICACION:</b> Km 468.5, RUTA 3, PARADA DAYMAN. PDÚ	ESCALA 1/125
<b>CONCEPTO:</b> BODEGA BERTOLINI Y BROGLIO	FECHA DICIEMBRE/2018



**PLANTA DE UBICACION**

PADRON= NUMERO 5699  
SUPERFICIE= 37 ha

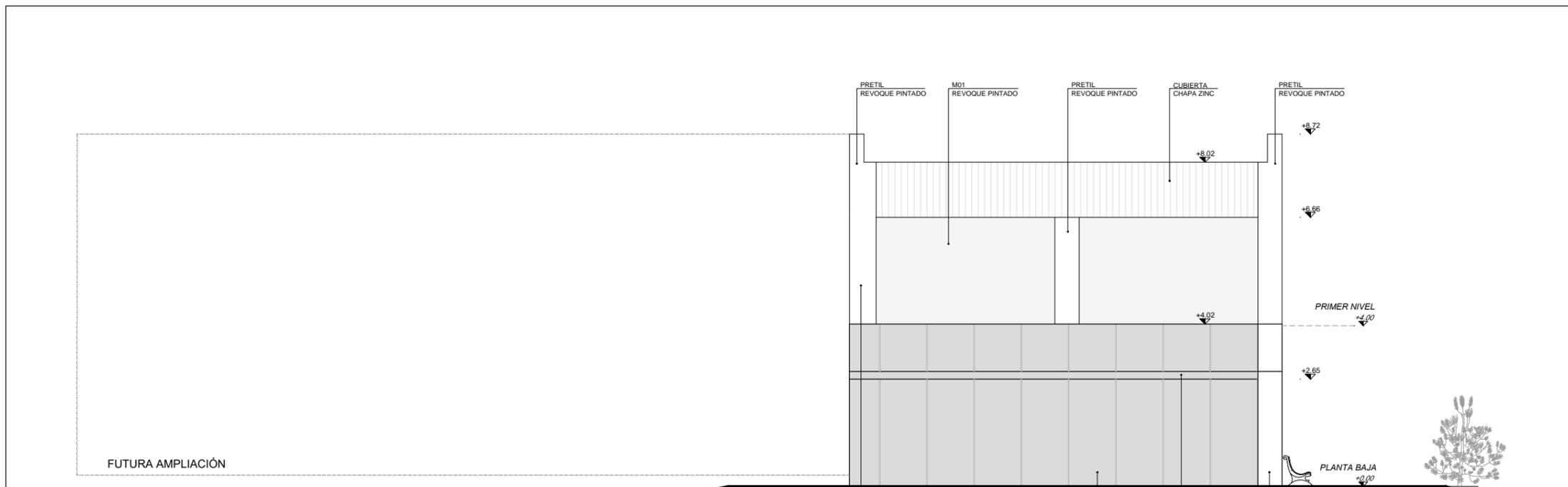
**REFERENCIAS**

- C00 CARPINTERÍA
- A00 ALUMINIO
- H00 ALUMINIO
- M00 TIPO DE MURO
- T00 TIPO DE TABIQUE

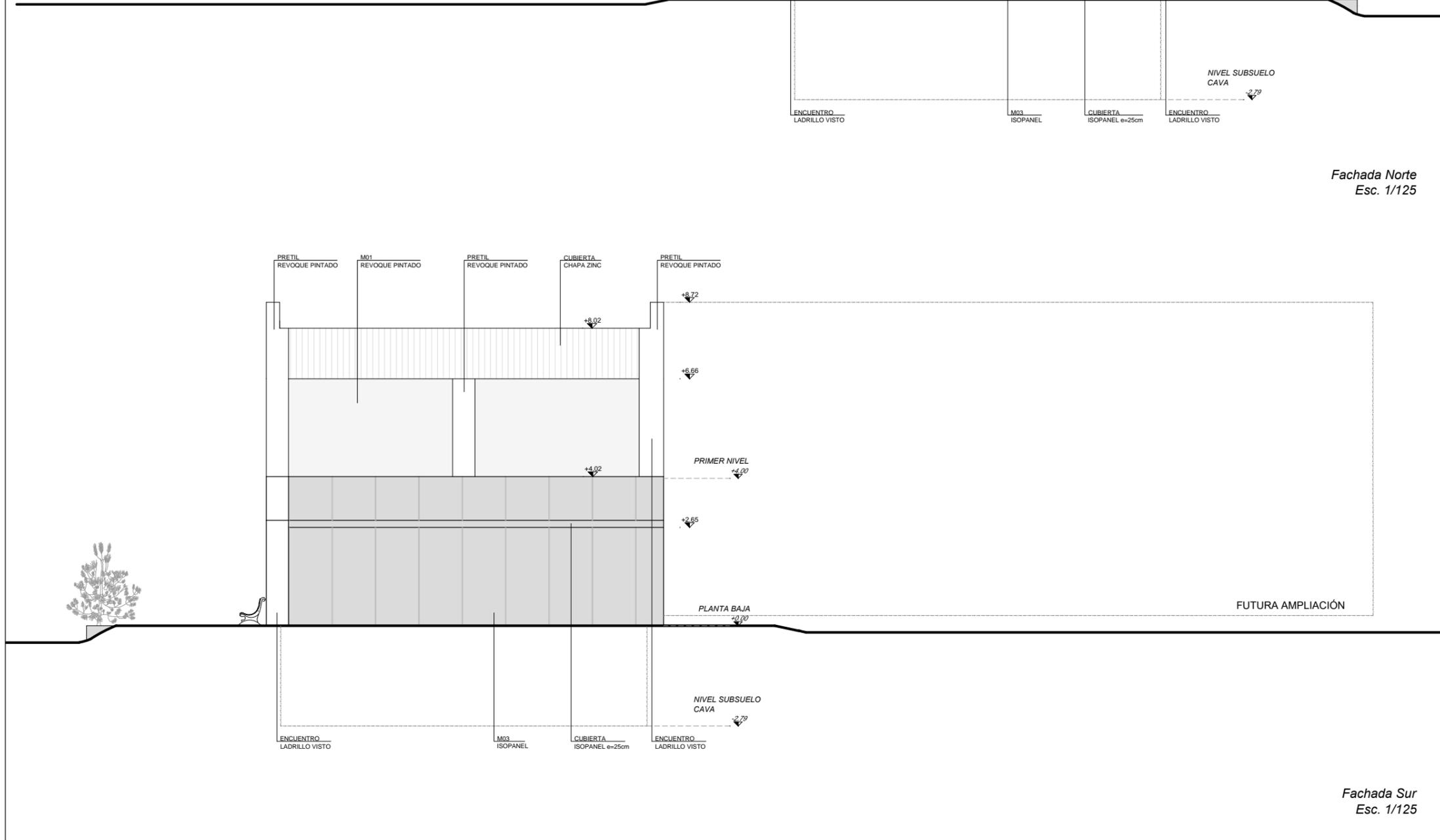
**TERMINACIONES**

	PISO	ZÓCALO
	CIELORRASO	MURO
<b>PISO</b>	01- PIEDRA LOSA	
	02- BALSODA CERAMICA MONOCAPA	
	03- BALSODA PORCELANATO PULIDO 40x40cm BLANCO	
	04- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT e= 2cm CON PROTECCIÓN INCOLORO	
	05- CANTO RODADO	
<b>ZÓCALO</b>	10- ZÓCALO CERAMICA LAJOTA	
<b>MURO</b>	20- REVOQUE BOLSEADO Y PINTADO COLOR BEIGE	
	21- REVOQUE ENDUIDO Y PINTADO COLOR BEIGE	
	22- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO	
	23- MACHIMBRE MADERA Y PINTADO COLOR BEIGE	
<b>CIELORRASO</b>	31- VIGUETA H.A Y BOVEDILLA CERÁMICA	
	32- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO	
	33- LÁMINA DE MADERA COMPENSADA	
	34- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT	

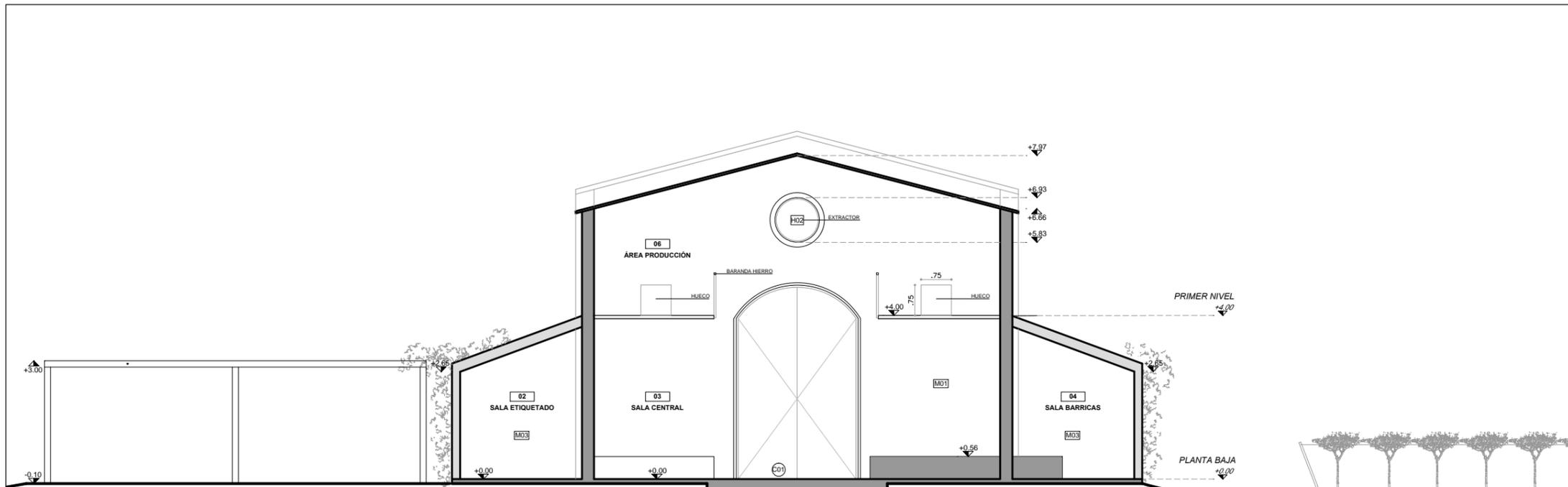
<b>PROPIETARIO:</b> J.P. BROGLIO / L.B. BERTOLINI	LAMINA <b>AL7</b>
<b>UBICACION:</b> Km 468.5, RUTA 3, PARADA DAYMAN. PDÚ	ESCALA 1/125
<b>CONCEPTO:</b> BODEGA BERTOLINI Y BROGLIO	FECHA DICIEMBRE/2018



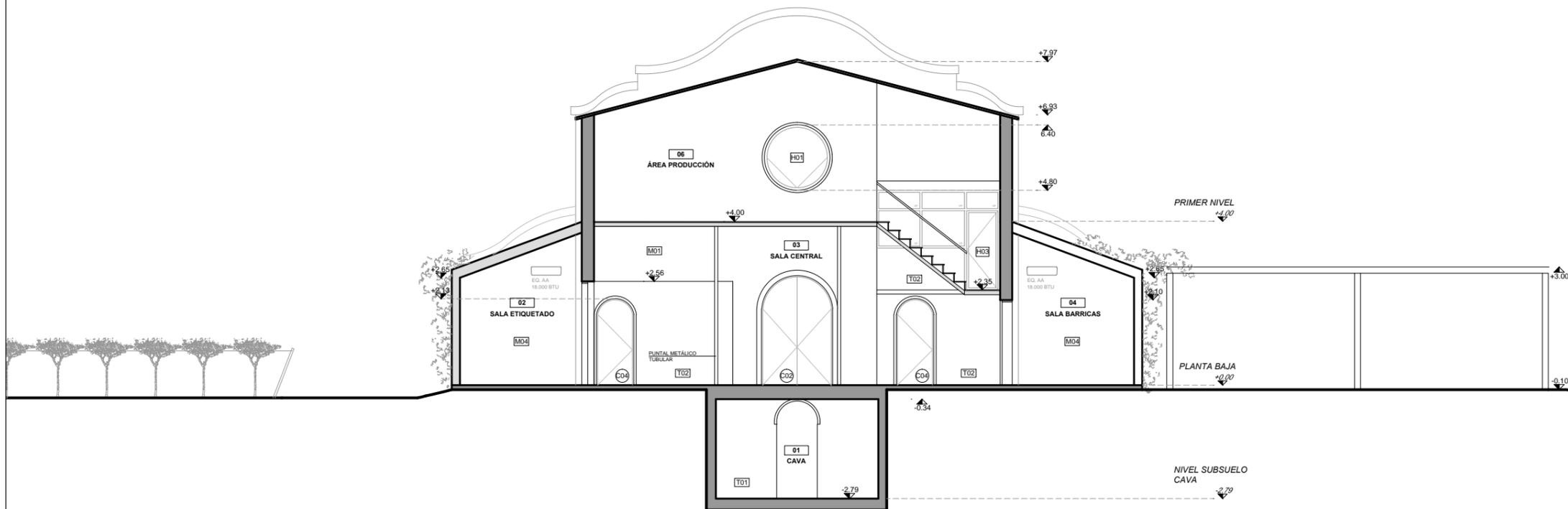
Fachada Norte  
Esc. 1/125



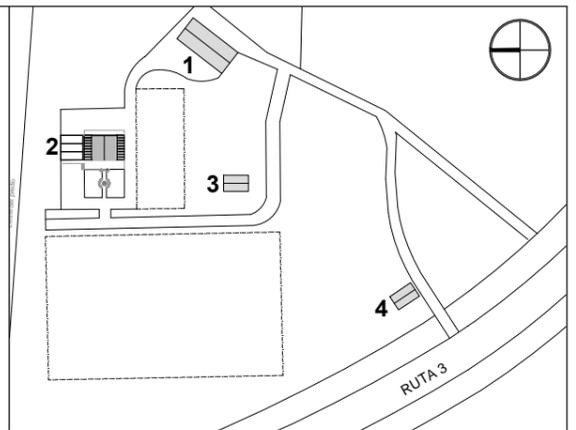
Fachada Sur  
Esc. 1/125



Corte X1  
Esc. 1/125



Corte X2  
Esc. 1/125



**PLANTA DE UBICACION**

PADRON= NUMERO 5699  
SUPERFICIE= 37 ha

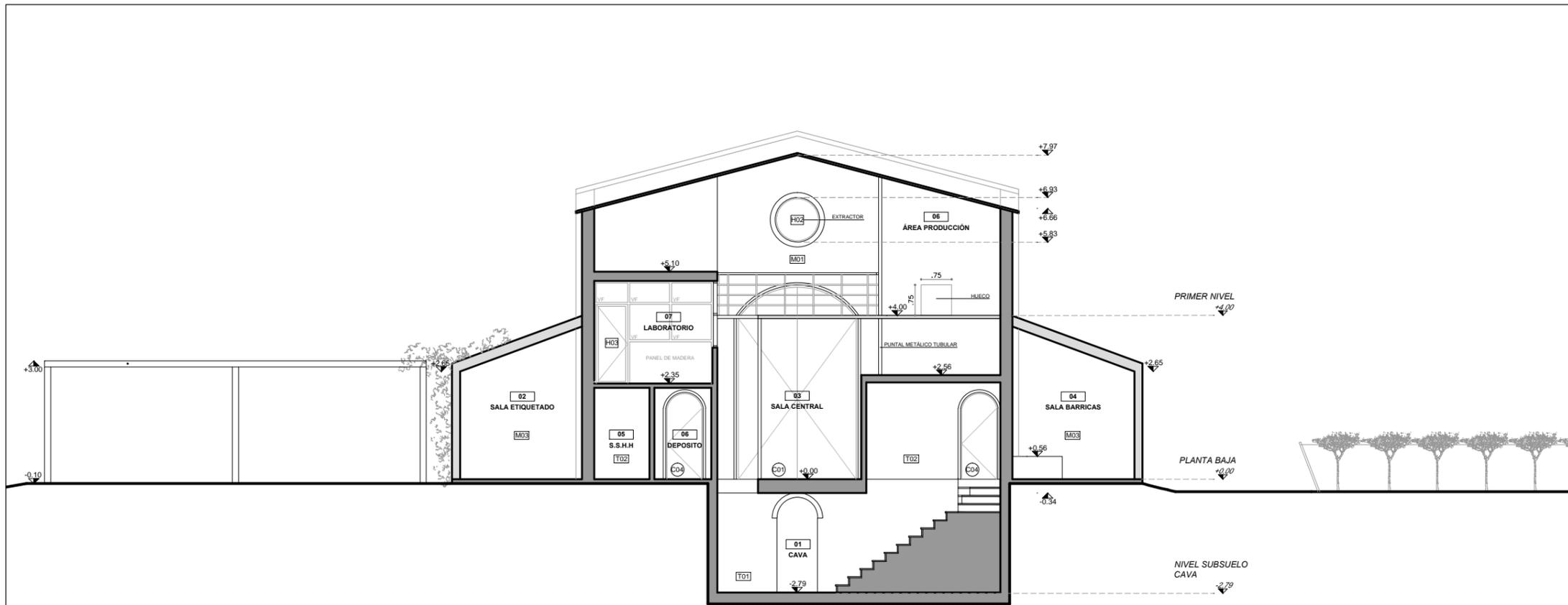
**REFERENCIAS**

- C00 CARPINTERÍA
- A00 ALUMINIO
- H00 ALUMINIO
- M00 TIPO DE MURO
- T00 TIPO DE TABIQUE

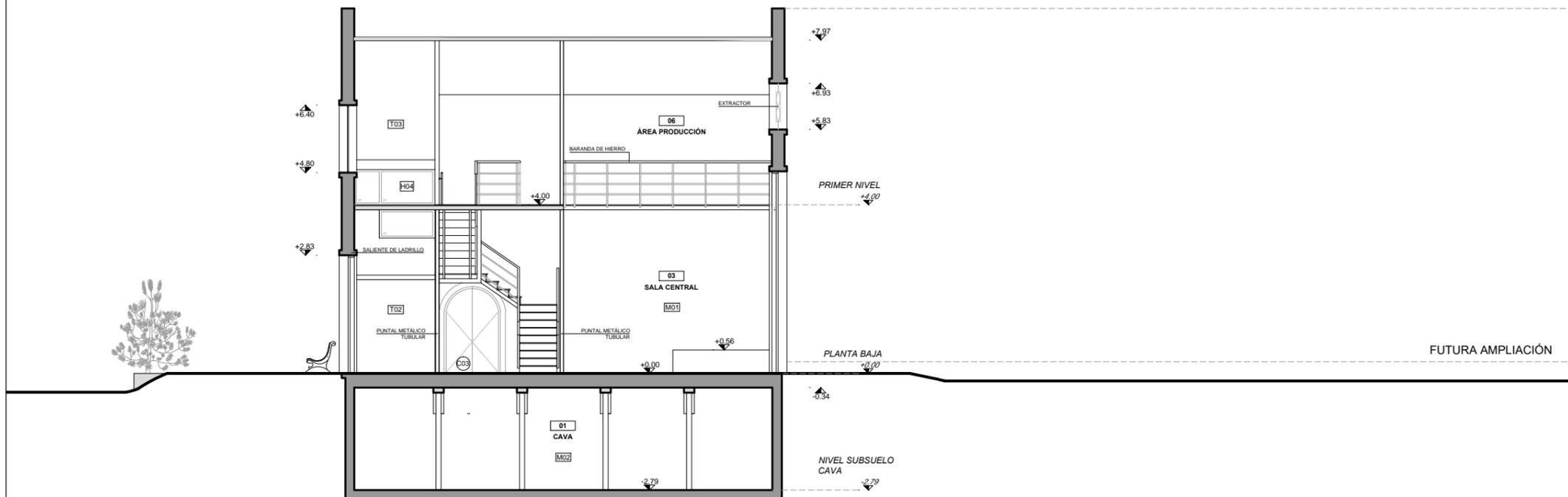
**TERMINACIONES**

PISO	ZÓCALO	
	CIELORRASO	MURO
01- PIEDRA LOSA		
02- BALSODA CERAMICA MONOCAPA		
03- BALSODA PORCELANATO PULIDO 40x40cm BLANCO		
04- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT		
e= 2cm CON PROTECCIÓN INCOLORO		
05- CANTO RODADO		
<b>ZÓCALO</b>	10- ZÓCALO CERAMICA LAJOTA	
<b>MURO</b>	20- REVOQUE BOLSEADO Y PINTADO COLOR BEIGE	
	21- REVOQUE ENDUIDO Y PINTADO COLOR BEIGE	
	22- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO	
	23- MACHIMBRE MADERA Y PINTADO COLOR BEIGE	
<b>CIELORRASO</b>	31- VIGUETA H.A Y BOVEDILLA CERÁMICA	
	32- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO	
	33- LÁMINA DE MADERA COMPENSADA	
	34- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT	

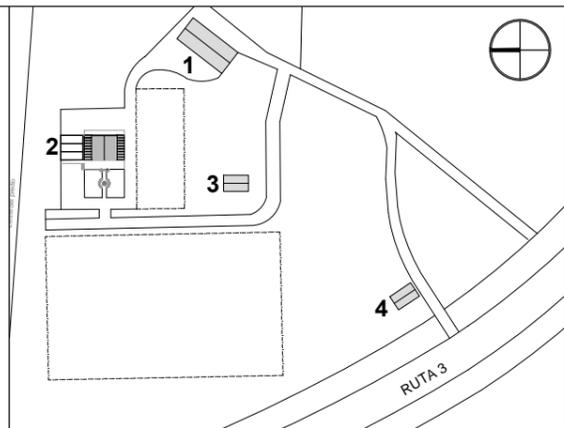
<b>PROPIETARIO:</b> J.P. BROGLIO / L.B. BERTOLINI	LAMINA <b>AL8</b>
<b>UBICACION:</b> Km 468.5, RUTA 3, PARADA DAYMAN. PDÚ	ESCALA 1/125
<b>CONCEPTO:</b> BODEGA BERTOLINI Y BROGLIO	FECHA DICIEMBRE/2018



Corte X3  
Esc. 1/125



Corte Y1  
Esc. 1/125



**PLANTA DE UBICACION**

PADRON= NUMERO 5699  
SUPERFICIE= 37 ha

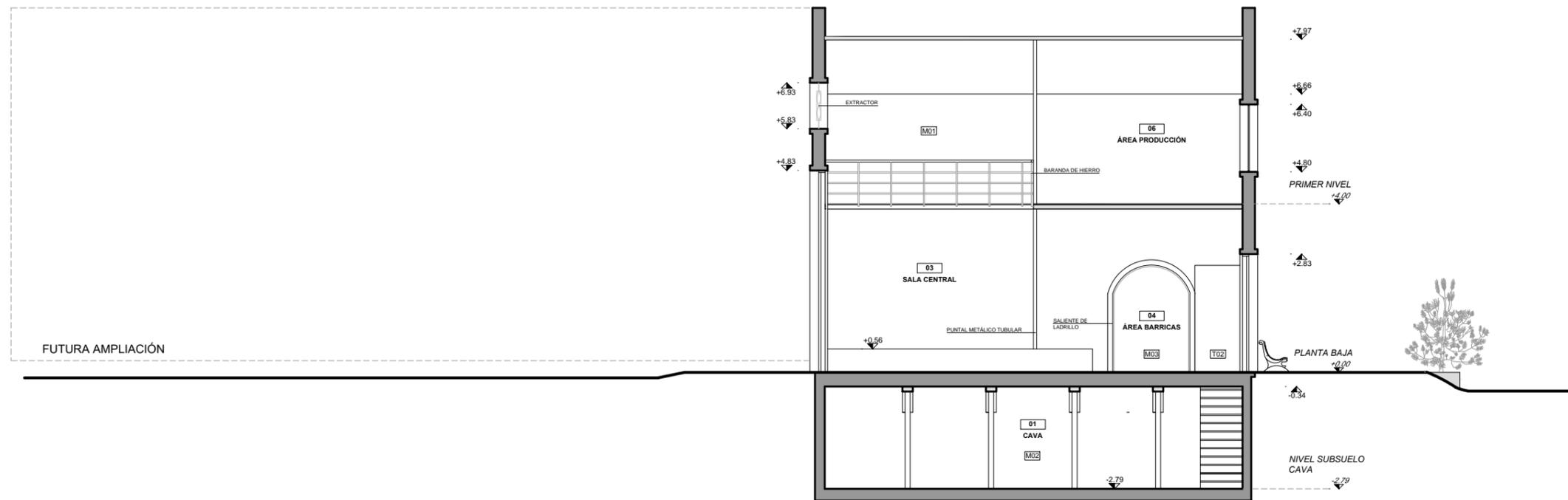
**REFERENCIAS**

- (C00) CARPINTERÍA
- (A00) ALUMINIO
- (H00) ALUMINIO
- (M00) TIPO DE MURO
- (T00) TIPO DE TABIQUE

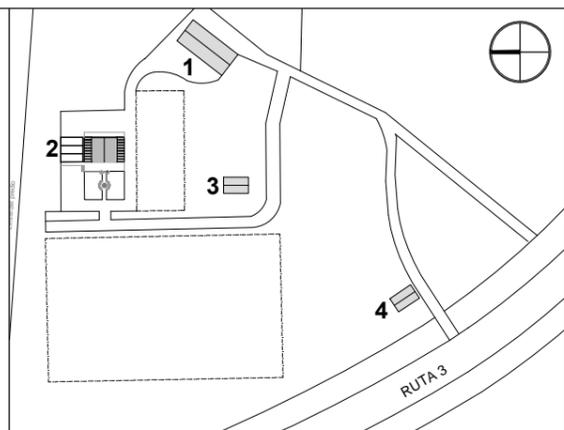
**TERMINACIONES**

	PISO	ZÓCALO
	CIELORRASO	MURO
<b>PISO</b>	01- PIEDRA LOSA 02- BALSODA CERAMICA MONOCAPA 03- BALSODA PORCELANATO PULIDO 40x40cm BLANCO 04- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT e= 2cm CON PROTECCIÓN INCOLORO 05- CANTO RODADO	10- ZÓCALO CERAMICA LAJOTA
<b>MURO</b>	20- REVOQUE BOLSEADO Y PINTADO COLOR BEIGE 21- REVOQUE ENDUIDO Y PINTADO COLOR BEIGE 22- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO 23- MACHIMBRE MADERA Y PINTADO COLOR BEIGE	
<b>CIELORRASO</b>	31- VIGUETA H.A Y BOVEDILLA CERÁMICA 32- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO 33- LÁMINA DE MADERA COMPENSADA 34- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT	

<b>PROPIETARIO:</b> J.P. BROGLIO / L.B. BERTOLINI	LAMINA <b>AL9</b>
<b>UBICACION:</b> Km 468.5, RUTA 3, PARADA DAYMAN. PDÚ	ESCALA 1/125
<b>CONCEPTO:</b> BODEGA BERTOLINI Y BROGLIO	FECHA DICIEMBRE/2018



Corte Y2  
Esc. 1/125



**PLANTA DE UBICACION**

PADRON= NUMERO 5699  
SUPERFICIE= 37 ha

**REFERENCIAS**

- C00 CARPINTERÍA
- A00 ALUMINIO
- H00 ALUMINIO
- M00 TIPO DE MURO
- T00 TIPO DE TABIQUE

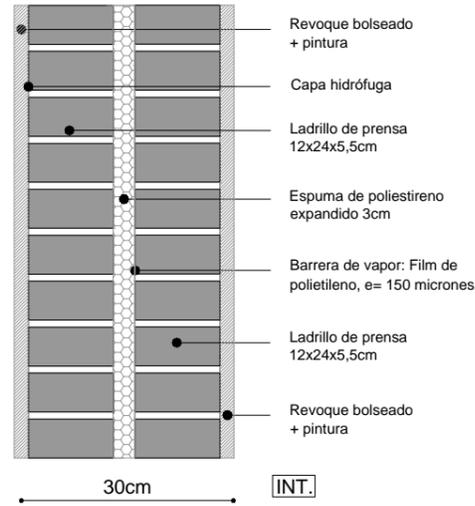
**TERMINACIONES**

	PISO	ZÓCALO
	CIELORRASO	MURO
<b>PISO</b>	01- PIEDRA LOSA 02- BALSODA CERAMICA MONOCAPA 03- BALSODA PORCELANATO PULIDO 40x40cm BLANCO 04- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT <i>e= 2cm CON PROTECCIÓN INCOLORO</i> 05- CANTO RODADO	
<b>ZÓCALO</b>	10- ZÓCALO CERAMICA LAJOTA	
<b>MURO</b>	20- REVOQUE BOLSEADO Y PINTADO COLOR BEIGE 21- REVOQUE ENDUIDO Y PINTADO COLOR BEIGE 22- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO 23- MACHIMBRE MADERA Y PINTADO COLOR BEIGE	
<b>CIELORRASO</b>	31- VIGUETA H.A Y BOVEDILLA CERÁMICA 32- PANELES COMPUESTOS POR UN NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE ALTA DENSIDAD TIPO II UNIDO A 2 CHAPAS DE ACERO GALVANIZADO Y PRE PINTADO, CALIBRE 26, ESPESOR 0.5mm UNIDOS POR MEDIO DE ADHESIVO POLIURETÁNICO 33- LÁMINA DE MADERA COMPENSADA 34- TABLA DE EUCALIPTO CONTINUA TIPO FINGER JOINT	

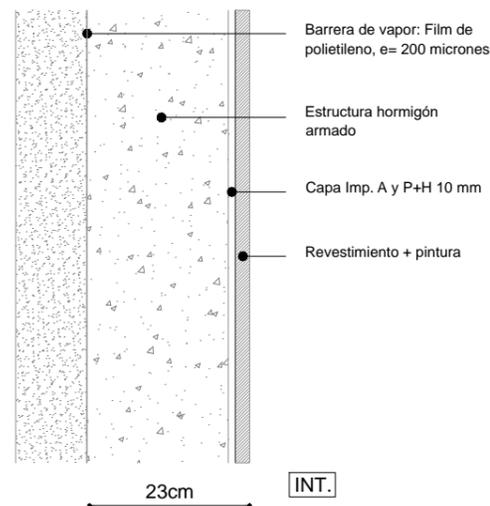
<b>PROPIETARIO:</b> J.P. BROGLIO / L.B. BERTOLINI	LÁMINA <b>AL10</b>
<b>UBICACION:</b> Km 468.5, RUTA 3, PARADA DAYMAN. PDÚ	ESCALA 1/125
<b>CONCEPTO:</b> BODEGA BERTOLINI Y BROGLIO	FECHA DICIEMBRE/2018

# MUROS EXTERIORES ESC 1.10

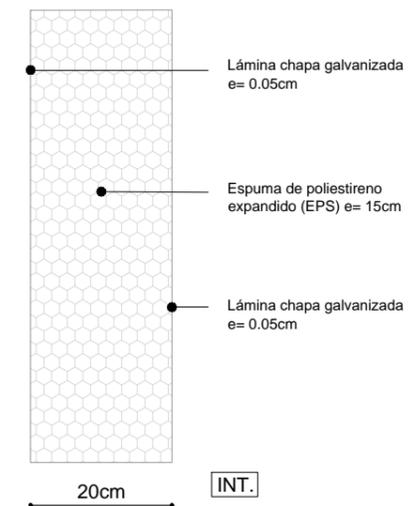
M01



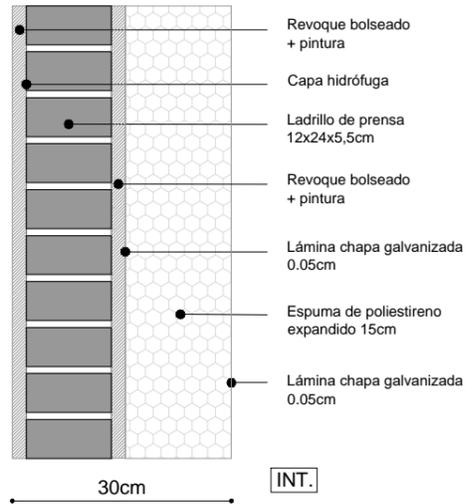
M02



M03

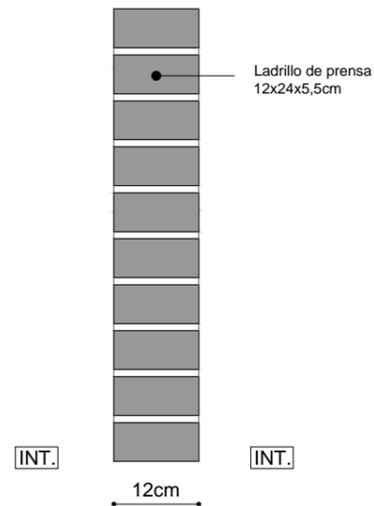


M04

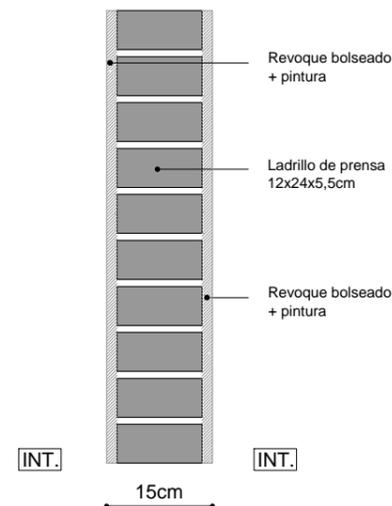


# TABIQUES ESC 1.10

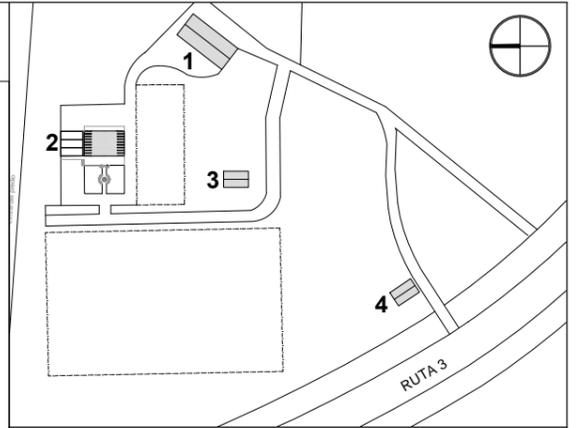
T01



T02



T03



## PLANTA DE UBICACION

PADRON= NUMERO 5699  
SUPERFICIE= 37 ha

PROPIETARIO:  
J.P. BROGLIO / L.B. BERTOLINI

LAMINA  
**AP1**

UBICACION:  
Km 468.5, RUTA 3, PARADA DAYMAN. PDÚ

ESCALA  
1/10

CONCEPTO:  
BODEGA BERTOLINI Y BROGLIO

FECHA  
DICIEMBRE/2018