



Escola Politècnica Superior
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

MÁSTER EN EDIFICACIÓN TESINA FINAL DE MASTER

EFICIENCIA ENERGÉTICA A TRAVÉS DE UTILIZACIÓN DE POZOS CANADIENSES CON EL ANÁLISIS DE DATOS DE UN CASO REAL “CASA POMARET”

AUTOR: ANA MARÍA CABEZAS

DIRECTORAS: INMACULADA RODRÍGUEZ CANTALAPIEDRA
ANA MARÍA LACASTA PALACIO

BARCELONA, OCTUBRE 2012

**MÁSTER EN EDIFICACIÓN
TESINA FINAL DE MASTER**

**EFICIENCIA ENERGÉTICA A TRAVÉS DE UTILIZACIÓN DE POZOS
CANADIENSES CON EL ANÁLISIS DE DATOS DE UN CASO REAL
“CASA POMARET”**

Tesina presentada al Máster Universitario Oficial en Edificación de la Universidad Politécnica de Catalunya – UPC, como parte de los requisitos para la obtención del título de Máster en Edificación en la especialidad de Tecnología.

AUTOR: ANA MARÍA CABEZAS

DIRECTORAS: INMACULADA RODRÍGUEZ CANTALAPIEDRA
ANA MARÍA LACASTA PALACIO

BARCELONA, OCTUBRE 2013

“Caminando en línea recta no puede uno llegar muy lejos.”
Antoine de Saint-Exupéry

RESUMEN

Gran parte de la contaminación ambiental en el mundo es causada por la construcción y edificación, por lo tanto es necesario actuar ante ello implementando sistemas de eficiencia energética dentro de las viviendas. Este trabajo pretende analizar el funcionamiento de los sistemas de tubos enterrados, que permite sustituir la implementación de aire acondicionado dentro de viviendas, generando un ahorro en el consumo de energía eléctrica. Por lo tanto, se realiza una revisión del estado del arte sobre el sistema de tubos enterrados, centrándose en un caso real, una vivienda construida en Barcelona, "Casa Pomaret". De la vivienda se recolectaron los datos de monitoreo del sistema de tubos enterrados, con los cuales se pudo obtener resultados a escala real de valores de temperatura del aire dentro de los pozos, temperatura ambiental, consumo de calefacción, etc. A su vez se simuló la vivienda con un Software computacional, DesignBuilder, para obtener valores teóricos y compararlos con los recolectados a escala real. Esto se realizó con el objetivo de lograr emitir conclusiones, y recomendaciones del uso, eficiencia del sistema y confort en la vivienda, además de determinar el grado de fiabilidad de una simulación ante el modelo real.

Palabras-clave: Eficiencia Energética, Tubos Enterrados, Ventilación Natural, Simulaciones, DesignBuilder, CE3X.

ABSTRACT

A great part of the world's pollution is produced by constructions and households therefore it is necessary to take actions over it. The implementation of energy efficient systems could be a helpful solution. Ground-air heat exchanger system is one of them; it can replace air conditioning in buildings, saving energy consumption. Consequently, this paper reviews the state of the art on ground-air heat exchanger system, focusing on a real case, a house built in Barcelona, "Casa Pomaret". The ground-air heat exchanger system was monitored and measurements such as air temperature inside the tubes, heating consumption, etc., were collected. In parallel, the house was simulated using DesignBuilder, computer software. The simulation generated values which were very close to the real ones and served with the aim of comparing the actual vs. simulated values. The comparison yielded findings and recommendations about the use, the efficiency of the system and the comfort in the house.

Key words: Energy Efficiency, Ground - Air Heat Exchanger System, Natural Ventilation, Simulations, DesignBuilder, CE3X.

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	14
1.1	OBJETIVOS.....	15
1.1.1	Objetivo General.....	15
1.1.2	Objetivos Específicos	15
1.2	ANTECEDENTES Y PROBLEMA ACTUAL	16
2	ESTADO DEL ARTE.....	21
2.1	INTRODUCCIÓN.....	21
2.2	EL USO DEL SUELO - APROVECHAMIENTO DE LA INERCIA TÉRMICA.....	22
2.2.1	Propiedades geotérmicas del suelo.....	22
2.2.2	Leyes de la Termodinámica	24
2.3	DIFERENTES CONFIGURACIONES DEL SISTEMA	25
2.3.1	Directos Aislados (Anillo)	25
2.3.2	Distribución Techelmann (rejilla).....	27
2.3.3	Bloque Techelmann (bloque – rejilla)	29
2.4	ELEMENTOS DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA IN-SITU.....	31
2.5	PRINCIPIOS DE FUNDAMENTOS – MODELO TEÓRICO	34
2.6	CRITERIOS PARA DISEÑAR UN SISTEMA DE TUBOS ENTERRADOS.....	35
2.7	CALCULOS DEL SISTEMA.....	36
2.8	VENTAJAS Y DESVENTAJADAS DEL SISTEMA	38
3	CASA POMARET.....	40
3.1	UBICACIÓN Y CLIMA	40
3.2	DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA	42
3.3	ASPECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	45
3.3.1	Sistemas Pasivos	45
3.3.2	Sistemas activos.....	49
3.3.3	Residuos de Obra.....	52
3.4	MATERIALES	52
3.5	TUBOS ENTERRADOS	54
3.5.1	Caudal del aire refrigerante.....	55
3.5.2	Caudal suministrado.....	56
3.5.3	Energía intercambiada en el intercambiador	56
3.5.4	Configuración.....	58

3.5.5	Cámaras de entrada y salida de aire	59
3.5.6	Conductos de distribución	60
3.5.7	Materiales básicos de Construcción	60
3.5.8	Metodología de Construcción.....	61
3.5.9	Sistema telemático	62
3.5.10	Recomendaciones de uso de Tubos enterrados dentro de la vivienda	62
3.5.11	Mantenimiento del sistema.....	63
3.5.12	Sensores.....	64
3.5.13	Portal web.....	67
4	RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS DE “CASA POMARET”	70
4.1	MÉTODO	70
4.2	DATOS DE INVIERNO	71
4.2.1	Temperatura	71
4.2.2	Funcionamiento de Pozo (Tubos enterrados)	74
4.2.3	Calefacción	75
4.2.4	Análisis de confort	76
4.3	DATOS DE VERANO	77
4.3.1	Temperatura	77
4.3.2	Funcionamiento de Pozo (Tubos enterrados)	80
4.3.3	Análisis de confort	81
4.3.4	Certificación Energética	82
4.4	CONCLUSIONES	83
5	MODELADO DEL SISTEMA COMPUTACIONAL.....	109
5.1	INTRODUCCIÓN DESIGNBUILDER Y ENERGYPLUS.....	109
5.1.1	Modelos numéricos CFD.....	110
5.2	CONFIGURACIÓN DEL MODELO COMPUTACIONAL CASA POMARET	112
5.2.1	Envolvente de Cargas	115
5.2.2	Cubierta y muros verdes	119
5.2.3	Climatización	120
5.3	RESULTADOS.....	123
5.3.1	Consumo de gas y electricidad	123
5.3.2	Condiciones de temperatura y humedad	124
5.3.3	Sombras.....	130

5.4	CONCLUSIONES	132
6	COMPARACIÓN DE LOS MODELOS Y RECOMENDACIONES	109
6.1	COMPARACIÓN DE LOS MODELOS	109
6.1.1	Invierno	109
6.1.2	Verano	111
6.2	RECOMENDACIONES.....	112
7	CONCLUSIONES FINALES	114
8	BIBLIOGRAFÍA	116

ECUACIONES

Ecuación 2.1: Transmitancia parcial del conducto	36
Ecuación 2.2: Transmitancia de todo el conjunto (suelo – ducto).....	36
Ecuación 2.3: temperatura media	37
Ecuación 2.4: Capacidad de enfriamiento	37
Ecuación 2.5: Enfriamiento del conducto.....	37
Ecuación 2.6: Superficie del ducto.....	38
Ecuación 2.7: caudal de aire que ingresa al ducto	38
Ecuación 2.8: Longitud del ducto	38
Ecuación 5.1: Ecuación de momento en derivadas parciales	110

TABLAS

Tabla 2.1: Tipos de Suelo – Conductividad Térmica – Capacidad Calorífica.....	23
Tabla 3.1: Superficies Casa Pomaret	44
Tabla 3.2: Áreas, volúmenes y renovaciones de los espacios en la vivienda	55
Tabla 3.3: Renovación del Aire	56
Tabla 3.4: Valores de la energía a intercambiar	57
Tabla 3.5: Cálculos del intercambiador.....	57
Tabla 3.6: Cálculos del intercambiador.....	59
Tabla 3.7: Conductos de distribución y diámetros.....	60
Tabla 3.8: Recomendaciones de uso de tubos enterrados	63
Tabla 5.1: Muros modelados.....	116
Tabla 5.2: Consumo de la vivienda – Simulación DesignBuilder	123
Tabla 5.3: Temperatura de la vivienda – Simulación DesignBuilder.....	124
Tabla 5.4: Resumen de temperaturas máximas y mínimas – Invierno - DesignBuilder	126
Tabla 5.5: parámetros de Cálculo PPD Y PMV – Mínimo Invierno	127
Tabla 5.6: Resumen de temperaturas máximas y mínimas – Verano - DesignBuilder	129
Tabla 5.7: parámetros de Cálculo PPD Y PMV - Máxima	129
Tabla 6.1: Fiabilidad de Temperatura - Invierno.....	109
Tabla 6.2: Fiabilidad del Horario - Invierno	110
Tabla 6.3: Fiabilidad Cálculo de Calefacción.....	110
Tabla 6.4: Fiabilidad de Confort - Invierno.....	111
Tabla 6.5: Fiabilidad de Temperatura -Verano	111
Tabla 6.6: Fiabilidad del Horario - Verano	111
Tabla 6.7: Fiabilidad de Confort – Verano	112
Tabla 6.8: Recomendaciones de Uso – Tubos Enterrados.....	112
Tabla 6.9: Actualización de recomendaciones de Uso – Tubos Enterrados	113

FIGURAS

Figura 1.1: 1882. Imprenta que funciona a partir de energía solar, produciendo copias.	16
Figura 1.2: Un Detroit Electric, uno de los primeros coches eléctricos 1919.....	16

Figura 1.3: 1870, ilustración del motor solar, que utilizaba espejos cóncavos para reunir suficiente radiación solar como para mover el motor.....	16
Figura 1.4: Diagrama del diseño de la primera estufa altamente eficiente.....	16
Figura 1.5: Cueva del Sacramento y Cuevas rurales de Guadix	19
Figura 2.1: Tipos de Suelo en España.....	24
Figura 2.2: Distribución directos aislados	25
Figura 2.3: Sistema de Tubos enterrados.....	27
Figura 2.4: Distribución Techelmann (Rejilla).....	27
Figura 2.5: Conexiones del Sistema	28
Figura 2.6: Sistema de intercambio suelo - aire	28
Figura 2.7: Operación en verano	29
Figura 2.8: Operación en invierno.....	29
Figura 2.9: tipo bloque Techelmann (bloque – rejilla)	29
Figura 2.10: Torre de entrada	31
Figura 2.11: Colector	31
Figura 2.12: Conjunto de tubos.....	32
Figura 2.13: Configuración del Sistema.....	32
Figura 2.14: Evacuador de Condensaciones.....	33
Figura 2.15: Esquema básico del funcionamiento del tubos enterrados	34
Figura 2.16: Sistema de Tubos Enterrados	35
Figura 3.1: Ubicación de la vivienda	40
Figura 3.2: Ingreso a la Vivienda	41
Figura 3.3: Fachadas de la vivienda	41
Figura 3.4: Variación de la Temperatura y Lluvia durante todo el año	42
Figura 3.6: Panta Sótano	43
Figura 3.6: Planta Baja.....	43
Figura 3.8: Panta Cubierta	43
Figura 3.8: Planta Primera	43
Figura 3.9: Fachadas Laterales	44
Figura 3.10: Fachadas Principal y Posterior	44
Figura 3.11: Sistema de Ventilación Natural	45
Figura 3.12: Aerospiratos.....	46
Figura 3.13: Fachada con aislamiento térmico.....	46
Figura 3.14: Piezas Cerámicas de protección	47
Figura 3.15: Cristalera con vegetación	48
Figura 3.16: Sección Bioclimática	48
Figura 3.17: Sistema de refrigeración natural.....	49
Figura 3.18: Sistema de Calefacción	51
Figura 3.19: Detalles Constructivos	54
Figura 3.20: Sección Bioclimática Invierno y Verano	63
Figura 3.21: Ubicación de Sensores.....	64
Figura 3.22: Ubicación de Sensores – Radiación Invierno	65
Figura 3.23: Ubicación de Sensores – Radiación Invierno	65
Figura 3.24: Sensores Planta Sótano	66

Figura 3.25: Sensores Planta Baja	66
Figura 3.26: Sensores Planta Primera.....	67
Figura 3.27: Acceso al Portal	68
Figura 3.28: Menú Principal del Portal.....	68
Figura 3.29: Temperatura Interior	68
Figura 3.30: Guía de Climatización.....	69
Figura 3.31: Consumo de Agua y ACS.....	69
Figura 5.1: Malla de volumen Finito	111
Figura 5.2: Elaboración del Modelo Computacional – Plantas.....	113
Figura 5.3: Elaboración del Modelo Computacional – Vistas.....	113
Figura 5.4: Elaboración del Modelo Computacional – Vistas Plantas.....	114
Figura 5.5: Elaboración del Modelo Computacional – Render.....	114
Figura 5.6: Plantilla de envoltente de Cargas - Actividad.....	115
Figura 5.7: Plantilla de envoltente de Cargas - Construcción	116
Figura 5.8: Muros modelados en Plantas	117
Figura 5.9: Muros modelados en Plantas	117
Figura 5.10: Plantilla de envoltente de Cargas - Aberturas.....	118
Figura 5.11: Ubicación de rejillas en plantas	118
Figura 5.12: Muros y Cubierta Verde *	119
Figura 5.13: Plantilla de envoltente de Cargas - HVAC.....	120
Figura 5.14: Instalaciones de Suelo Radiante	121
Figura 5.15: Suelo Radiante – Planta Baja.....	121
Figura 5.16: Instalaciones de Tubos Enterrados	122
Figura 5.18: Sombras 21 de Junio 9:00 am – Render.....	130
Figura 5.19: Sombras 21 de Junio 12:00 am – Render.....	131
Figura 5.20: Sombras 21 de Diciembre 9:00 am – Render.....	131
Figura 5.21: Sombras 21 de Diciembre 12:00 am – Render.....	132

GRÁFICAS

Gráfica 4.1: Temperatura Enero - Abril (General)	72
Gráfica 4.2: Temperatura Enero – Abril (Específica).....	73
Gráfica 4.3: Resumen de horarios de temperaturas máximas y mínimas – Invierno.....	73
Gráfica 4.4: Variación de Temperatura al encender el pozo Enero – Abril.....	74
Gráfica 4.5: Comportamiento del pozo encendido y apagado Enero – Abril.....	75
Gráfica 4.6: Calefacción utilizada Enero – Abril	75
Gráfica 4.7: Consumos mensuales de calefacción contador vivienda.....	76
Gráfica 4.9: Parámetros de Cálculo PPD Y PMV	77
Gráfica 4.10: Gráfica Psicométrica Invierno	77
Gráfica 4.11: Temperatura Mayo – Julio (General)	78
Gráfica 4.12: Temperatura Mayo – Julio (Específica)	79
Gráfica 4.13: Resumen de horarios de temperaturas máximas y mínimas – Verano.....	79
Gráfica 4.14: Variación de Temperatura al encender el pozo Mayo – Julio	80
Gráfica 4.15: Comportamiento del pozo encendido y apagado Mayo – Julio	81

Gráfica 4.16: Parámetros de Cálculo PPD Y PMV	81
Gráfica 4.17: Gráfica Psicométrica Verano	82
Gráfica 4.17: Demanda de Calefacción y Agua Caliente kWh/m ² - año	83
Gráfica 4.18: Calificación Global de “Casa Pomaret” según las emisiones.....	83
Gráfica 5.1: Variación de la temperatura anual - Simulación DesignBuilder	124
Gráfica 5.2: Variación de la temperatura Invierno – Simulación DesignBuilder	125
Gráfica 5.3: Variación de la temperatura diaria 21/01/2002 – Simulación DesignBuilder	126
Gráfica 5.4: Gráfica Psicométrica – Temperatura Mínima Invierno	127
Gráfica 5.5: Variación de la temperatura Verano – Simulación DesignBuilder	128
Gráfica 5.6: Variación de la temperatura diaria 21/06/2002 – Simulación DesignBuilder	128
Gráfica 5.7: Gráfica Psicométrica – Máxima Verano.....	129

1 INTRODUCCIÓN

El calentamiento global, el cambio climático, y la pérdida súbita de los recursos naturales, entre otras afectaciones al medioambiente, han dado lugar a que un grupo de personas se concienzue y comiencen a trabajar bajo un marco de sostenibilidad que en la actualidad se ha configurado como un reto a gran escala.

Basándose en el Informe Brundtland (1987), donde se manifiesta que el **desarrollo sostenible** es lo que el ser humano debe atender hoy. Esto significa que los recursos deben ser usados para satisfacer las necesidades de la población, pero manteniendo una calidad de vida. Es decir, sin afectar la posibilidad de que las generaciones futuras puedan disponer de recursos para enfrentar sus propias necesidades. Por lo tanto, lo esencial del concepto es que debe ser aplicado de manera multifocal y multidisciplinaria, incluyendo los aspectos tecnológicos, políticos, sociales, económicos, ecológicos y éticos. Se puede decir que la sostenibilidad tiene un triple fondo: ambiental, social y económico, ligado a la salud humana para el desarrollo del día a día.

El objetivo principal del cambio del sistema actual es la utilización de fuentes de energías renovables y sostenibles que sean independientes del clima y de la estación, para permitir un ahorro energético, y reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Se contempla que las edificaciones son de los mayores consumidores de energía y recursos (alrededor del 40%). Por lo tanto, la arquitectura, diseño, construcción y readecuación de viviendas forman un grupo multidisciplinario de ayuda a la sostenibilidad; y por eso se está viendo la necesidad de mejorar la eficiencia energética de las edificaciones (Hollmuller & Bernard, 1999).

Basándonos en un pensamiento racional, vemos que la incidencia del consumo de energía de las edificaciones es a largo plazo. Al aplicar nuevos sistemas energéticos, es de suma importancia el cálculo de su eficiencia energética, como el grado de consumo y/o la emisión de CO₂. Todo esto debe ser basado en indicadores numéricos de resultado que permitan comparar el beneficio a largo plazo de la utilización de dichos sistemas alternos de generación de energía.

El presente trabajo es el desarrollo teórico – práctico del potencial del sistema de energías subterráneas. El principal objetivo es conocer la temperatura en espacios internos y mejorar las condiciones de confort; a la vez de reducir el consumo de energía no renovable, permitiendo la reducción en el consumo total de la energía de la edificación. El conjunto de tubos enterrados (pozos canadienses) constituye un sistema de Energías Subterráneas (aplicación de energía geotérmica). El estudio partió con la comparación de los datos obtenidos en campo mediante la toma de valores del sistema de tubos enterrados instalados insitu, y los datos obtenidos con el modelo computacional en DesignBuilder (Hollmuller & Bernard, 1999). La posibilidad de tener un sistema a escala real permitió obtener datos reales; los cuales pudieron ser comparados con un modelado computacional, y con esto se pudo llegar a emitir conclusiones de la eficiencia del sistema, consumos, grado de fiabilidad entre lo real y simulado, además de recomendaciones de uso.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

El siguiente proyecto tiene como finalidad conocer el funcionamiento y determinar la eficiencia del sistema de tubos enterrados a través del estudio de un proyecto ya ejecutado. Del proyecto se obtienen mediciones reales y luego se comparan las mismas con una simulación en DesignBuilder.

1.1.2 Objetivos Específicos

1. Estudiar e investigar el estado del arte del sistema de pozos canadienses.
2. Describir y analizar el funcionamiento de la vivienda “Casa Pomaret”.
3. Recopilar los datos medidos in situ de velocidad del viento y temperatura ambiental e interior de la vivienda “Casa Pomaret”
4. Analizar los datos recopilados de la vivienda y determinar el ahorro energético al utilizar el sistema implementado.
5. Modelar la vivienda con un programa computacional para poder obtener valores de ahorro energético.
6. Comparar los valores medidos in situ y los valores modelados de la vivienda en estudio.
7. Calcular la diferencia que existe entre los valores modelados mediante el sistema computacional y los medidos in situ.
8. Determinar el consumo energético real.
9. Determinar la tipología de la vivienda según CTE.
10. Calcular las emisiones de CO².
11. Verificar la fiabilidad de los datos reales versus los simulados.
12. Presentar conclusiones y recomendaciones del uso del sistema de pozos canadienses.

1.2 ANTECEDENTES Y PROBLEMA ACTUAL

En la edad media, en Gran Bretaña, la madera comienza a escasear, y su sustituto pasa a ser el carbón. La aparición del petróleo, conjugado con la Revolución Industrial, y los dos primeros conflictos armados (1^{ra} y 2^{da} Guerra Mundial) son los factores detonantes para la utilización a gran escala de los combustibles fósiles (petróleo, gas natural, carbón) (New Soliclima , 2005).

Desde los inicios del hombre se ha visto como éste ha desarrollado estrategias para conjugarse con la naturaleza, y así utilizar sus elementos como ayuda para su subsistencia. La utilización de recursos renovables data de hace varios siglos, hasta que llegó el siglo XIX y con éste los combustibles fósiles. Las energías renovables fueron suplantadas por el auge que éstos tuvieron, dando como resultado que los coches, maquinaria a vapor, aerogeneradores, etc. que no emitían CO², quedaran relegados (New Soliclima , 2005).

Entre los primeros inventos que quedaron relegados y hoy se desempolva su tecnología están los siguientes en las figuras.



Figura 1.2: Un Detroit Electric, uno de los primeros coches eléctricos 1919.

Fuente: Internet

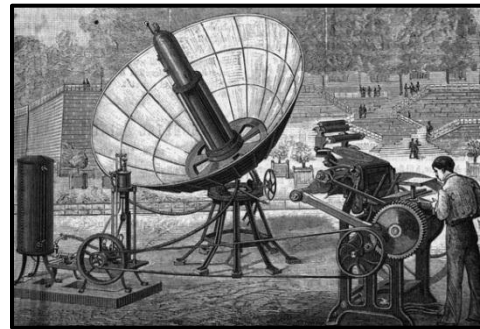


Figura 1.1: 1882. Imprenta que funciona a partir de energía solar, produciendo copias.
Fuente: Internet

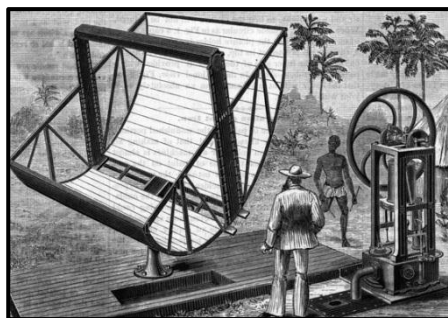


Figura 1.3: 1870, ilustración del motor solar, que utilizaba espejos cóncavos para reunir suficiente radiación solar como para mover el motor.

Fuente: Internet

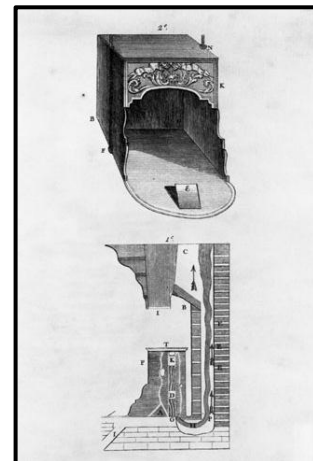


Figura 1.4: Diagrama del diseño de la primera estufa altamente eficiente.

Fuente: Internet

Una economía centrada en la sobreproducción y el consumismo, originada por los seres humanos y con elevadas emisiones de CO², constituyen la causa principal del cambio climático. La producción de energía eléctrica representa un porcentaje importante de emisiones de CO², y es muy probable que las mismas vayan en aumento en determinadas regiones del mundo en las próximas décadas (especialmente en China y en la India) (Tanuro, 2009).

Se conoce que más del 50 % de la electricidad producida en la Unión Europea (UE) es a partir de combustibles fósiles, especialmente de la quema de carbón, que representa aproximadamente un 30% de la producción total de electricidad de la UE. Las emisiones de CO² derivadas de la producción de electricidad a partir de carbón ascendieron en el 2005 a un 70 % del total de las emisiones de CO² procedentes de la producción de electricidad en la UE, lo que representa un 24% de las emisiones de CO² de todos los sectores (Tanuro, 2009).

La Unión Europea ha visto como fundamental desarrollar un marco teórico para difundir las tecnologías que le permitan utilizar de forma sostenible el carbón junto con nuevas formas de producción de electricidad. Con esto se desea limitar las emisiones de CO² procedentes de la utilización de combustibles fósiles para la producción de electricidad (Europe Direct, 2011).

Tomando en cuenta que el calentamiento global y el cambio climático son amenazas reales, debemos tratar de cambiar de manera radical la forma en que aprovechamos los recursos naturales. Varios estudiosos de la materia manifiestan que se debe aplicar de manera sistemática cuatro nuevos valores de cambio que son:

- Aprender a vivir sin combustibles fósiles, es decir buscar nuevas formas de producción de energía eléctrica limpia.
- Adaptarse al fin del crecimiento económico como lo hemos conocido. Centrar el desarrollo económico en economías verdes y disminuir el consumismo.
- Estabilizar la población a un número sustentable.
- Hacer frente al legado de destrucción que hemos causado.

Es un hecho que no se puede cambiar rápidamente y que nuestro mundo está diseñado para utilizar energía de combustibles fósiles, pero hoy las fuerzas de cambio deben centrarse en la generación de fuentes de energía limpia. Estas Energías conjugadas con los valores culturales, y con la concienciación que cada uno puede ser agente de cambio en su sector de producción.

Centrando el estudio en el sector de la construcción, El World Watch Institute señala que los edificios consumen el 60% de los materiales extraídos de la tierra, y su utilización junto a la actividad constructiva generan la mitad del total de residuos y contaminación. El sector de la construcción no utiliza un modelo sostenible de crecimiento, y son cada vez más los expertos que hablan de la necesidad de adaptar criterios ecológicos para garantizar no sólo la conservación del medio ambiente y la salud de los consumidores, sino también su viabilidad económica actual (Tanuro, 2009).

Tomando en cuenta que todos debemos **hacer frente al legado de destrucción causado**, lo que busca la construcción sostenible y la bioconstrucción es generar fuentes alternativas de energía para las edificaciones, el acopio adecuado de desperdicios, etc.

La bioconstrucción concibe la edificación de manera que se aprovechen al máximo los recursos naturales, y se reduzca su impacto ambiental en la naturaleza y en las personas (Aulí, 2005). Una de sus principales metas es la eficiencia energética utilizando técnicas de construcción que minimicen o prescindan de la utilización de energías convencionales. Por lo tanto, es de máxima importancia que para el desarrollo de nuevos proyectos de construcción se tome muy en cuenta el emplazamiento y la orientación de la edificación para así aprovechar al máximo los recursos naturales de luz y calor. Además, de utilizar materiales seleccionados a partir del análisis de su ciclo de vida, y la minimización y gestión de los residuos (European Commssion, 2009).

Los estudios no dejan lugar a dudas y reflejan que los residuos procedentes de la construcción están alcanzando grandes proporciones. A principios de esta década se calculó que en Europa existía una media de 1,6 kg de residuos por habitante por día. Además, algunos de los materiales utilizados contienen importantes cantidades de halones (halogenated hidrocarbon) y CFC (los causantes directos de la destrucción de la capa de ozono), y el 30% de las construcciones nuevas o rehabilitadas, según el citado Worldwatch Institute, padecen el síndrome del edificio enfermo: provocan molestias y dolencias, a veces crónicas, en sus usuarios o moradores.

Adentrándose en casos de estudio sobre los sistemas de tubos enterrados, los refugios y las grutas naturales o excavadas en la roca blanda son parte de una forma ancestral de vida en la época neolítica. Estas cavernas fueron cobijos confortables de alta eficacia energética, y muchas han llegado hasta nuestros días. El sistema de desarrollo de cuevas se basó en el uso correcto de las características climatológicas del lugar. Una correcta orientación con referencia al sol, el viento y la lluvia fue la clave que les permitió subsistir.

Las cuevas garantizan una temperatura de partida habitable, a la que se suman otros métodos de control energético. Estos métodos y sistemas de climatización los podemos encontrar en Granada. Así, las chimeneas, la distribución de espacios, la conducción de aguas, la excavación de patios, la orientación, el control de radiación solar o los volúmenes añadidos consiguen las condiciones de confort necesarias de fuentes de energía renovables.

Entre las diferentes cuevas encontradas podemos citar:

- **Sacramento** Granada ha sido sin duda el núcleo más importante de cuevas en toda la península hispánica. Se conoce que el barrio de Sacromonte es una montaña llena de cuevas. Las características del suelo y la facilidad para excavar permitieron construir verdaderas obras de arte que tres siglos después sirvieron de refugio a familias gitanas (Farfan, 2009).

- **Peña de los gitanos:** a seis kilómetros al noreste de Montefrío se albergan estas cuevas. Fueron abrigos naturales es su época, habitables para los primeros hombres de esta zona. Su uso data de la época del Neolítico final. Son cinco las cuevas en las que se han hallado diferentes piezas líticas y óseas del neolítico tardío. Están compuestas por una cámara, y algunas con un pasillo (Farfan, 2009).



Figura 1.5: Cueva del Sacramento y Cuevas rurales de Guadix

Fuente: Internet

La reflexión sobre el estudio de construcción ancestral, y la concienciación del cambio climático ha llevado a que en la actualidad el tipo de vivienda a construirse está basada en principios de bajo consumo de energía y agua, que mantenga el calor en invierno y el frío en verano, que sea respetuosa con el medioambiente y que sea beneficiosa para la salud de quien habita en ella (Aulí, 2005). La construcción en España no se caracteriza por su conciencia ecológica, pero tomando en cuenta las políticas implantadas por la UE (que trata de recobrar esa conciencia), se estima que en pocos años se alcance a sensibilizar al diseñador y al constructor ante la problemática; para que ambos generen un concepto respetuoso del ambiente en nuevas edificaciones y se readecuen las existentes.

Existe un grupo limitado de profesionales que han desarrollado y utilizado nuevos sistemas de ahorro energético en las edificaciones, lo cual se ha dado por la creciente concienciación del cuidado del medio ambiente y por las exigencias medioambientales. Entre los sistemas desarrollados tenemos los “conductos enterrados”, o también llamados “pozos canadienses – pozos provenzales”, que generaron interés en la última década de los años setenta y primeros ochenta aunque no alcanzaron una amplia aceptación.

La tendencia actual hacia tecnologías más sostenibles ha permitido que resurja el interés en el concepto de los intercambiadores tierra-aire. El origen de este sistema fue una canalización de piedra enterrada en el flanco de una colina, la cual servía para encauzar por convección natural un flujo de aire. Este aire transitaba desde una boca externa, a través de una conducción, hacia la pieza principal de las construcciones tradicionales. El propósito del sistema es que en invierno la tierra recalienta al aire entrante, mientras que en verano lo enfría gracias a la inercia térmica del suelo. Se trata de un sistema poco sofisticado y de baja eficiencia, pero que en una edificación provenzal tradicional, donde la inercia térmica es elevada debido a la existencia de muros o paredes de gran espesor y pocas aberturas, el resultado es más que apreciable.

Hoy en día los tubos enterrados son de hecho un intercambiador geotérmico que aseguran la función de climatización estival o invernal del aire de ventilación. El sistema consiste en hacer

EFICIENCIA ENERGÉTICA A TRAVÉS DE UTILIZACIÓN DE POZOS CANADIENSES

circular aire desde el exterior al interior del edificio a través de conductos bajo tierra, que son los que permiten el intercambio de calor (Vidal & Vidal, 2011). Existen muchas edificaciones donde se han implantado este tipo de sistemas, y se ha visto su eficacia, pero aún no se ha podido determinar una metodología de diseño específica, ni tampoco la cuantificación de la eficiencia higrótérmica del edificio. Este hecho se ve ligado a que existen innumerables factores que influyen en su actuación, entre ellos se incluyen los diferentes climas, geotérmica, usos de la edificación etc. (Vidal & Vidal, 2011).

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 INTRODUCCIÓN

“La energía menos contaminante es la que no se usa”. En teoría, las energías renovables pueden llegar a satisfacer las necesidades energéticas de la humanidad. El sol proporciona un flujo de energía muy superior al consumo humano. El problema radica en cómo usar, distribuir, almacenar y transformar esta energía para minimizar el consumo de combustibles fósiles. Por lo tanto, hoy en día lo primordial al diseñar y construir una edificación es minimizar el consumo de energía utilizando sistemas pasivos de mínimo costo energético. Existen varias fuentes de energías renovables, pero nos centraremos en una de las más sencillas de ser explotada, una rama de la geotermia.

Lo que se busca es aprender a usar eficientemente la energía. Usar eficientemente la energía significa no emplearla en actividades innecesarias, y conseguir hacer las tareas con el mínimo consumo de energía posible. Desarrollar tecnologías y sistemas de vida y trabajo que ahorren energía es lo más importante para lograr un auténtico desarrollo, el cual se pueda llamar sostenible. Por ejemplo, se puede ahorrar energía en los automóviles, tanto construyendo motores más eficientes que empleen menor cantidad de combustible por kilómetro, como con hábitos de conducción más racionales como conducir a menor velocidad o sin aceleraciones bruscas, o simplemente no utilizarlos cuando existe la posibilidad de movilizarse en transporte público.

En la construcción, los tubos que se entierran en el subsuelo son intercambiadores de calor tierra-aire, que se utilizan con el objetivo de enfriar y calentar una corriente de aire que circula a través de estos. El propósito de dichos tubos es enfriar el aire que ingresa en la construcción durante el verano y calentarlos durante el invierno. El uso de este sistema en el acondicionamiento térmico de edificios se ha extendido en los últimos años, haciéndose particularmente útil en invernaderos. Los datos muestran que en muchos casos el sistema permite un ahorro de más del 45% de los requerimientos energéticos (Brunat & Escuer, 2010).

Estos sistemas son utilizados para el acondicionamiento directo de la temperatura interior de las construcciones. Los conductos enterrados funcionan en un sistema cerrado con el espacio a climatizar, y su principio se basa en utilizar el suelo como fuente calorífica (Brunat & Escuer, 2010).

Los estudios de la variabilidad mínima de la temperatura del suelo a una profundidad mayor a 2 m es la razón principal para implementar esta técnica que acondiciona el aire a las diferentes temperaturas según las estaciones, es decir se calienta en invierno y se enfría en verano. Este proceso tiene una mayor eficiencia cuando el aire está relativamente seco (Zhang & Haghghat, 2005). Tomando en cuenta la base de la utilización de los conductos enterrados como elementos de acondicionamiento ambiental, se encontró una posible solución a los problemas

actuales. Aprovechar las características del suelo, es decir, su inercia térmica y su termodinámica de intercambio de calor.

El estudio de estos elementos en la construcción radica en los principios utilizados a continuación.

2.2 EL USO DEL SUELO - APROVECHAMIENTO DE LA INERCIA TÉRMICA

Los intercambiadores de calor suelo - aire, como lo son los tubos enterrados, son óptimos porque permiten utilizar las inercias térmicas diarias y estacionales existentes en el subsuelo. Es decir, se aprovecha la característica del suelo de mantener la temperatura interior frente a los cambios exteriores, por la cual se consigue una temperatura constante de 15° C en cualquier parte del mundo, de día o de noche, en invierno o en verano (Hollmuller & Lachal, 2005).

2.2.1 Propiedades geotérmicas del suelo

La energía geotérmica es la base para la utilización de tubos enterrados como sistema de climatización porque permite utilizar al suelo como sistema de intercambio de calor. Las características térmicas de un suelo están influenciadas por el contenido volumétrico de agua del suelo, la fracción del volumen del aire y la fracción de volumen de los sólidos del suelo, pero también se relaciona con la profundidad. Estudios demuestran que a mayor profundidad mayor es la temperatura (2000 m – 100°C). En el sistema de tubos enterrados, se trabaja con profundidades maniobrables en las que el terreno se mantiene a una temperatura constante a lo largo del año. Investigaciones realizadas en Kusuda en EEUU (1965), determinaron que la temperatura a una profundidad mayor a 2 m ya no presenta variabilidad y corresponde a la media de la temperatura anual (Baver, et al., 1991).

La transferencia del calor dentro de un medio, como lo es el suelo, está definido por dos propiedades: la **conductividad térmica** y la **capacidad calorífica**, que son la base fundamental para el funcionamiento de tubos enterados.

- **La conductividad térmica (λ):** propiedad intrínseca del suelo que está relacionada con su habilidad para conducir calor y con el movimiento de la energía del calor a través del suelo. El calor se mueve de un área de alta temperatura a un área más fría, distribuyéndose a sí mismo para llegar a un equilibrio, donde éste es distribuido uniformemente a través de la sustancia. Cuando la conductividad térmica de un suelo es alta, las variaciones de temperatura en la superficie son menores, además ésta se incrementa con el contenido de humedad. Por lo tanto, un suelo arcilloso y húmedo permite una mejor transmitancia térmica que un suelo duro. Los suelos rocosos, arenosos o volcánicos, por el tamaño de las partículas que lo conforman producen

espacios vacíos que generan un menor intercambio de calor (Cuevas & González Penella, 2008).

- **Alta capacidad calorífica:** es la propiedad térmica del suelo para almacenar calor si cambia la temperatura, pero sin cambiar de fase. La variación de rangos se define en la Tabla 2.1, pero se observa que es un buen acumulador de calor (Cuevas & González Penella, 2008).

Tomando en cuenta estas dos propiedades se puede establecer que, a determinada profundidad, tanto la penetración y enfriamiento del suelo es lento. En la Tabla 2.1 se establecen los diferentes tipos de suelos versus la conductividad térmica y capacidad calorífica.

Tabla 2.1: Tipos de Suelo – Conductividad Térmica – Capacidad Calorífica

Material	Conductividad Térmica (J°/C/s)	Capacidad Calorífica (J°/cm ³ /s)
Suelos arenoso húmedo	0.017	1.68
Arena	0.003	1.26
Arcilla	0.0025	1.26
Orgánico	0.0126	2.39
Nieve compacta	0.0029	0.92

Fuente: (Rosenberg, 1974)

Como ya se mencionó, la masa de suelo posee la capacidad de conservar la energía térmica recibida e ir liberándola progresivamente, es decir posee una gran inercia térmica. Por lo tanto, el suelo es usado como acondicionador térmico de edificaciones (Russel , 1992).

Al conocer las propiedades del suelo, el sistema se basa en un fenómeno físico por el que el aire solo necesita unos instantes para atravesar el dispositivo (tubo), y sale con una temperatura adecuada dependiendo de la época del año.

El amplio uso de Soil Taxonomy (la clasificación Taxonomía de los suelos), elaborado por Estados Unidos, ha permitido ir más allá de sus fronteras, y ha sido aceptado como marco para la clasificación de todos los suelos. En 1974 FAO/UNESCO elaboraron una leyenda para acompañar las hojas del “Soil Map of the World”, donde se demuestra la viabilidad de uso de intercambiadores de calor suelo - aire por las propiedades geotérmicas y termodinámicas del suelo. España, según esta la clasificación, cuenta con cuatro tipos de suelos, y el de mayor predominancia es el suelo Inceptisol como se puede apreciar en Figura 2.1, (Russel , 1992).

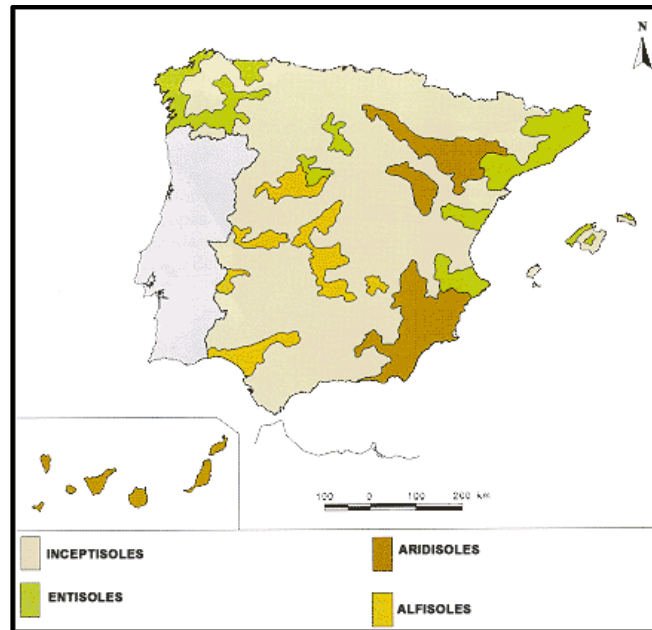


Figura 2.1: Tipos de Suelo en España

Fuente: Internet

Los suelos inceptisoles son aquellos en los que su régimen de humedad es ácuico, o están artificialmente drenados. Régimen de humedad ácuico significa un régimen de reducción en el suelo, que está virtualmente libre de oxígeno disuelto porque está saturado el suelo (Hernández & Escanio, 2006).

2.2.2 Leyes de la Termodinámica

A continuación se realiza una descripción de las dos leyes de la termodinámica que proporcionan un concepto básico para entender el intercambio de calor entre el aire que pasa a través de los tubos y el suelo.

Principios físicos:

- **Primera Ley:** También conocida como principio de conservación de energía. Propuesta por Antoine Lavoisier, establece que si se realiza trabajo sobre un sistema, o bien éste intercambia calor con otro, entonces la energía interna del sistema cambiará. Visto de otra forma, esta ley permite definir el **calor** como la energía necesaria que debe intercambiar el sistema para compensar las diferencias entre trabajo y energía interna. La aplicación práctica de esta ley es el **balance de energía** para un sistema. Como se mencionó antes, el calor es el tipo de energía que interviene en este balance. Es decir,

el calor es la energía que entra o sale de un sistema debido a las diferencias de temperatura entre la pared del sistema y el ambiente (Posada, 2008).

- **Segunda Ley:** Esta ley regula la dirección en la que deben llevarse a cabo los procesos termodinámicos y, por lo tanto, la imposibilidad de que ocurran en el sentido contrario. También establece, en algunos casos, la imposibilidad de convertir completamente toda la energía de un tipo en otro sin pérdidas. De esta forma, La Segunda Ley impone restricciones para las transferencias de energía que hipotéticamente pudieran llevarse a cabo, teniendo en cuenta sólo el Primer Principio. La transferencia de energía puede darse por diferentes procesos como: conducción, convección y radiación térmica (Posada, 2008).

2.3 DIFERENTES CONFIGURACIONES DEL SISTEMA

Existen varias empresas que se dedican al cálculo, implementación y mantenimiento de dichos sistemas. La configuración del sistema de tubos enterrados a implementar dentro de una construcción depende de los requerimientos del proyecto, es decir: el uso del mismo, la superficie a aclimatar, el espacio disponible en donde se vaya a colocar el sistema, la cuantía de calefacción y refrigeración que se exija, y el caudal del aire demandado del espacio a climatizar. Después del análisis de algunos proyectos, y tomando en cuenta la descripción de los diferentes tipos de configuración de sistemas dados por la empresa REHAU, se ha llegado a determinar tres tipos diferentes de configuración de sistemas de tubos enterrados: tipo bloque Techelmann (bloque – rejilla), distribución Techelmann (rejilla) y directos aislados (anillo). Estos tipos de distribución varían entre sí por el número, y la distribución de los de los tubos horizontales (Rehau, 2012).

2.3.1 Directos Aislados (Anillo)

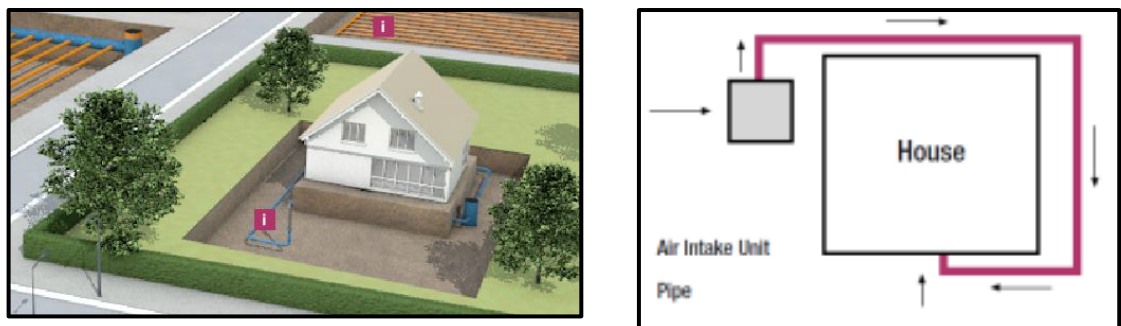


Figura 2.2: Distribución directos aislados

Fuente: (Rehau, 2012)

- **Aplicaciones:** su mayor aplicación es en viviendas familiares y/o construcciones pequeñas. No obstante, ha sido utilizado en escuelas, auditorios, naves industriales, etc.

Se aplica este diseño porque resulta rentable y se puede economizar al poder utilizar trincheras existentes en vez de re-excavar (Rehau, 2012).

- **Características:** Se necesita de un área grande para su instalación puesto que el sistema utiliza un único tubo como sistema de intercambio de calor. La profundidad de colocación varía entre 1.5 y 3 m. El tubo, dependiendo el caudal necesario de intercambio, puede tener diámetros pequeños y/o de gran tamaño. El flujo de aire es entre 150 300 m³/h, (Rehau, 2012).
- **Sistema constructivo:** Su instalación está formada por uno o dos tubos, que están direccionados hacia la cámara central, en donde se encuentra el ventilador que impulsa todo el sistema, y esta a su vez se conecta directamente a la torre de salida del aire. El material de los tubos puede ser de PVC con chapa de acero (Rehau, 2012).
- **Caso de Estudio:**

Casa BASF, University off Nottingham

Descripción del Proyecto

Todos los sistemas y diseños de la vivienda fueron pensados en un contexto de sostenibilidad y contemplan las siguientes categorías: eficiencia energética (CO₂), uso eficiente del agua, uso eficientes de materiales, gestión de Agua Superficial, gestión de residuos del sitio y polución (University of Nottingham, 2008).

La casa tiene una superficie compacta y el diseño se basó en otro diseño solar pasivo extremadamente simple. La construcción tiene fachadas hacia el norte, este y oeste, y está muy bien aislada con el número mínimo indispensable de aperturas para proveerla de luz natural. La fachada sur es totalmente acristalada con un cristal doble capa. Esta abertura permite calentar la vivienda en época de invierno. Toda la construcción cuenta con sistemas de ventilación cruzada, y tubos enterrados para un correcto funcionamiento dependiendo la época del año (University of Nottingham, 2008).

Descripción del sistema de tubos enterrados

- **Flujo de aire:** 174 m³/h
- **Torre:** 1 de ingreso del aire y 2 de salida del aire.
- **Ductos:**

Tubos enterrados - AWADUKT Thermo de 200/250 OD. Con una longitud de 34 m, (The Building Center , 2008).



Figura 2.3: Sistema de Tubos enterrados
Fuente: (University of Nottingham, 2008)

2.3.2 Distribución Techelmann (rejilla)

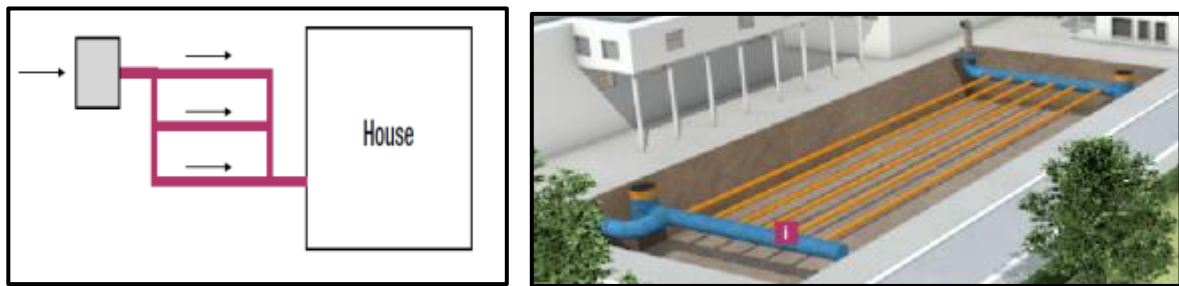


Figura 2.4: Distribución Techelmann (Rejilla)
Fuente: (Rehau, 2012)

- **Aplicaciones:** es utilizado cuando la distribución tipo aislada no se puede realizar debido a que la longitud total de los tubos es muy grande porque existe un mayor volumen de flujo requerido, renovaciones y confort térmico (Rehau, 2012).
- **Características:** como su nombre lo indica, los tubos se colocan en forma de una rejilla y están unidos a dos cámaras de aire (ingreso y salida de aire). Las tuberías de ingreso de aire (superficiales) son de grandes diámetros, mientras que los tubos enterrados, por lo general a 3.0 m de profundidad, tienen un diámetro menor para logran disminuir la velocidad de paso del fluido y maximizar el intercambio de energía. Se utiliza cuando el flujo de aire supera los 300 m³/h (Rehau, 2012).
- **Sistema constructivo:** el material utilizado para los tubos verticales (ingreso y salida del aire) y los que conforman la rejilla varía dependiendo de los requerimientos del proyecto, pero por lo general pueden ser de PVC y/o de hormigón. Este tipo de sistemas son colocados en edificaciones de gran escala, y por esta razón es muy importante tomar en cuenta que las galerías de ingreso y salida del aire deben tener un sistema de evacuación de agua (sea por infiltración del terreno o condensaciones de la tubería). El sistema de tubos enterrados debe trabajar en conjunto con una climatizadora y/o una

unidad de tratamiento de aire; la cual permite regular el caudal y velocidad de aire necesario, y también ayuda a cubrir las demandas pico de la construcción que no pueden ser satisfechas solo con los tubos enterrados, (Rehau, 2012).

- **Caso de Estudio:**

TESCO supermercado en Polonia

Descripción del Proyecto

Tiene un consumo anual de 46.320 kWh, y el diseño del intercambiador de calor tierra-aire proporciona un ahorro en consumo de calefacción en 20.500 kWh por año, que en cuantía de dinero es 2.000 €. También, el sistema genera un ahorro en refrigeración de 1.000 €.

Para comprobar los valores calculados, la empresa REHAU ha optado por llevar a cabo un proyecto de investigación de un año en relación al sistema y en cooperación con la Universidad Técnica de Posen (The Building Center , 2008) .



Figura 2.5: Conexiones del Sistema



Figura 2.6: Sistema de intercambio suelo - aire

Fuente: (Rehau, 2007)

Descripción del Sistema

- **Flujo de aire:** 2700 m³/ h
- **La energía de calefacción en invierno:** 20.500 kWh / año
- **La energía de refrigeración en verano:** 10.700 kWh / año
- **Ductos:**

Tubos enterrados - AWADUKT Thermo de 200. Con una longitud de 700 m.

Tubos de distribución – AWADUKT Thermo 500 OD. Con una longitud de 50 m.

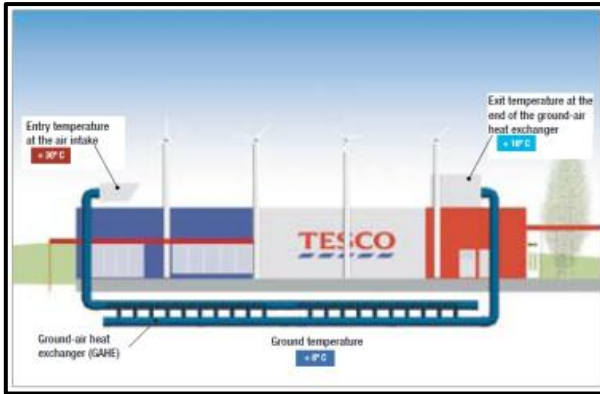


Figura 2.7: Operación en verano

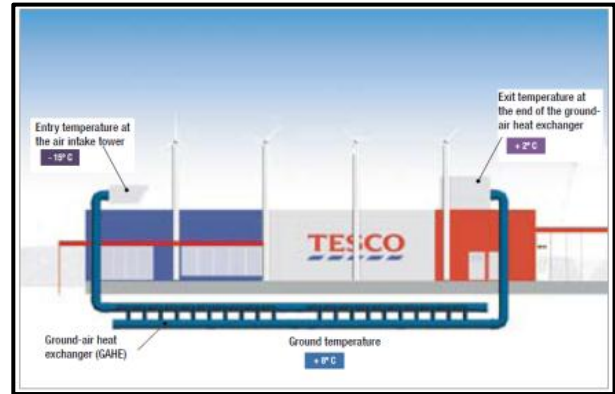


Figura 2.8: Operación en invierno

Fuente: (The Building Center , 2008)

2.3.3 Bloque Techelmann (bloque – rejilla)

Este sistema conjuga los dos métodos antes descritos, pero implementándolos en un espacio limitado; por esta razón se construye su sección como un bloque con varias capas de tubos. Al diseñar este tipo de sistemas es de suma importancia analizar la inercia térmica de todo el bloque porque un mal diseño no permitirá un adecuado intercambio de calor del flujo (The Building Center , 2008).

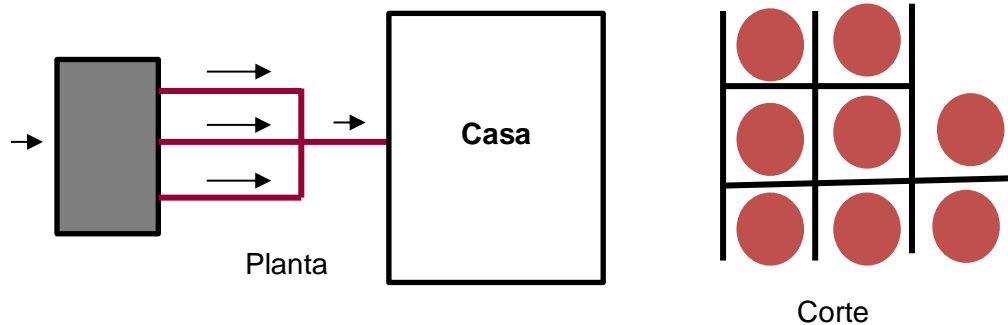


Figura 2.9: tipo bloque Techelmann (bloque – rejilla)

Fuente: (Rehau, 2007)

- **Aplicaciones:** entre las primeras aplicaciones del sistema estuvieron la renovación del aire, la refrigeración en periodos de verano y el precalentado en invernaderos y naves de cría durante el invierno; en donde se logró evitar pérdidas de las cosechas, disponer de mejores condiciones para para los animales, y así mejorar la salud y la productividad. En la actualidad este sistema también es utilizado en viviendas o naves industriales, siempre y cuando los caudales o las exigencias de temperatura sean bajas y la superficie de instalación limitada (The Building Center , 2008).
- **Características:** requiere poco espacio para su instalación debido a su configuración. La profundidad de instalación es entre 1.5 a 2 m, y en algunos casos utiliza un pequeño

extractor de aire para la circulación del aire con un mínimo de consumo energético (The Building Center , 2008).

- **Sistema constructivo:** se instalan los tubos en diferentes capas, los mismos que quedan embebidos en el relleno. Este relleno debe ser macizo y puede ser de hormigón como el propio terreno. El sistema cuenta con una cámara de entrada en un extremo en donde se encuentra el ventilado y filtros de insectos para la impulsión de aire, y otra en el extremo opuesto de la salida (The Building Center , 2008).
- **Caso de Estudio**

Edificio de 38 pisos, para personas mayores Palma de Mallorca

Emplazamiento

Está ubicado en Ciudad de Palma de Mallorca, a unos 500 metros del mar, en el interior de una manzana típica del ensanche. El clima es templado en invierno con temperaturas medias de 10.7°C, (AR Networks, 1999).

El verano es caluroso, pero no en exceso. La temperatura media es de 24°C. Las brisas son habituales en verano, con una frecuencia del 75% de los días (dirección Norte durante el día y Sur durante la noche). Con menor frecuencia sopla el viento del Este. En invierno las componentes dominantes son el Norte y el Oeste, (AR Networks, 1999).

Descripción del Edificio

Es un cuerpo aislado de geometría sencilla con un patio en su interior. Incluye 38 apartamentos para personas mayores distribuidas en tres plantas, y una serie de espacios comunes situados en planta baja (AR Networks, 1999).

La comunicación horizontal se realiza a través de una galería acristalada que rodea el patio y da acceso a los apartamentos. Estas galerías son el principal mecanismo de captación energética y protección solar.

Todas las unidades y espacios comunes cuentan con ventilación cruzada, potenciada por la propia forma del edificio (abierto a las brisas y de alto factor de forma). En las horas centrales del día, cuando la temperatura es excesivamente alta, no es deseable un intercambio de aire con el exterior; es por esto que las ventanas permanecen cerradas y se recurre al sistema de pre-refrigeración por **conductos enterrados** para proveer el confort climático necesario (AR Networks, 1999).

Descripción del Sistema

El sistema conjuga dos tipos diferentes de material (PET y PVC) en la composición de los tubos enterrados y así delimitar la eficiencia del material.

- **Flujo de Aire:** 700-900 m³/h
- **Velocidad:** 0.75 – 3 m/s
- **Longitud del sistema:** 30 m
- **Ductos**

Tubos enterrados – polietileno (PET) PE100DN de 200 mm. Conductividad térmica de 0.37 kcal m/m² h °C.

Tubos enterrados PVC de 200 mm. Conductividad térmica de 0.13 kcal m/m² h °C.

Ductos de distribución – de PVC aislados con camisa de 3 cm de lana roca.

- **Ordenamiento de los ductos:** tres capas situadas a 3.5 (PET), 4.5 (PET) y 5.5 (PVC), separadas mínima entre tubos 0.9 m, entre sí.
- **Ordenamiento de los ductos:** tres capas situadas a 3.5 (PET), 4.5 (PET) y 5.5 (PVC), separadas mínima entre tubos 0.9 m, entre sí.

2.4 ELEMENTOS DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA IN-SITU

Se distinguen de todos los casos de estudio algunos elementos comunes que componen el sistema de tubos enterrados, así como distintas configuraciones en su diseño dependiendo del tipo de edificación a condicionar.

Tomando en cuenta los distintos sistemas de conductos, al igual que su dependencia con el país, tipo de clima, ambiente, y tipo de vivienda donde se va acondicionar, la mayoría de ellos se componen de las siguientes partes:

1. **Torre de entrada del aire (toma de aire):** conducto vertical de admisión de aire exterior. El aire exterior es aspirado hasta el intercambiador aire-tierra por medio de una torre de aspiración. Por defecto se efectúa una depuración previa del aire aspirado mediante un filtro grueso o fino. La mayor parte de las partículas sólidas y el polen son retenidos, con lo cual se minimiza la contaminación del tubo del intercambiador geotérmico aire-tierra, (Rehau, 2012).

2. **Colector:** se encuentra conectado directamente a la torre de entrada. Recoge el flujo de aire y lo distribuye a los ductos transversales, (Rehau, 2012).



Figura 2.11: Colector
Fuente: Internet

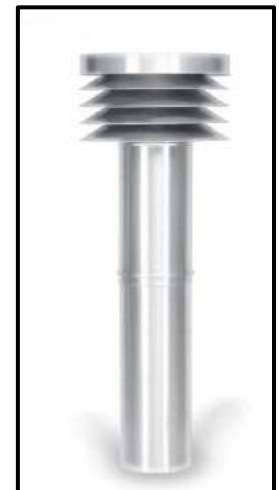


Figura 2.10: Torre de entrada
Fuente: Internet

3. **Conjunto de conductos horizontales enterrados:** por donde circula el aire y se realiza el intercambio de calor. Son tubos macizos, de gran rigidez longitudinal, que se fabrican para satisfacer específicamente los requerimientos que impone un sistema de intercambiador geotérmico aire-tierra. Deben ser de elevada eficiencia al suministro de aire fresco higiénico, a la estanqueización fiable y a la evacuación segura de los condensados. Además, deben permitir todas las intervenciones de mantenimiento y reparación. Es importante, de ser factible, que contengan una capa interior antimicrobiana, por lo general compuesta por partículas de plata, y cuyo resultado es un aire fresco higiénico. Cabe mencionar que es importante que los tubos estén impermeabilizados ante el radón (Rehau, 2012).



Figura 2.12: Conjunto de tubos
Fuente: Internet

4. **Sistema mecánico de impulsión de aire mediante ventilador:** sirve para conseguir el ingreso del caudal de aire necesario, en algunos casos incluido en la máquina de climatización utilizada, (Rehau, 2012).
5. **Distribución a los recintos:** en cada ambiente mediante conductos y rejillas,
6. **Sistemas de extracción de aire:** para asegurar la renovación de aire, (Rehau, 2012).

La Figura 2.13 muestra el esquema de todo el sistema.



Figura 2.13: Configuración del Sistema
Fuente: (Rehau, 2012)

Existen dos elementos que no se encuentran localizados en la Figura 2.13, pero son muy importantes y deben ser mencionados.

- 7. Evacuador de condensados:** En verano se puede formar en el sistema de tubos agua de condensación, a causa del enfriamiento del aire aspirado. Para asegurar la operatividad a largo plazo del intercambiador geotérmico aire-tierra y evitar la formación de olores, es preciso evacuar el condensado de forma definida. Dependiendo del sistema que se ocupe, se mencionan dos:



Figura 2.14: Evacuador de Condensaciones
Fuente: (Rehau, 2012)

- **Depósito colector de condensados para edificaciones sin sótano:** en las construcciones sin sótano hay que evacuar el agua de condensación a un depósito colector con bomba. Este colector descansa sobre un suelo plano. Para prevenir la entrada de aire no filtrado en el sistema de tubos a través de dicho depósito colector, éste queda hermetizado mediante una envoltura de fundición que estanca al aire. El agua de condensación se conduce desde el tubo del intercambiador geotérmico aire-tierra hasta el depósito colector de condensados por medio de una derivación. A continuación, se bombea el agua de condensación hacia el exterior con una bomba sumergible, (Rehau, 2012).
- **Desagüe de condensados para edificaciones con sótano:** si la construcción tiene sótano, se puede conducir el agua de condensación hasta el colector de evacuación de la propia edificación a través de un desagüe. La conexión se realiza mediante una derivación para condensados, que se monta en el punto más bajo de la tubería del intercambiador geotérmico. Para prevenir la formación de olores desagradables, se intercala un sifón con esfera entre el desagüe para condensados y el colector de la red de evacuación del edificio (Rehau, 2012).
- **Filtros:** permiten retener las impurezas aspiradas del aire que ingresa (Rehau, 2012).

2.5 PRINCIPIOS DE FUNDAMENTOS – MODELO TEÓRICO

Los tubos enterrados se basan en la utilización de la energía térmica del subsuelo para tratar el aire de ventilación de las construcciones antes de que éste ingrese a la construcción, es decir, lo pre-trata. El aire que ingresa presenta un mayor grado de confort térmico porque se obtiene un aire más cálido del habitual en tiempo frío y más fresco en tiempos cálidos. El criterio de utilización de este sistema se basó en extensas mediciones en campo, a diferentes profundidades terrestres y en varios lugares. Estudios demuestran que el suelo a profundidades mayores a los 2 m mantiene constante su temperatura (15° C) durante todo el año. Al suponer que la temperatura del suelo es una pura función armónica, el suelo muestra perfiles de temperatura que pueden ser representados matemáticamente en función del tiempo (Labs 1989 y Mihalakakou en 1992). Aplicando dichas representaciones matemáticas se han podido hacer varios modelos de simulaciones del intercambio térmico suelo – tierra; la mayoría de ellos dividen al conducto en un número finito de volúmenes de control a lo largo de toda la longitud de funcionamiento (Baver, et al., 1991).

Para definir el sistema de tubos enterrados, se ha determinado que el equilibrio del calor para cada volumen de control (la pérdida de calor / ganada por el aire es igual al calor ganado / perdida de la tierra) permite predecir la salida de la temperatura del aire al ingresar a la casa y una fracción del caudal de entrada a la vivienda (uno por ventilación e infiltración), es decir, el caudal que accede por los tubos (Brunat & Escuer, 2010).

El aire que penetra dentro del tubo, por una toma de aire debidamente protegida, circula por la canalización enterrada gracias a un sistema de impulsión; y se reparte por las estancias del edificio a climatizar, asegurando un aporte de aire nuevo en toda la construcción. Uno de los mayores problemas que tenía el sistema eran las condensaciones, pero en la actualidad se ha mejorado; así como también la optimización de la regulación térmica mediante el reparto de aire a cada pieza o volumen individual, y también un correcto tratamiento del nivel sonoro del soplido del aire dentro del pozo (Brunat & Escuer, 2010).

La Figura 2.15 muestra el proceso de intercambio de calor entre el suelo y el flujo circulante.

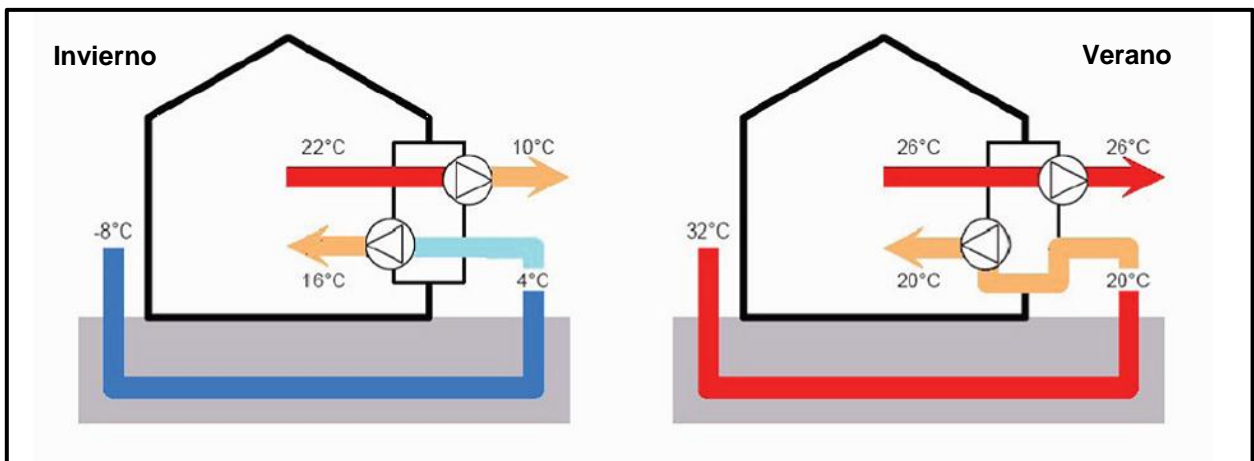


Figura 2.15: Esquema básico del funcionamiento del tubos enterrados

Fuente: Internet

2.6 CRITERIOS PARA DISEÑAR UN SISTEMA DE TUBOS ENTERRADOS

Un buen diseño contempla los siguientes criterios:

- Diseñar el uso que queremos dar al sistema en función del espacio a ventilar o “climatizar” (cálculo de cargas).
- Definir el caudal de aire necesario.
- Analizar la temperatura media del lugar.
- Definir el material del tubo
- Calcular la extensión en metros de los tubos (conductos). Método de simulación dinámica. Este valor es dado, por un cálculo simulado, por el fabricante.

Además, una reducción de temperatura del flujo de aire será mayor si se toma en cuenta lo siguiente:

- Mayor sea el recorrido del aire dentro del tubo.
- Menor sea el diámetro del tubo.
- Menor sea la velocidad del aire dentro del tubo.
- Mayor sea la diferencia de temperatura.

En general, las posibilidades de utilizar tubos enterrados dependerán del tamaño y el tipo del terreno, que incidirá directamente en la facilidad de incorporar tubos a diferentes profundidades y con la extensión adecuada.

En primera instancia, se debe asegurar que dentro del tubo se den condiciones de flujo turbulento y/o laminar, dependiendo el caso, y que el periodo de permanencia del flujo sea el suficiente para lograr el intercambio de calor entre el aire aspirado y el subsuelo. También, es de suma importancia la velocidad del aire dentro del tubo del intercambiador geotérmico aire – tierra, varios expertos aseguran que debe situarse entre 1 y 4 m/s (Vidal & Vidal, 2011). La Figura 2.16 muestra un esquema del funcionamiento.

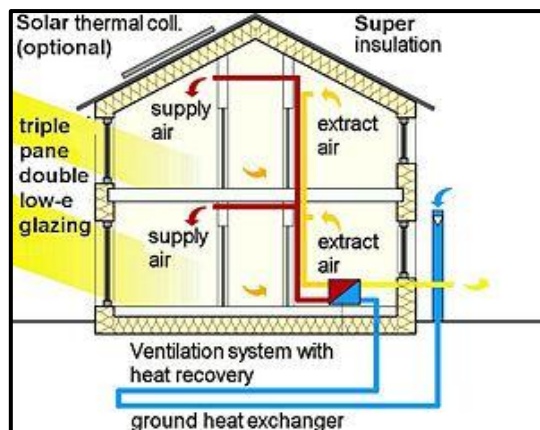


Figura 2.16: Sistema de Tubos Enterrados

Fuente: Internet

2.7 CALCULOS DEL SISTEMA

El cálculo de sistemas de tubos enterrados se fundamenta en determinar la superficie total de transferencia necesaria para el intercambio de calor, jugando con los valores como la sección y diámetro de la tubería, velocidad del aire y el caudal de circulación. Todos estos parámetros están ligados al volumen del espacio a ventilar, (Ruiz Muñoz, 2009).

Cálculo del transmitancia térmica de la tubería, que depende del diámetro y de la conductividad térmica del material:

$$\Lambda = \frac{1}{R_i} = \frac{\lambda}{\frac{D_e}{2} \ln \frac{D_e}{D_i}} = \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

Ecuación 2.1: Transmitancia parcial del conducto
Fuente: (Ruiz Muñoz, 2009)

Dónde:

D_e =Diámetro exterior

D_i =Diámetro interior

λ = coeficiente de conductividad térmica

R_i = Resistencia térmica interior

Cálculo de la transmitancia del conjunto suelo – ducto, tomando en cuenta la resistencia térmica interior.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + R_i} = \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

Ecuación 2.2: Transmitancia de todo el conjunto (suelo – ducto)
Fuente: (Ruiz Muñoz, 2009)

Dónde:

h_i = Transmitancia interna de la tubería.

R = Resistencia térmica del ducto.

Cálculo de la temperatura media de la variación de temperatura dentro del intercambiador de calor:

$$T_m = \frac{T_{entrada} + T_{salida}}{2} = ^\circ C$$

Ecuación 2.3: temperatura media
Fuente: (Ruiz Muñoz, 2009)

Cálculo de la capacidad de enfriamiento del conducto:

$$C_e = \frac{\phi}{A} = U(T_m + T_t) = \frac{W}{m^2}$$

Ecuación 2.4: Capacidad de enfriamiento
Fuente: (Ruiz Muñoz, 2009)

Dónde:

C_e = Capacidad de Enfriamiento (w/m^2)

ϕ = flujo de calor

A= área del tubo

T_m =Temperatura media del aire

T_t =Temperatura del terreno

U= Transmitancia de todo el conjunto

Cálculo de la capacidad de enfriamiento del conducto:

$$E_e = \left(\frac{i}{V_e}\right)_{entrada} - \left(\frac{i}{V_e}\right)_{salida} = \frac{W \cdot s}{m^3}$$

Ecuación 2.5: Enfriamiento del conducto
Fuente: (Ruiz Muñoz, 2009)

Dónde:

E_e = energía a eliminar

i =Entalpía del aire seco KJ/kg

V_e = Volumen específico del aire (m^3/kg)

Cálculo de la superficie del conducto:

$$S = \frac{E_e Q}{C_e} = m^2$$

Ecuación 2.6: Superficie del ducto
Fuente: (Ruiz Muñoz, 2009)

$$Q = V\pi r^2 = \frac{m^3}{s}$$

Ecuación 2.7: caudal de aire que ingresa al ducto
Fuente: (Ruiz Muñoz, 2009)

Dónde:

C_e = Capacidad de Enfriamiento (w/m^2)

E_e = energía a eliminar

V = velocidad de ingreso del aire (m^3/s)

Al tener el perímetro de la tubería ya definida solo queda obtener longitud:

$$L = \frac{S}{2\pi r} = m$$

Ecuación 2.8: Longitud del ducto
Fuente: (Ruiz Muñoz, 2009)

2.8 VENTAJAS Y DESVENTAJADAS DEL SISTEMA

Las ventajas de los tubos enterrados son numerosas:

- La inversión inicial es mucho menor que la de un sistema de climatización convencional, especialmente si el diseño de la estructura ya contempla dicha posibilidad. Por otra parte, los requerimientos energéticos son completamente marginales, implicando la utilización del sistema y el mantenimiento (Ruiz Muñoz, 2009).
- Se destaca que el sistema es especialmente duradero, y completamente sostenible y ecológico (Ruiz Muñoz, 2009).

Como todo sistema, también presenta ciertas desventajas que se resumen a continuación:

- Las funciones de precalentamiento en invierno y refrigeración en verano están afectadas por dos desfases, uno diario y otros estacionales dados por la inercia térmica del subsuelo.
- Esta inercia térmica condiciona un desfase temporal, alcanzando el subsuelo inmediato los valores más frescos por la mañana en primavera, y los valores más cálidos por la tarde en otoño.
- Se observa que el rendimiento del sistema (diferencial de temperatura obtenido) no es constante, siendo esta función de la temperatura de entrada (la temperatura de salida del aire por los difusores se mantiene prácticamente constante, mientras la temperatura exterior fluctúa, (Ruiz Muñoz, 2009).

3 CASA POMARET

Los tres retos que vertebraron el proyecto fueron: emplazar nuevas viviendas que dialoguen con las existentes, una integración formal con el espacio verde colindante y, el más importante, incorporar sistemas pasivos y activos. Por lo tanto, “Casa Pomaret” es un proyecto ejecutado y funcional que conjuga a la arquitectura, al diseño y al desarrollo arquitectónico bioclimático con el confort y la salubridad que una vivienda debe brindar a sus usuarios. Este proyecto fue llevado a cabo por el Equipo de Arquitectura Pich-Aguilera - Felip Pich-Aguilera y Teresa Batlle.

El proyecto plasmó un conjunto de viviendas gemelas ubicadas en el límite de la ciudad de Barcelona, lindando el espacio natural de Collserola. El diseño y construcción de esta vivienda, como ya se mencionó, no renuncia a los parámetros de confort, sino más bien optimiza los medios para alcanzar dicho confort por medios sostenibles. Se tomó en cuenta aspectos bioclimáticos desde la fase inicial del proyecto porque el 70% de los factores de eficiencia final de una edificación estriban en criterios básicos del proyecto (Pich Aguilera & Batle, 2012).

3.1 UBICACIÓN Y CLIMA

“Casa Pomaret” se encuentra situada en la latitud de $N41^{\circ} 24' 32.75''$, $E2^{\circ} 7' 9.16''$ y está ubicada en el municipio de Barcelona, distrito de Sarrà-St. Gervasi, en la calle Pomaret, parcela 96. El acceso principal está situado en la fachada Sur - Oeste de su planta baja, y puede realizarse por los parqueaderos o por el ingreso principal (Figura 3.2).



Figura 3.1: Ubicación de la vivienda

Fuente: Internet

EFICIENCIA ENERGÉTICA A TRAVÉS DE UTILIZACIÓN DE POZOS CANADIENSES

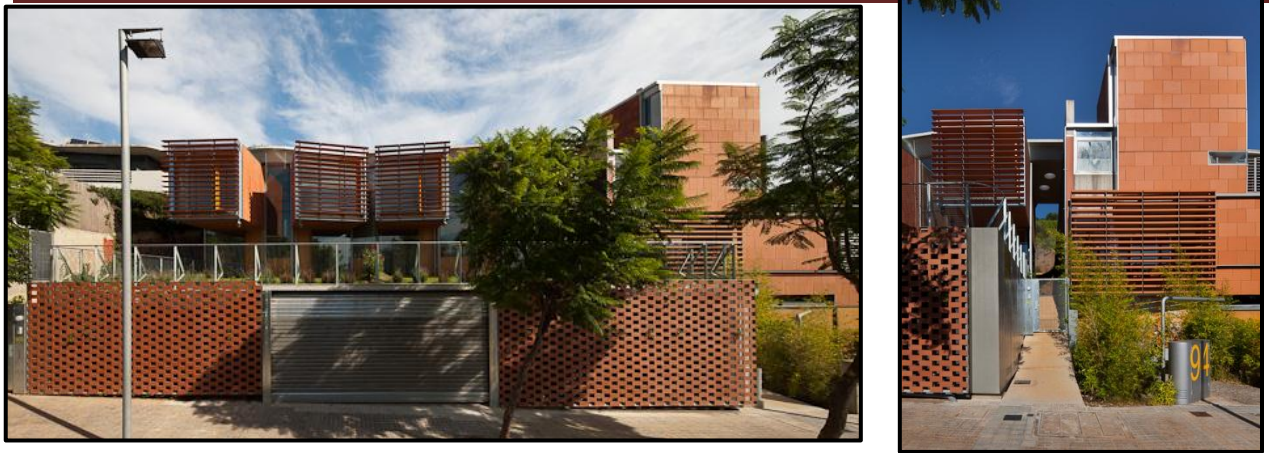


Figura 3.2: Ingreso a la Vivienda
Fuente: Archivo Fotográfico Casa Pomaret

Las fachadas de la vivienda se encuentran emplazadas como se muestra en la Figura 3.3. Estudios de la dirección de los vientos en Barcelona muestran que durante todo el año la mayoría de los vientos provienen del Norte. No obstante, en época de primavera y verano, las brisas del Mediterráneo provocan una mayor interacción entre la brisa de la tierra y la procedente del mar. Por esta razón, se puede decir que en gran parte de la primavera - verano los vientos provienen más del Sur (Muñoz, 2001). En conclusión, durante este periodo las fachadas Sur y Oeste (ingreso) están en dirección donde el viento pega directamente (barlovento), y las fachadas Este y Norte en contra (sotavento).

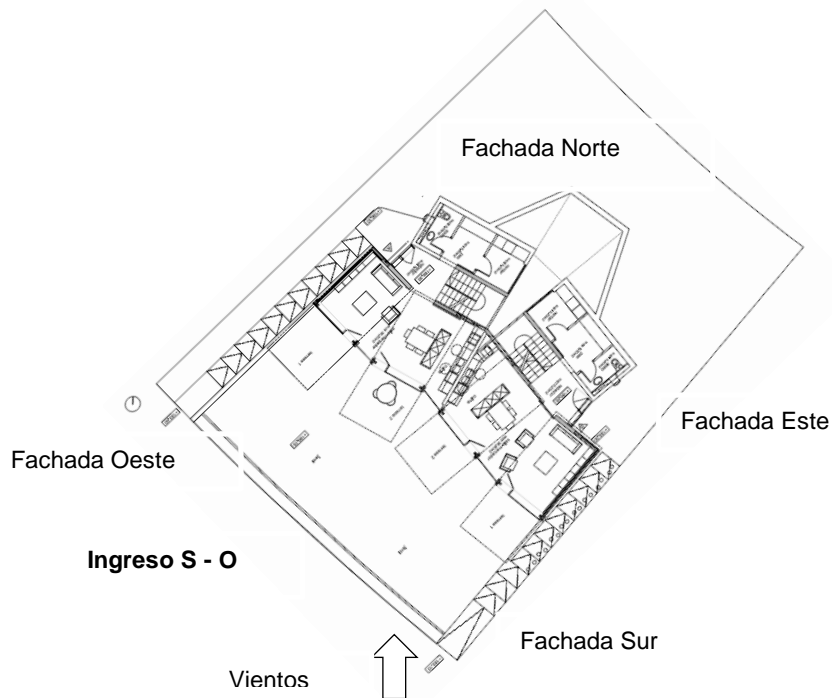


Figura 3.3: Fachadas de la vivienda
Fuente: Planos Casa Pomaret

La ciudad de Barcelona goza por su ubicación de un clima mediterráneo de tipo Litoral Central. En la Figura 3.4 se observa la variación de las temperaturas y precipitaciones anuales en la ciudad. Se observa que los inviernos no son muy fuertes ya que las temperaturas varían entre los 9°C a 11°C. Los veranos son calurosos, y las temperaturas medias están entre 23°C y 24°C. La amplitud térmica anual se considera moderada y la diaria media es de 9°C, aproximadamente, en los meses de mayor calor (verano). En cuanto a las precipitaciones anuales, su valor medio es alrededor de 600 mm, siendo otoño la estación de más lluvia, seguida de la primavera. En época de verano existen muy pocas precipitaciones, y se considera la época seca, sobre todo en julio (Generalitat de Catalunya, 2010).

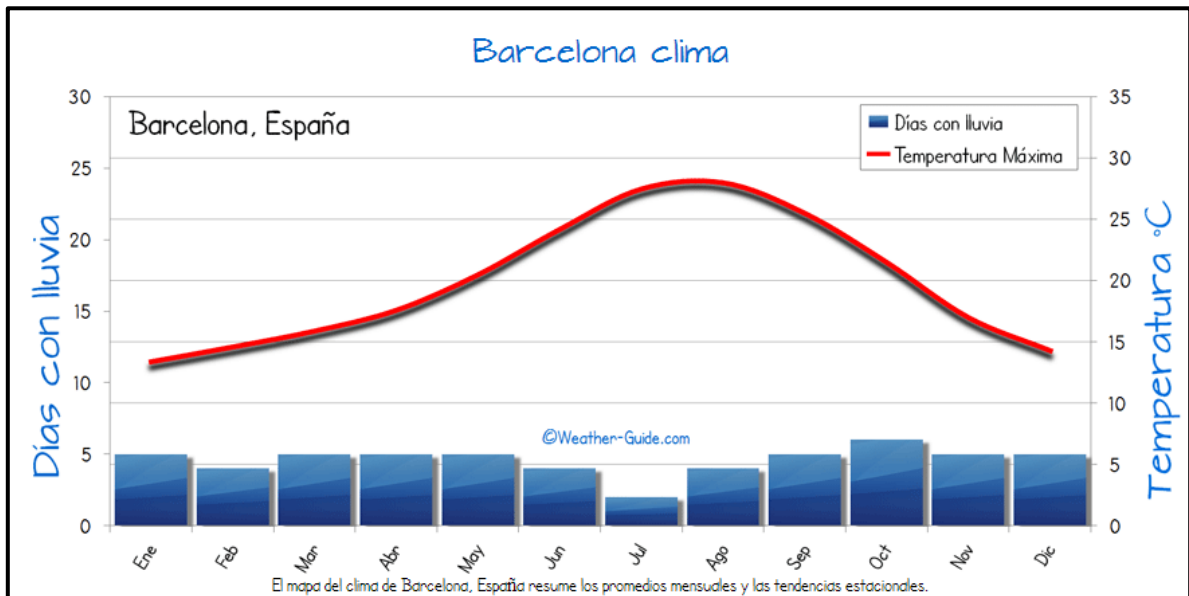


Figura 3.4: Variación de la Temperatura y Lluvia durante todo el año

Fuente: Weather – Guide.com

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

La construcción cuenta con tres plantas. La planta cero o sótano, que está ubicada al nivel de la calle, es de aparcamiento, instalaciones y almacén. La planta baja o primera planta es donde se distribuye la zona de día, salón y zonas de estar. La segunda planta o planta alta es la de dormitorios y estudio. La adaptación progresiva a la topografía permite una estrecha relación de cada planta con el espacio exterior.

Lo que buscó plasmar el diseño arquitectónico en la estructura es la integración de los volúmenes edificados en el terreno, respetar las alturas en los límites oeste, sur y norte, sin agotar el límite, y jugar con una sucesión de volúmenes subdivididos. En el límite este, la casa

EFICIENCIA ENERGÉTICA A TRAVÉS DE UTILIZACIÓN DE POZOS CANADIENSES

se conjuga para dar continuidad con la vivienda adyacente existente; tomando en cuenta la volumetría, y desde el punto de vista formal y de materiales (Pich Aguilera & Batle, 2012).

Los tres niveles de la casa tienen espacios exteriores vinculados, adaptándose sucesivamente a la topografía, donde se hizo coincidir el nivel de la cubierta con la cota superior del solar. Una vista superior de la casa permite ver la cubierta ajardinada exterior que se extiende sobre la parte media de los cuatro módulos autónomos, en donde se ubican los dormitorios y estudios. Dichos módulos permiten generar y delimitar, tanto los espacios interiores como los exteriores de la vivienda; pero a su vez al ser apreciables en todas sus fachadas, aportan complejidad espacial y generan mejoras visuales. Además, esta fragmentación volumétrica ayuda a reducir el impacto de radiación de la fachada principal (Pich Aguilera & Batle, 2012).

La cerámica combinada con el hormigón visto, que son predominantes, son los materiales en utilizados para acabados; y con ellos se buscó que se fusione la vivienda con su entorno.

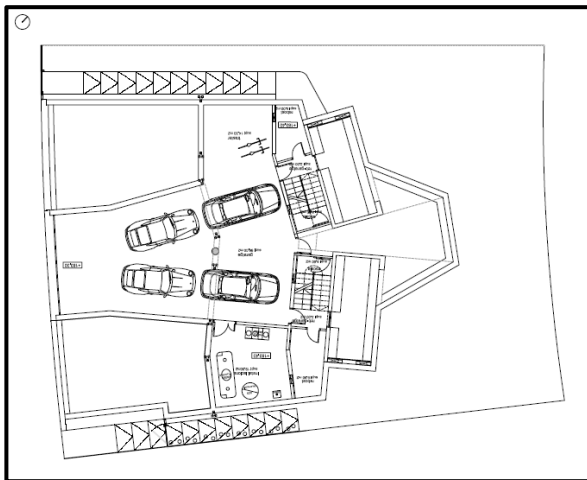


Figura 3.6: Panta Sótano
Fuente: Planos Casa Pomaret

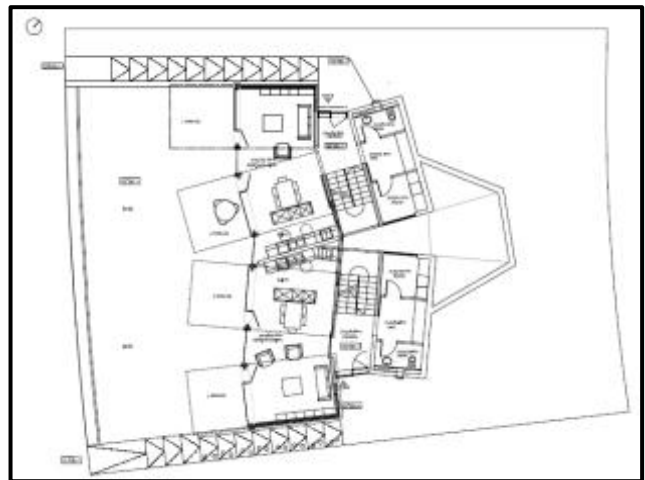


Figura 3.6: Planta Baja
Fuente: Planos Casa Pomaret

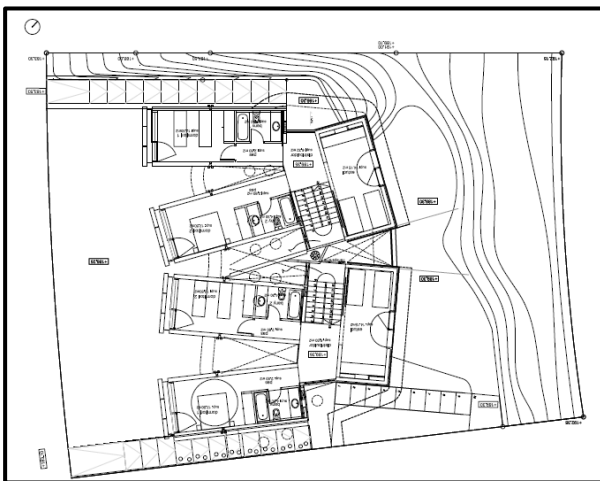


Figura 3.8: Planta Primera
Fuente: Planos Casa Pomaret

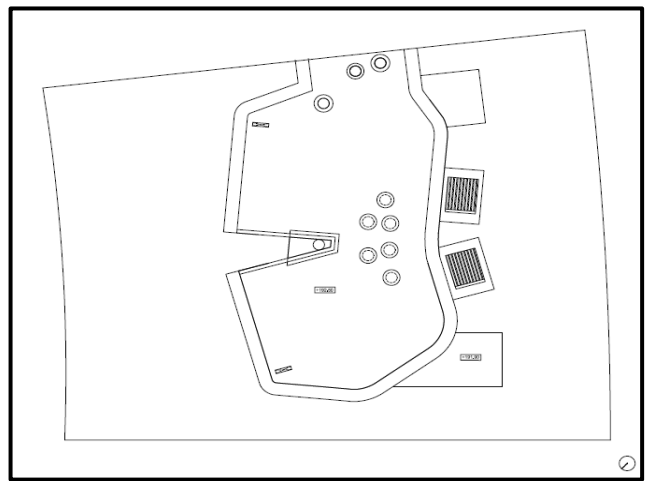


Figura 3.8: Panta Cubierta
Fuente: Planos Casa Pomaret

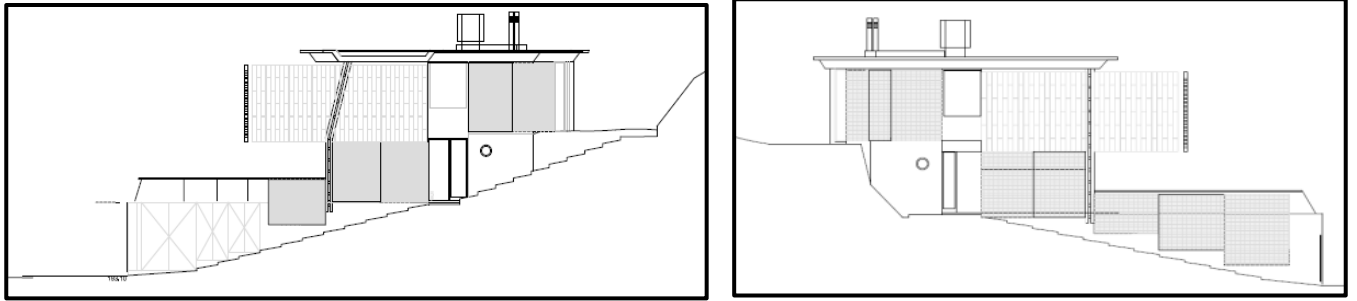


Figura 3.9: Fachadas Laterales

Fuente: Planos Casa Pomaret

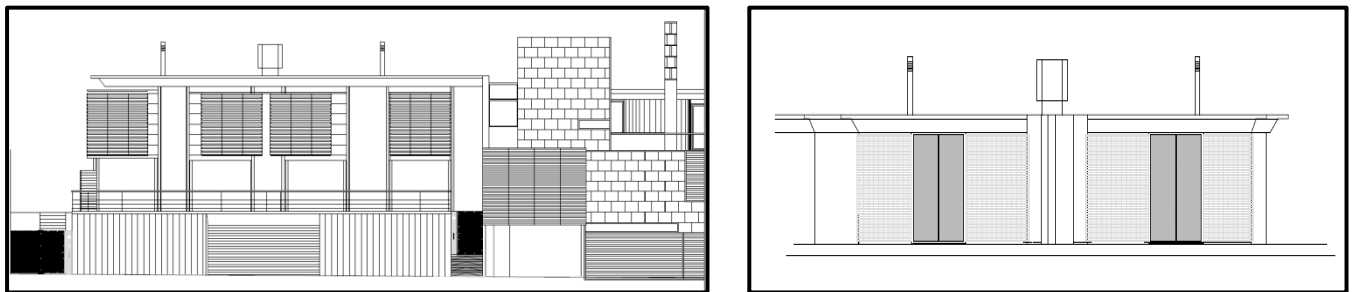


Figura 3.10: Fachadas Principal y Posterior

Fuente: Planos Casa Pomaret

Los Planos Principales del Proyecto se encuentran en los Anexos.

En la Tabla 3.1 se resumen las áreas de cada una de las plantas y toda la construcción.

Tabla 3.1: Superficies Casa Pomaret

Planta	Área (m ²)
Sótano	
Superficie útil	174.37
Superficie Construida	210
Planta Baja	
Superficie útil	115.49
Superficie Construida	137.12
Planta Primera	
Superficie útil	127.69
Superficie Construida	157.65

3.3 ASPECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

La base para edificar una vivienda sostenible es el adecuado diseño, construcción y elección de materiales. Es fundamental contemplar aspectos como: el emplazamiento, su entorno, la distribución de la vivienda, adaptabilidad a las necesidades cambiantes, consumo de energía, criterios de climatización, uso de nuevas energías, selección de materiales, tipo de instalaciones, método constructivo, confort, etc.

El objetivo central de la estrategia utilizada en la vivienda fue optimizar el comportamiento pasivo del edificio, que se vincula directamente a la disminución del impacto ambiental y al consumo de energía. En segundo lugar, la demanda energética restante es satisfecha bajo sistemas eficientes, o por fuentes de energía renovables (Pich Aguilera & Batle, 2012).

Todos los sistemas implementados permiten que la vivienda sea ambientalmente óptima. La estrategia utilizada puede suponer un ahorro de hasta un 30% en los consumos, en comparación con una vivienda de referencia.

Para entender todos los aspectos medioambientales y de sostenibilidad que se manifiestan en “Casa Pomaret”, a continuación se ha hecho una subdivisión de varios criterios tomados según el Decreto 21/2006 del código técnico.

Se toma en cuenta el diseño de las fachadas, orientación de la vivienda, ventilación natural, tipo de cubiertas, etc.

La vivienda está equipada con sistemas pasivos y activos que se describen a continuación:

3.3.1 Sistemas Pasivos

Son el conjunto de técnicas dirigidas a aprovechar la energía solar de forma directa sin transformarla en otro tipo de energía. Energía que se utiliza inmediatamente o para su almacenamiento sin la necesidad de sistemas mecánicos ni aporte externo de energía, aunque puede ser complementada por estos. Estas estrategias no son de uso general, y deben adecuarse a cada condición y sitio particular donde se desee construir o diseñar un edificio bioclimático. Los sistemas que se han utilizado en Casa Pomaret son: ventilación natural, aislamiento, protección solar y sistemas de refrigeración natural (Dias Bordalo, 2010).

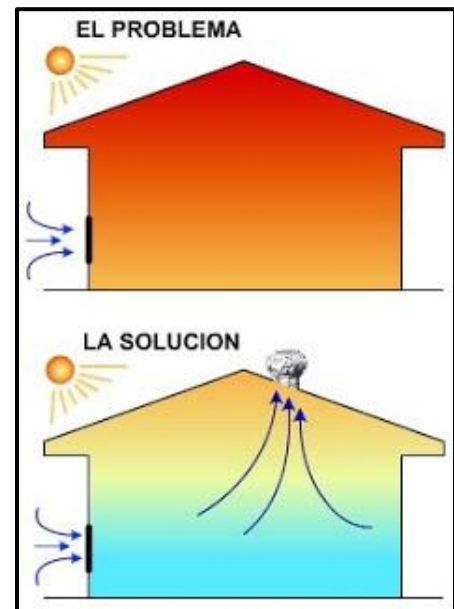


Figura 3.11: Sistema de Ventilación Natural

• Ventilación Natural

La renovación del aire al interior de la edificación se da de manera natural porque todas las habitaciones de la vivienda están en contacto entre ellas y orientadas a diferentes fachadas. La vivienda cuenta con un extractor que funciona por el “Principio de Venturi”, el que provoca una ventilación estática del calor acumulado mediante renovaciones constantes (24 h/días), sin consumo y no necesita mantenimiento.

El diseño prioriza las ventilaciones cruzadas naturales, es decir, los espacios interiores están proyectados para facilitar las ventilaciones cruzadas entre plantas. La ventilación natural en conjunto con el sistema activo de tubos enterrados (explicado en sistemas activos) permite una refrigeración óptima en verano, en especial en la noche.

Para conseguir una plena renovación del aire interior de la vivienda, se recomienda que la ventilación sea de manera acotada en periodo de invierno. Es importante que las ventanas permanezcan abiertas durante 10 minutos en las horas más calurosas del día para evitar las pérdidas energéticas (Pich Aguilera & Batle, 2012).

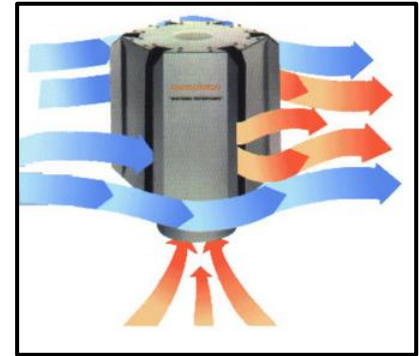


Figura 3.12: Aerospiratos

Fuente: Internet

• Aislantes

Se conoce que los materiales que actúan como aislantes térmicos tienen la capacidad para oponerse al paso del calor por conducción. Se evalúa su resistencia térmica. En “Casa Pomaret” se utilizó un buen aislamiento térmico para conseguir unos bajos consumos energéticos. Entre los materiales y sistemas implementados se tiene:

- a. **Cerramientos:** cuenta con cerramientos opacos que tienen un buen aislamiento térmico. Las partes macizas de los diferentes cerramientos verticales exteriores se componen de un sistema integral e industrializado, compuesto por unos grandes paramentos que integran un aislamiento de lana de roca, e incorporan todos los perfiles que sustentan, tanto los tabiques interiores como la fachada ventilada. La cerámica también se utiliza como recubrimiento horizontal de los módulos. Estas piezas cerámicas perforadas son las que dan al interior nuevas texturas, y le proporcionan un buen comportamiento acústico.

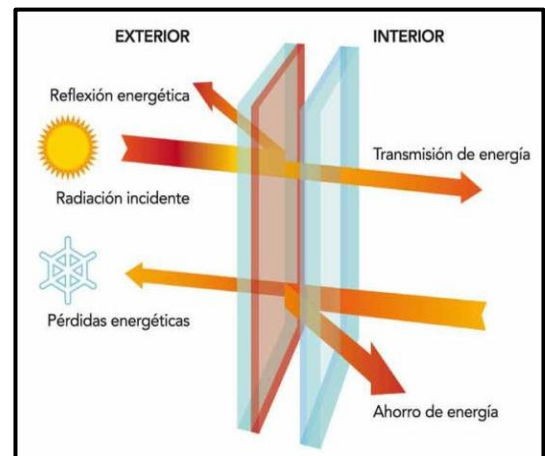


Figura 3.13: Fachada con aislamiento térmico

Fuente: Internet

- b. Cubierta:** el sistema de cubierta invertida transitable recoge y almacena el agua de lluvia, culminando con una superficie vegetal ligera y autosuficiente. Se destaca por el ahorro energético que aporta; además, dota a la vivienda de una inercia térmica que ayuda a suavizar los aumentos de temperatura exterior.
- c. Aberturas de fachada:** cuenta con vidrios dobles y carpinterías de madera. Este tipo de fachada garantiza un excelente aislamiento térmico y permite evitar los puentes térmicos.
- d. Aislamiento acústico:** la vivienda cuenta con paredes multicapa compuestas por placas de cartón-yeso (13 mm + 13 mm), una estructura portante de 46 mm, donde se coloca un aislamiento de lana de roca de densidad de entre 26 y 35 kg/m³ de 40 mm de grueso, una placa de cartón-yeso (13 mm), otra estructura portante de 46 mm con aislamiento de lana de roca de densidad de 26 a 35 kg/m³ y de 40 mm de grueso, y dos placas más de cartón-yeso (13 mm + 13 mm). Esta estructura permite una separación entre las propiedades, y cumple con un aislamiento de sonido aéreo R de **48 dBA** (norma establece R de ≥ 28 dBA).

• Protección Solar

La luz es fuente de vida, de alegría, y permite evitar las humedades. Es importante que en una infraestructura todas las habitaciones tengan luz natural. (Aulí, 2005) Por ello, las aberturas de “Casa Pomaret” están orientadas al Sur-Oeste de la vivienda, y dispone de protección solar.

Las aberturas de los módulos disponen de una única pieza cerámica con diversas formas que forran los cuatro módulos.



Figura 3.14: Piezas Cerámicas de protección
Fuente: Archivo Fotográfico Casa Pomaret

En los paramentos verticales opacos, la cerámica se coloca como fachada ventilada permitiendo un buen comportamiento bioclimático hacia el interior; también, frente a las aberturas, se transforman en profundas celosías que evitan el exceso de radiación, y aportan una componente tecnológica y de innovación al conjunto.

Las cristaleras de las zonas comunes se encuentran protegidas por una estructura metálica, recubierta con vegetación. Por el momento, la insolación es directa ya que la vegetación se encuentra en crecimiento; pero al paso de unos meses, cuando termine de crecer, la protección solar será completa. Por último, en la primera planta, los módulos de las habitaciones, por su geometría, permiten generar sombra sobre los ventanales y las estancias orientadas a sur-oeste de planta baja.



Figura 3.15: Cristalera con vegetación

Figura 3.16 muestra el perfil de la sección y el funcionamiento bioclimático

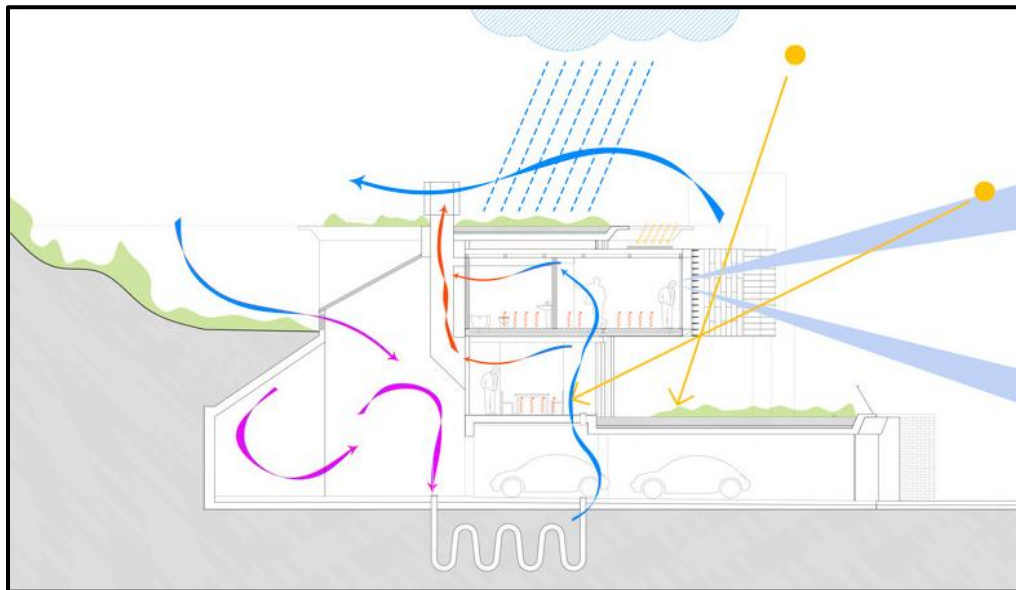


Figura 3.16: Sección Bioclimática

Fuente: Archivo Fotográfico Casa Pomaret

- **Sistemas de refrigeración natural**

Se optó en las viviendas el integrar la vegetación en la fachada. Esto permite una refrigeración natural en época de verano. La vegetación colgante aporta humedad al ambiente exterior seco del verano, lo que favorece a un mayor confort en el interior de las viviendas (Pich Aguilera & Batle, 2012). En la Figura 3.17 se ilustra el sistema utilizado.

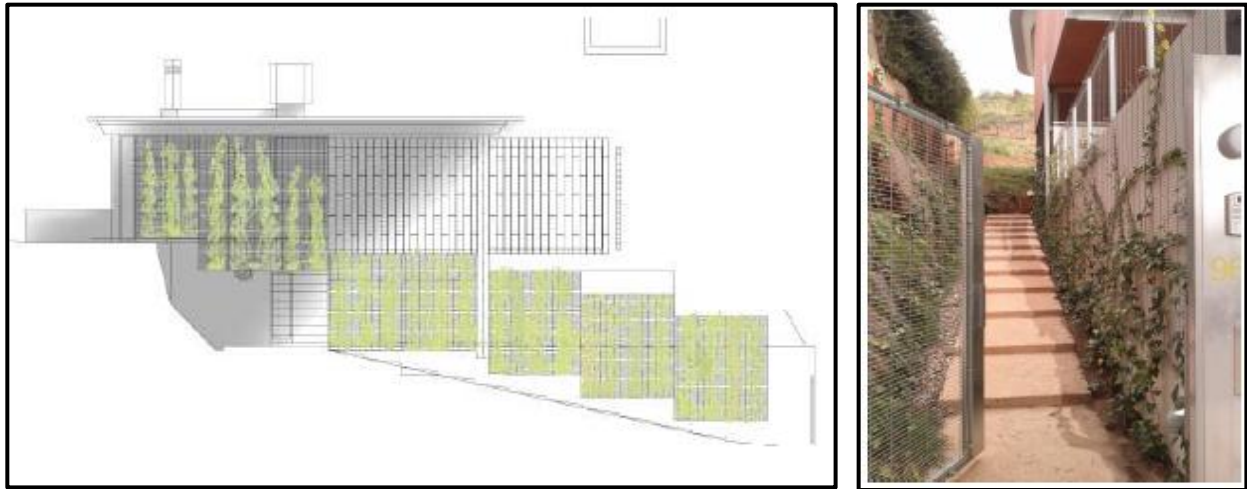


Figura 3.17: Sistema de refrigeración natural

Fuente: Archivo Fotográfico Casa Pomaret

3.3.2 Sistemas activos

Estos sistemas aplican directamente las nuevas tecnologías de aprovechamiento de las energías renovables. También, se toma en cuenta en este apartado todos aquellos sistemas de ahorro energético, y todos aquellos otros sistemas de control ambiental que necesitan un gasto inicial de energía para su correcto funcionamiento: sistemas móviles de parasoles, domótica, sistemas variables de iluminación, etc. (Celis, 2000).

Casa Pomaret cuenta con los siguientes sistemas Activos:

- **Iluminación eficiente tipo LED**

La luz es un elemento de vital importancia en la casa ya que, aparte de permitirnos todo tipo de actividades, influye poderosamente en nuestra sensación de confort. La luz LED (siglas en inglés Light-Emitting Diode, diodo emisor de luz en español) se refiere a un componente optoelectrónico pasivo, o más concretamente a un diodo que emite luz (Pich Aguilera & Batle, 2012).

La iluminación de toda la vivienda es tipo LED, es decir de bajo consumo. Se instalaron detectores de presencia para que no exista ningún tipo de desperdicio en el consumo de energía.

- **Climatización – renovación de aire (los Pozos Canadienses)**

La vivienda dispone de un sistema de climatización natural mediante un sistema de tubos enterrados. Éstos consisten en una serie de tubos enterrados en el sótano, a una profundidad determinada, por los que circula aire; permitiendo que ocurra un intercambio de calor entre el aire que circula y la tierra que lo rodea. Los pozos funcionan tomando aire del exterior e impulsándolo al interior de la vivienda (Pich Aguilera & Batle, 2012).

Este sistema permite mantener más fresca la casa en verano, y más cálida en el invierno, aportando un confort, y reduciendo el consumo de energía convencional (Pich Aguilera & Batle, 2012).

El presente trabajo tiene un apartado explícito del sistema de tubos enterrados más adelante.

- **Centralización de las instalaciones**

- **Agua Fría:**

- La instalación de agua consta de **tres** contadores: contador **uno** de la vivienda (1), contador **dos** de la vivienda (2), y contador **tres** para las zonas comunes (3). Estos contadores permiten conocer el consumo independiente de cada vivienda y el consumo de las zonas comunes.

- **Recogida de aguas pluviales y residuales**

- La red de saneamiento de agua de la vivienda está dividida, una para aguas pluviales y otra para las residuales. También, se dispone de un sistema de captación y aprovechamiento para aguas grises, tanto el agua de las duchas y de los lavabos se depuran y almacenan en cisternas para ser utilizadas en los inodoros.

El mecanismo de ahorro en el consumo de agua y sello ecológico se encuentran instalados en los grifos de lavabos, fregaderos y el equipamiento de duchas. Así mismo, las cisternas cuentan con mecanismos de doble descarga, o de interrupción voluntaria de la misma (Pich Aguilera & Batle, 2012).

La sala de máquinas se ubica en el garaje, donde se encuentran dos depósitos de agua para almacenar las aguas pluviales y las aguas grises. Los depósitos necesitan de un volumen mínimo para funcionar adecuadamente. En caso de no disponer del volumen mínimo de aguas pluviales o aguas grises, el sistema utiliza el agua corriente para conseguir el volumen mínimo (Pich Aguilera & Batle, 2012).

El gasto de las zonas comunes es medido por el contador, que registra los consumos del riego y los consumos de agua necesarios para conseguir el volumen mínimo de los depósitos. La recolección y reutilización de las aguas grises es para el uso de las cisternas de los inodoros. Las cubiertas aljibe-ecológica sirven como sistema de recolección de aguas pluviales dentro de las viviendas.

La cubierta no solo permite un sistema eficiente de recolección de agua lluvia, sino también mejora el aislamiento e inercia térmica, si se compara con una cubierta tradicional. En caso de que el almacenaje de agua de lluvia en cubierta esté lleno, el agua se recircula hacia los depósitos correspondientes en la sala de máquinas (Pich Aguilera & Batle, 2012).

Aqua caliente

El sistema de agua caliente es centralizado para mejorar la eficiencia de las placas solares térmicas que se encuentran instaladas en la vivienda, y son las que permiten que la vivienda disponga de agua caliente, (Pich Aguilera & Batle, 2012).

Las dos viviendas comparten una única caldera, que es la que suministra el agua caliente a las dos viviendas. El consumo mensual se calcula por separado, por medio de unos calorímetros, situados en los ramales de cada vivienda (Pich Aguilera & Batle, 2012).

Calefacción

Las viviendas obtienen en invierno la temperatura de confort por medio del sistema de suelo radiante.

Sistema de suelo Radiante

Es el sistema de calefacción que irradia calor por la superficie del suelo. El calor se produce en la caldera comunitaria y se distribuye mediante tuberías empotradas en el forjado, (Pich Aguilera & Batle, 2012).

Las tuberías se distribuyen uniformemente en toda la superficie (Figura 3.18).

Cada habitación dentro de la vivienda dispone de un termostato individual, que permite encender, apagar o simplemente regular la temperatura del ambiente.

La temperatura de confort establecida por normativa para invierno es de 22 ° C, (Pich Aguilera & Batle, 2012).



Figura 3.18: Sistema de Calefacción
Fuente: Archivo Fotográfico
Casa Pomaret

Electricidad

Al igual que las instalaciones de agua, las instalaciones eléctricas constan de **tres** contadores: contador **uno** de la vivienda (1), contador **dos** de la vivienda (2), y contador **tres** para las zonas comunes (3). Estos contadores permiten conocer el consumo independiente de cada vivienda y el consumo de las zonas comunes. La compañía de electricidad enviará a cada vivienda la factura correspondiente (Pich Aguilera & Batle, 2012).

3.3.3 Residuos de Obra

El correcto manejo diario de residuos antes, durante y cuando la construcción esté habitada es muy importante; y llega a ser un factor crucial contaminante y medioambientalmente sostenible. Todo constructor debe tener conciencia en que una buena práctica constructiva constituye el éxito, en una configuración global del desarrollo sostenible, de la implantación de un proyecto. En este enunciado se ha tomado en cuenta para “Casa Pomaret” los siguientes aspectos:

En la fase de Proyecto en Ejecución se incorporó un Plan de Gestión de Residuos de acuerdo con la normativa vigente.

La vivienda cuenta con un espacio ya definido en la cocina para la recolección y separación de desechos. La recolección se ha pensado que se realice de manera fraccionada selectiva, fijada por las ordenanzas municipales (Pich Aguilera & Batle, 2012).

3.4 MATERIALES

La elección de los materiales a utilizar es vital. Una edificación sostenible, que tenga materiales de procedencia poco sustentable, que generen mucho desecho, que su producción sea muy contaminante o mucho mantenimiento, puede permitir que la vivienda sea poco sostenible.

En “Casa Pomaret” se ha discretizado entre los diferentes tipos de materiales y sus características ecológicas para optar por la mejor opción. A continuación, se describen las características de materiales utilizados (Pich Aguilera & Batle, 2012).

Características:

- Su uso no agota los recursos naturales, explotación de madera silvícolas gestionadas ecológicamente.
- Su extracción no causa heridas ecológicas, que no dejan un espacio muerto y degradado en plena naturaleza.
- La obtención y traslado hasta la obra no consume una cantidad excesiva de energía.
- Son buenos aislantes.
- Se puede reutilizarlos o recuperarlos para otros usos después de cumplir su vida útil.

Según la memoria descriptiva del proyecto, la construcción cuenta con los siguientes materiales:

Estructura

- Muros de contención de hormigón armado in situ.
- Estructura mixta de pantallas de hormigón armado y pilares y jácenas metálicas para soportar la cubierta, y recibir los módulos prefabricados de los dormitorios.
- Forjados de losa de hormigón armada.

Cubiertas

- Cubierta plana ajardinada, aljibe, tipo INTEMPER o similar.

Cerramientos

- Muros in situ de hormigón armado + lana roca (5cm) +tela asfáltica + malla metálica + plantas.
- Fachada industrializada en seco. Piel exterior ventilada con acabado cerámico. Tipo rockwool.

Divisorias

- **Separaciones entre vivienda y estudio:** cartón-yeso 13mm +13 mm +46 mm de estructura + aislamiento de lana de roca de densidad 26 a 35 kg/m³ de 40 mm de espesor + cartón-yeso 13mm + placa de acero de 0,8 mm +46 mm de estructura + aislamiento de lana de roca de densidad 26 a 35 kg/m³ de 40 mm de espesor + cartón-yeso 13 mm +13 mm (Pich Aguilera & Batle, 2012).
- **Tabiques:** cartón-yeso de 13 mm + lana de vidrio de 50 mm de espesor y $\leq 0,035 \text{ W / mK}$ resistencia térmica $> 1,45 \text{ m}^2\text{K / W}$ +46 m de estructura + cartón-yeso de 13 mm. En interiores (Pich Aguilera & Batle, 2012).

Impermeabilizaciones y aislamientos

- Sellados especiales con cordón de extrusión de siliconas procedentes de cartuchos suministrados por empresas de reconocida solvencia.
- Se sellarán los marcos de la carpintería exterior, las uniones de los bajantes de evacuación de aguas residuales y las conexiones de los mismos con las arquetas de conexión (Pich Aguilera & Batle, 2012).
- Aislamiento térmico en la cara interior de la pared de fachada con lana de vidrio y $\leq 0,035 \text{ W / m}^2 \text{ K}$ resistencia térmica $> 1,45 \text{ m}^2 \text{ K / W}$.

Pavimentos y acabados

- Pavimento antideslizante en terrazas.
- Pavimento de las viviendas y zonas comunes de hormigón pulido tintado en masa.
- Pintura plástica lisa en interiores viviendas.

EFICIENCIA ENERGÉTICA A TRAVÉS DE UTILIZACIÓN DE POZOS CANADIENSES

Falsos techos en recibidor, baños y distribuidor con placas de cartón-yeso de 15 mm colocado con estructura, y el resto de estancias con placas de cartón-yeso de 15 mm colocado con perfilera tipo omega (Pich Aguilera & Batle, 2012).

Carpintería interior

- Puertas de entrada blindadas con cierre de seguridad de madera para lacar.
- Puertas de paso lisas de madera para esmaltar.

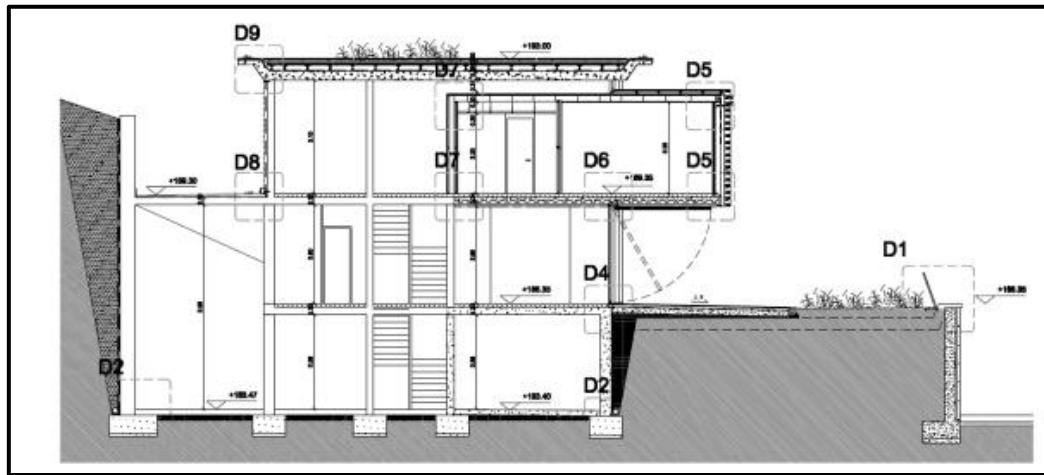


Figura 3.19: Detalles Constructivos

Fuente: Planos Detalles Constructivos Pich-Aguilera

Los planos de detalles constructivos del Proyecto se encuentran en los Anexos.

3.5 TUBOS ENTERRADOS

Como se conoce, la eficiencia energética dentro de la construcción sostenible es uno de los aspectos más importantes, y en donde se puede jugar con varias alternativas para conseguir mejorar en el consumo. “Casa Pomaret” es un ejemplo de la implantación de tubos enterrados como una alternativa de mejora energética.

Los intercambiadores tierra/aire, son instalados a poca profundidad, y el único consumo es por el extractor eléctrico para circular el aire en su interior. Su característica más importante es que en periodos de climas cálidos refrigera el aire y en época fría lo calienta. Además, puede ser instalado en viviendas, oficinas, naves industriales, pero en sus inicios su principal uso fue en naves de crías de animales e invernaderos (Escuer, 2009).

Se recalca que el subsuelo a poca profundidad está a una temperatura constante entre 14 – 16 ° C, donde la tierra tiene un coeficiente volumétrico de temperatura entre 1400 – 1600 kcal/ ° C m³, y el aire de 0.5 -0.7 kcal/ ° C m³ (valores medios del cálculo. Por lo tanto, se aprecia que la

EFICIENCIA ENERGÉTICA A TRAVÉS DE UTILIZACIÓN DE POZOS CANADIENSES

tierra es un elemento apropiado para absorber esta energía, sin que represente un incremento de temperatura de la masa que afecte al rendimiento del intercambio.

El intercambio tierra/ aire instalado es producido en un régimen laminar, haciendo pasar aire caliente (procedente del exterior) por un circuito hacia el subsuelo, formado por ductos de acero galvanizado (en este caso). Este aire al pasar a través de los tubos ha perdido parte de su energía, por lo tanto sale a una temperatura más baja, ésta se calculó que sería de 23 ° C.

Los tubos fueron encofrados en hormigón para formar un bloque, con esto se garantiza el sistema. El sistema cuenta con una cámara de entrada y una de salida, de la que el aire refrigerado sale para distribuirse por la vivienda.

El uso de hormigón para cerrar los circuitos permite mejorar el rendimiento del intercambio ya que el hormigón tiene una mejor capacidad de absorber energía que la tierra 2.200 – 2.400 kcal/ ° C m³, con el mismo coeficiente de transmisión (Cuevas & González Penella, 2008).

Una vez refrigerado el aire, éste es distribuido por la vivienda con relación a los caudales estimados para cada sala.

La información descrita a continuación de los tubos enterrados colocados en las viviendas, fue provista por el informe realizado por Geoconsultores.

3.5.1 Caudal del aire refrigerante

El caudal de aire refrigerante necesario es la suma de la renovación del aire correspondiente a cada espacio habitado en función de la actividad a desenvolver dentro de estas, en otras palabras el caudal total de intercambio (Escuer, 2009).

En la Tabla 3.2 se resume los datos de áreas, volúmenes, renovaciones por planta de la vivienda

Tabla 3.2: Áreas, volúmenes y renovaciones de los espacios en la vivienda

Superficies	Espacios	Renovaciones/h	Áreas (m ²)	Volúm. (m ³)
Planta Baja	Sala - Comedor	2	25.02	62.55
	Cocina	2	8	20
	Recibidor	1	7.19	17.97
Planta Primera	Dormitorio 1	1.5	13.92	34.80
	Dormitorio 2	1.5	14.23	35.57
	Distribuidor	1	6.72	16.80
	Estudio	1.5	10.60	26.50
Sumatorio		10.50	85.68	294.19

En los volúmenes mostrados en la tabla no se ha descontado los elementos propios de cada sala, como son: armarios, cocina, inmobiliario etc. Esto dio lugar a que la base de cálculo tenga valores superiores al real (Escuer, 2009).

3.5.2 Caudal suministrado

Los valores usados mostrados en la Tabla 3.3 permiten calcular el valor total del volumen de aire de la vivienda para el cálculo de la renovación del aire. No se incluye la aportación de aire refrigerante en los baños, trateros (lavar), recibidor de garaje y escaleras. La Tabla 3.3 se presenta los valores (Escuer, 2009).

Tabla 3.3: Renovación del Aire

Espacios	Renovaciones/h	Volúm. (m ³)	Caudal (m ³ /h)
Sala - Comedor	2	62.55	125.10
Cocina	2	20	40
Recibidor	1	17.97	17.97
Dormitorio 1	1.5	34.80	34.80
Dormitorio 2	1.5	35.57	35.57
Distribuidor	1	16.80	16.80
Estudio	1.5	26.50	66.25
Caudal Total a suministrar			336.49

3.5.3 Energía intercambiada en el intercambiador

- **Energía intercambiada**

Dadas las características geotécnicas del terreno, la excavación en la roca sobre la que se ubicó el intercambiador queda por debajo de los 2 m; donde se consideró una temperatura constante de 15 ° C, sin prever ningún problema de filtraciones (Escuer, 2009).

- **Energía del Aire**

Al estudiar el aire en la ciudad de Barcelona, se encontró que tiene una humedad relativa elevada y una carga energética alta. El coeficiente volumétrico de temperatura del aire se estimó como 0.7 kcal/ ° C m³ (Escuer, 2009).

- **Entrada del aire exterior al intercambiador**

Por efectos del cálculo se dio una temperatura de entrada de 40 ° C para la época de mayor calor (Escuer, 2009).

- **Entrada del aire exterior al intercambiador**

El cálculo de la temperatura del aire en la salida está entre 22 ° C - 24 ° C. Para el cálculo se utilizó 22 ° C.

EFICIENCIA ENERGÉTICA A TRAVÉS DE UTILIZACIÓN DE POZOS CANADIENSES

La Tabla 3.4 muestra un resumen de los valores de energía utilizados en el cálculo.

Tabla 3.4: Valores de la energía a intercambiar

Datos	Valores
Temperatura de Entrada	40 ° C
Temperatura de Salida	22 ° C
Diferencia de Temperatura	18 ° C
Coeficiente volumétrico	0.7 kcal/ ° C m ³
Volumen a intercambiar	336.49 m ³ /h
Energía a Intercambiar	4239.77 kcal/h

Se construyeron dos intercambiadores iguales bajo la losa del garaje, uno para cada vivienda.

La Tabla 3.5 muestra los valores calculados del intercambiador

Tabla 3.5: Cálculos del intercambiador

Datos	Valores
Coef. De transmisión del sol	K=1 kcal/h m ² ° C
Coef. De transmisión del hormigón	K=1 kcal/h m ² ° C
Distancia media de transmisión	12 cm
Coef. De transmisión del suelo/aire	K=7 kcal/h m ² ° C
U_{tranm} General	3.73 kcal/h m² ° C
Temperatura del subsuelo	15 ° C
Temperatura de entrada del aire	40 ° C
Temperatura de salida del aire	22 ° C
Temperatura diferencial de intercambio	16 ° C
Potencial de intercambio	59.73 kcal/h m ²
Energía de Intercambio	4239.77 kcal/h
Superficie Necesario de intercambio	70.98 m²

Esta superficie resultante es la que tienen los tubos instalados para poder pasar el aire, e intercambiar la energía necesaria del sistema.

Los tubos colocados son de hierro galvanizado con un grosor de **0.5 – 0.6 mm** y **150 mm** de diámetro. La superficie correspondiente a los tubos es de **0.471 m²/m**. La longitud necesaria de tubo para el intercambiador es de **150 m** (Escuer, 2009).

El intercambio es en régimen laminar, y la velocidad del aire que circula por el circuito es de 0.4 m/s.

3.5.4 Configuración

La velocidad de paso del aire por los tubos está directamente relacionada con el número de entradas. La configuración optada es de tres niveles de seis tubos cada uno, y una longitud total de 144 m, ligeramente inferior a la necesaria 150 m. La velocidad de paso es de 0.29 m/s. La velocidad de intercambio es muy elevada, por lo tanto, fue más conveniente instalar 7 tubos por nivel (18 m), y reducir ésta a 25 m/s., que representa 4 segundos más de intercambio por volumen (Escuer, 2009).

Finalmente, dadas las medidas de comercialización de los tubos en el mercado (3 m y 5 m), el intercambiador tiene 8m de longitud, teniendo una longitud total de tubos de 168 m (12% más del calculado).

La configuración final permite un tiempo de paso por volumen de 32 s/0.093 m³, equivalente a un intercambiador de 0.02 cal/s.cm².

La separación de los tubos es de 10cm, en sentido horizontal como vertical, sujetos por una malla colocada de manera vertical sobre la plancha base del intercambiador. La malla fue de 250 x 250 cm (Escuer, 2009).

El hormigón que cubre los tubos sobresale 15 cm con respecto al perímetro lateral y la plancha base; en la parte superior éste tiene 10 cm de grosor, donde descansa la losa del garaje. Esto permite un total de 30 - 40 cm de espesor entre el último nivel de tubos y la plancha del garaje.

La entrada y salida del aire por el sistema de intercambio es producida a través de dos cámaras, ubicadas una a cada extremo, con la finalidad de obtener una circulación equilibrada por todos los tubos.

Con las características descritas, el intercambiador tiene 10 m de longitud, 1.95 de ancho y 0.75 m de altura, sin considerar el ancho de la losa del garaje.

El extractor tubular de la casa Solé-Palu, S&P 1000TD250, ubicado en el patio, dará impulsión al aire del exterior, que circula por el intercambiador y posteriormente se refrigera antes de ingresar a la vivienda.

3.5.5 Cámaras de entrada y salida de aire

El aire impulsado por el extractor ingresa a la primera cámara, pierde presión y entra en el circuito de intercambio para enfriarse. Luego, sale hacia la segunda cámara, y después pasa hacia el cajetín de distribución para ser conducido a los respectivos puntos de ingreso de la vivienda. Las dos cámaras están al mismo nivel que el circuito, y por lo tanto también forman parte de la superficie total de intercambio (Escuer, 2009).

En la Tabla 3.6 se describen las dimensiones de las cámaras.

Tabla 3.6: Cálculos del intercambiador

Elemento	Descripción	Valores	
Cámara de Entrada	Perímetro lateral	5 m	
	Altura	0.65 m	
	Superficie	3.25 m ²	
	Bases	Ancho	0.85 m
		Largo	1.65 m
		Profundidad	1.40 m (x2)
	Superficie de Tubos		0.41 m ²
Superficie total de la Cámara de Entrada		5.65 m²	
Cámara de Salida	Laterales	1.90 m	
	Altura media	0.48 m	
	Superficie	0.91 m ²	
	Superficie anterior	0.06 (x2) m ²	
	Superficie Total		1.03 m²
	Cara Anterior	Superficie	1,07 m ²
		Superficie Tubos	0.37 m ²
		Superficie Total	0.70 m ²
	Cara Posterior	Superficie	0.15 m ²
		Superficie de Tubos	0.06 m ²
		Superficie Total	0.09 m ²
	Superficie de la base anterior		0.91m ²
	Superficie de la base inferior		1.02 m ²
	Superficie total de la Cámara de Entrada		3.75 m²
Superficie total de las dos cámaras		9.40 m²	

Finalmente, la superficie real del sistema del intercambiador es de **79.12 m²** más la de las cámaras, que es de **9.40 m²**, dando como resultado total **88.52 m²**. Este aumento en la superficie representa un 24% mayor al calculado, y por lo tanto un incremento en el potencial de intercambio.

3.5.6 Conductos de distribución

El aire refrigerado entra a la vivienda mediante tubos de distribución, y uno de los inconvenientes que se tiene en el diseño es, la comercialización de la tubería, que está predeterminada por la industria. Por esta razón, el caudal de salida correspondiente a cada sala es el que más se ajusta al cálculo nominal, pero las diferencias no son considerables.

En la Tabla 3.7 se presenta un resumen de la tubería y las características de las mismas que fueron instaladas en la vivienda.

Tabla 3.7: Conductos de distribución y diámetros

Espacios (m ³ /h nominal)		Nº de tubos	Diámetro (mm)	Caudal real (m ³ /h)	Diferencial (m ³ /h)
Sala - Comedor	125	3	100	113	-12
Cocina	40	1	100	38	-2
Recibidor	18	1	80	24	+6
Dormitorio 1	35	1	100	38	+3
Dormitorio 2	35	1	100	38	+3
Distribuidor	17	1	80	24	+7
Estudio	66	2	80 y 100	62	-4

La velocidad de salida del aire refrigerado es uniforme para todos los espacios de la vivienda y es de **1.34 m/s**.

3.5.7 Materiales básicos de Construcción

Los elementos básicos que conforma el intercambiador son: los tubos y el hormigón H250.

Materiales Principales

- Tubos de acero galvanizado con un diámetro de 150 mm, 5.6 mm de grosor y una longitud de 210 mm
- Hormigón de 250 kg/cm²
- Extractor S&P10000TD250
- Regulador de Caudal

Materiales Auxiliares

Distribuidor

- 26 m de tubo PVC de 200 mm de diámetro (Salida de aire)
- 7 m de tubo de PVC de 250 mm de diámetro

Planta Baja

- 45 m de tubo de PVC de 100 mm de diámetro
- 12 codos de 150 mm de diámetro a 90°
- 16 m de tubo de PVC de 80 mm de diámetro
- 4 codos de 80 mm de diámetro a 90°

Primera Planta

- 56 m de tubo de PVC de 100 mm de diámetro
- 10 codos de 100 mm de diámetro a 90°
- 18 m de tubo de PVC de 80 mm de diámetro
- 4 codos de 80 mm de diámetro a 90°

Otros

- 8 rejillas de salida del aire
- 1 toma eléctrica para el extractor

3.5.8 Metodología de Construcción

Una vez excavado el terreno hasta la profundidad necesaria, la construcción del intercambiador se sigue mediante los pasos descritos a continuación (Escuer, 2009).

1. Se colocó hormigón para formar una losa de 10 cm que conforma la base. Al fraguar el hormigón, se clavó la malla de 250 x 250 mm que son la guía y sistema de sujeción de los tubos que conforman el circuito.
2. Se colocaron y sujetaron los 7 tubos correspondientes a los tres niveles.
3. Se encofraron los extremos, y se colocó el hormigón hasta alcanzar una altura 10 cm superior al último nivel de los tubos.
4. Se encofraron los muretes de las 2 cámaras, dejando la conexión para los tubos de entrada y salida del aire.
5. Se cerró la parte superior de las cámaras.
6. Por una excavación longitudinal, se colocaron las tuberías de entrada y salida al correspondiente punto de conexión.
7. Se instaló el cajetín de distribución, y se conectó el tubo de entrada ubicado en el patio con el extractor y los dos tubos de salida en el cajetín del trastero.
8. Se conectaron los tubos de distribución que se dirigen a los diferentes destinos por medio de bajantes destinados a tal fin.

9. Se colocaron las rejillas de salida de cada sala
10. Se conectó a la red eléctrica el extractor con el regulador de caudal.

3.5.9 Sistema telemático

La Telemática cubre un campo científico y tecnológico de una considerable amplitud; englobando el estudio, diseño, gestión y aplicación de las redes y servicios de comunicaciones para el transporte, almacenamiento y procesado de cualquier tipo de información (datos, voz, vídeo, etc.), incluyendo el análisis y diseño de tecnologías y sistemas de conmutación. La Telemática abarca entre otros conceptos los siguientes planos funcionales:

El sistema de tubos enterrados está controlado telemáticamente, y por medio de este el arrendatario puede realizar la gestión del sistema de modo remoto por parte del equipo técnico y el equipo de mantenimiento de las viviendas.

Además, para poder determinar la eficiencia del sistema, se colocó sensores de temperatura para realizar mediciones en la salida de los pozos y en las diferentes plantas de la vivienda, estos valores son registrados cada 15 minutos.

3.5.10 Recomendaciones de uso de Tubos enterrados dentro de la vivienda

Pich – Aguilera detalló en el manual todas las recomendaciones de uso del sistema de tubos enterrados en “Casa Pomaret”, para maximizar sus beneficios e instruirse en su correcto funcionamiento (Pich Aguilera & Batle, 2012).

Sintetizando lo que el sistema hace se puede decir que: La mínima variabilidad de la temperatura del subsuelo durante todo el año es aprovechada de la siguiente manera.

- **INVIERNO**, el aire está más frío que el terreno a dos metros, por lo tanto, al circular el aire frío, por los tubos, la tierra cede calor y calienta el aire permitiendo de esta forma pre- calefactar la vivienda (Pich Aguilera & Batle, 2012).

En este caso, se recomienda conectar la instalación durante el día, mientras la temperatura del exterior no sea inferior a 16° C y en el interior los 18° C. Es importante utilizar la instalación antes que abrir las ventanas.

- **VERANO**, la temperatura del aire es mayor que la temperatura media a dos metros de profundidad, por lo que al circular el aire por los tubos, cederá calor y circulará en el interior de la vivienda a menor temperatura, lo que permite refrigerar el espacio en donde ingresa (Pich Aguilera & Batle, 2012).

Por esta razón, se recomienda conectar la instalación en las mañanas, siempre que la temperatura del exterior no supere los 31° C en el exterior, ni 26° C en el interior (temperatura medida con el sistema demótico instalada dentro de la casa).

En la Tabla 3.8 se resume las recomendaciones sobre el funcionamiento del sistema de tubos enterrados

Tabla 3.8: Recomendaciones de uso de tubos enterrados

Tiempo	Verano	Invierno
A 1r hora de la mañana	Conectado*	Apagado
Durante el día	Apagado	Conectado*
Por la noche	Conectado/ Abrir ventanas *	Apagado
T Ext > 31°C	Apagado	-
T Ext < 16°C	-	Apagado

* Los tubos enterrados deben estar conectados durante 30 minutos.

Es importante mencionar que con el sistema domótico, la instalación de tubos enterrados se puede programar vía Internet (encender y apagar), siempre dentro de los parámetros pre-establecidos (Pich Aguilera & Batle, 2012).

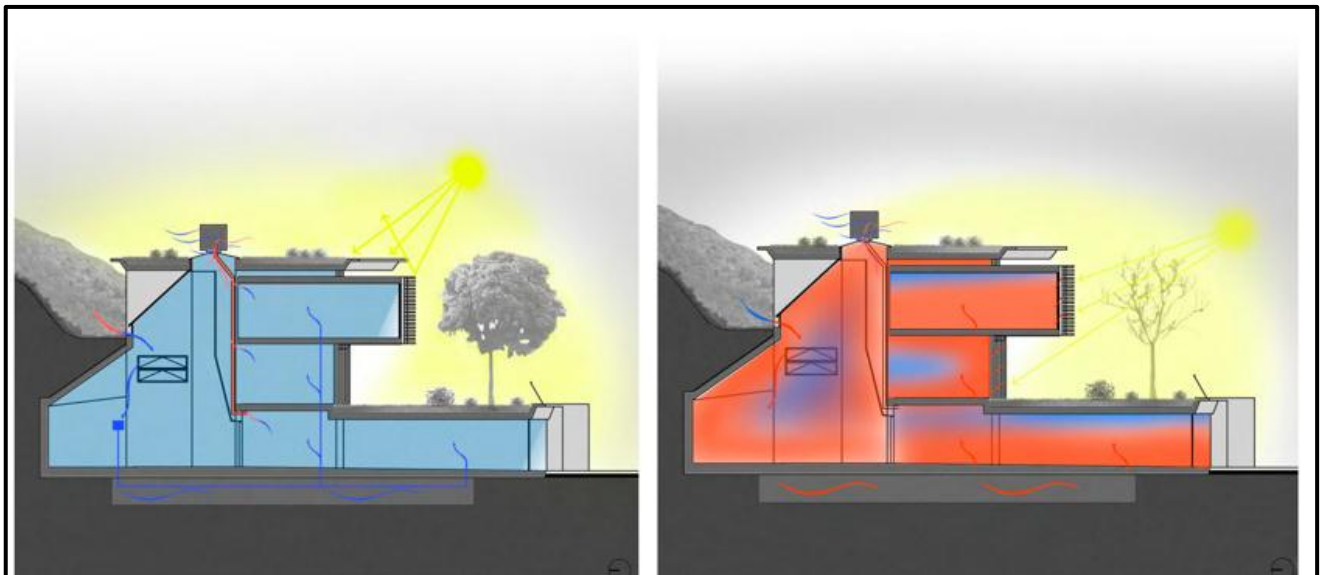


Figura 3.20: Sección Bioclimática Invierno y Verano

Fuente: Render Casa Pomaret

3.5.11 Mantenimiento del sistema

El mantenimiento es toda acción que tienen como objetivo, valga la redundancia, mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo sus funciones requeridas. Por lo tanto, para el correcto funcionamiento de los tubos enterrados se propone que se realice un mantenimiento preventivo cada 6 meses, coincidiendo con cada cambio de

estación (Pich Aguilera & Batle, 2012). El servicio de mantenimiento por el cual está dotada la construcción es inmediato. Es vital entender que el arrendatario no tiene acceso a la sala de instalaciones. El arrendatario debe mantener en buen estado todos los sistemas activos y los sistemas pasivos.

Es de suma importancia entender que un buen mantenimiento de todos los sistemas ayudará a reducir los consumos y los costes energéticos.

3.5.12 Sensores

El control y toma de datos de temperatura, humedad y velocidad del aire en los pozos se lo lleva acabo por medio de sensores instalados dentro de la vivienda.

Los sensores fueron localizados en zonas en donde no tenga influencia de la radiación solar para que los datos tomados sean correctos. Las gráficas a continuación muestran la ubicación de los sensores en función de radiación solar tanto en invierno como en verano.

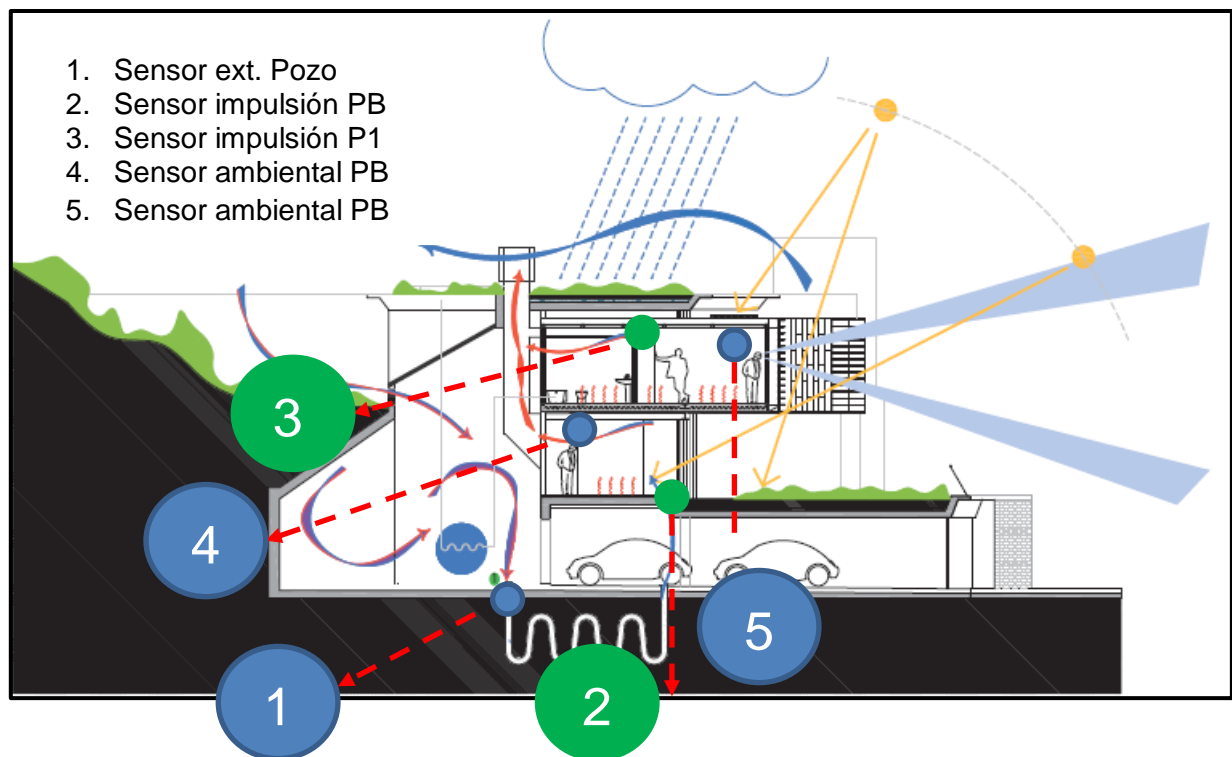


Figura 3.21: Ubicación de Sensores

Fuente: Render Casa Pomaret

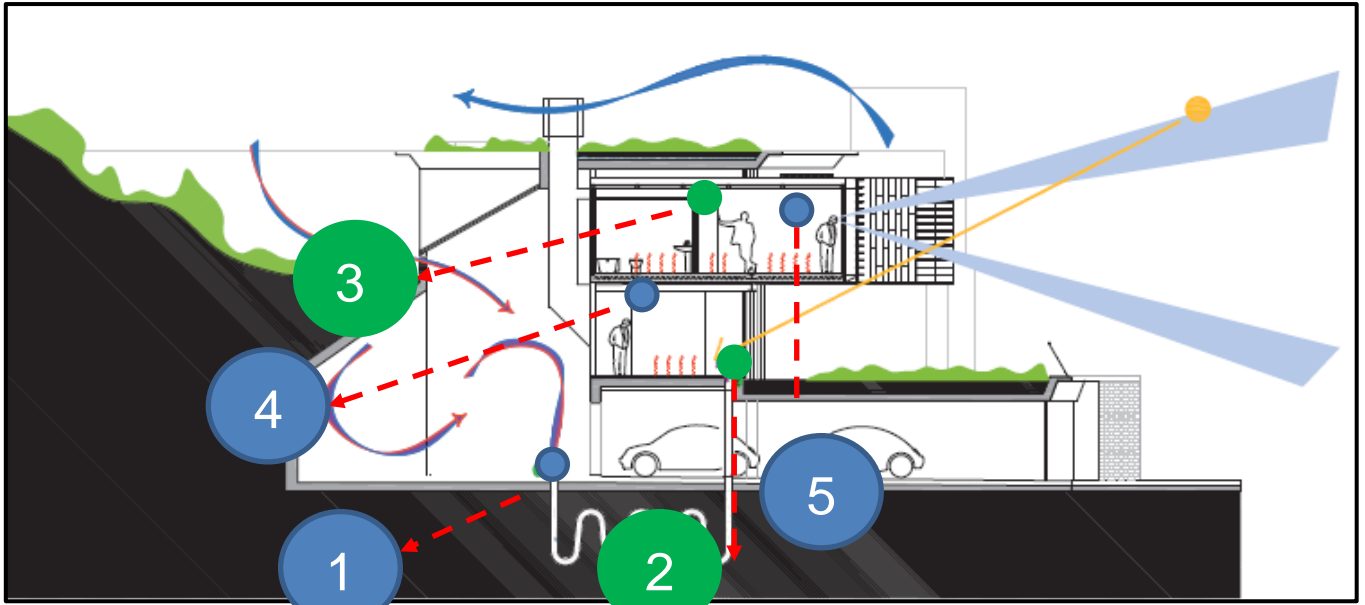


Figura 3.22: Ubicación de Sensores – Radiación Invierno

Fuente: Render Casa Pomaret

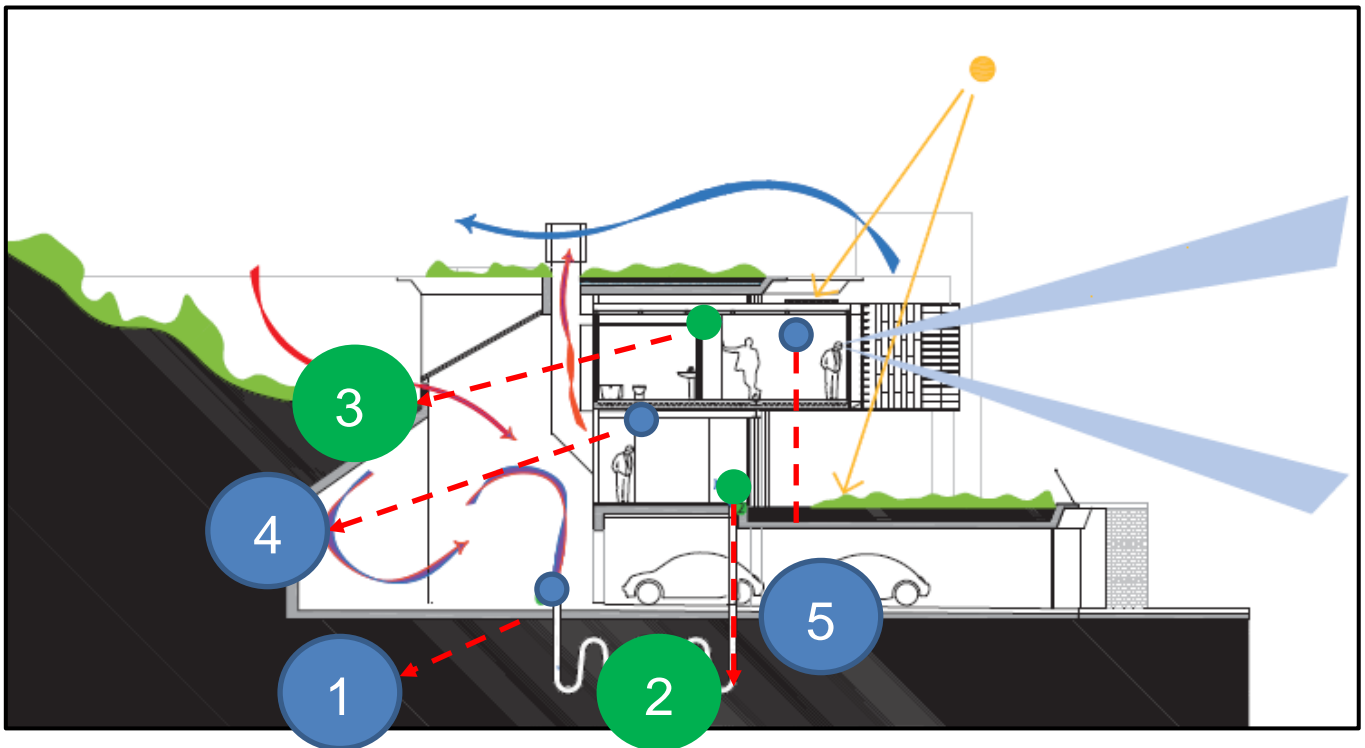


Figura 3.23: Ubicación de Sensores – Radiación Verano

Fuente: Render Casa Pomaret

Las gráficas a continuación muestran la ubicación de los sensores en planta.

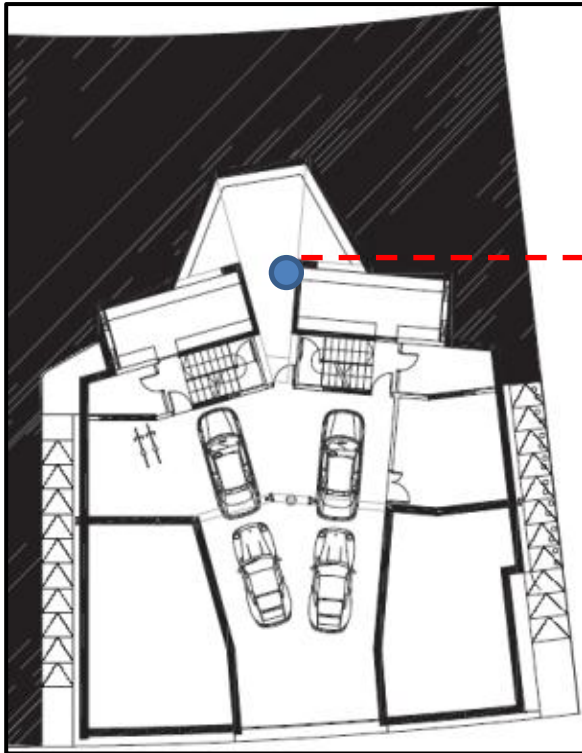


Figura 3.24: Sensores Planta Sótano
Fuente: Planos Casa Pomaret

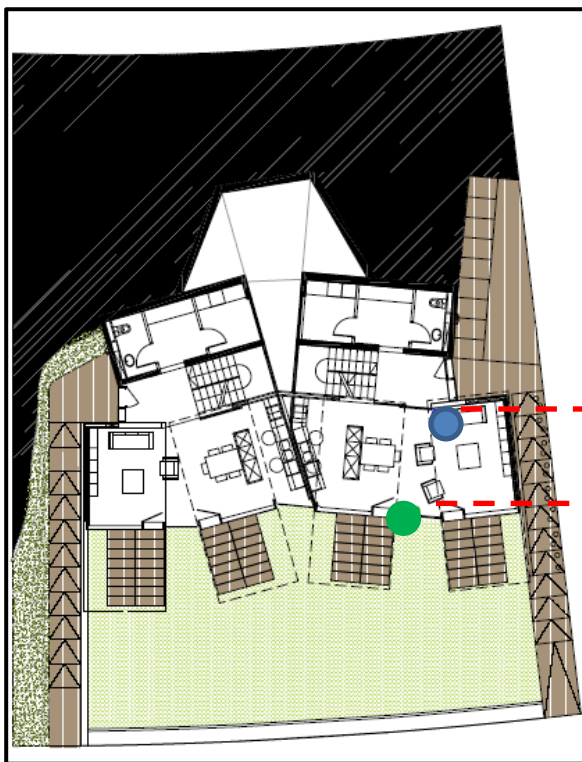


Figura 3.25: Sensores Planta Baja
Fuente: Planos Casa Pomaret

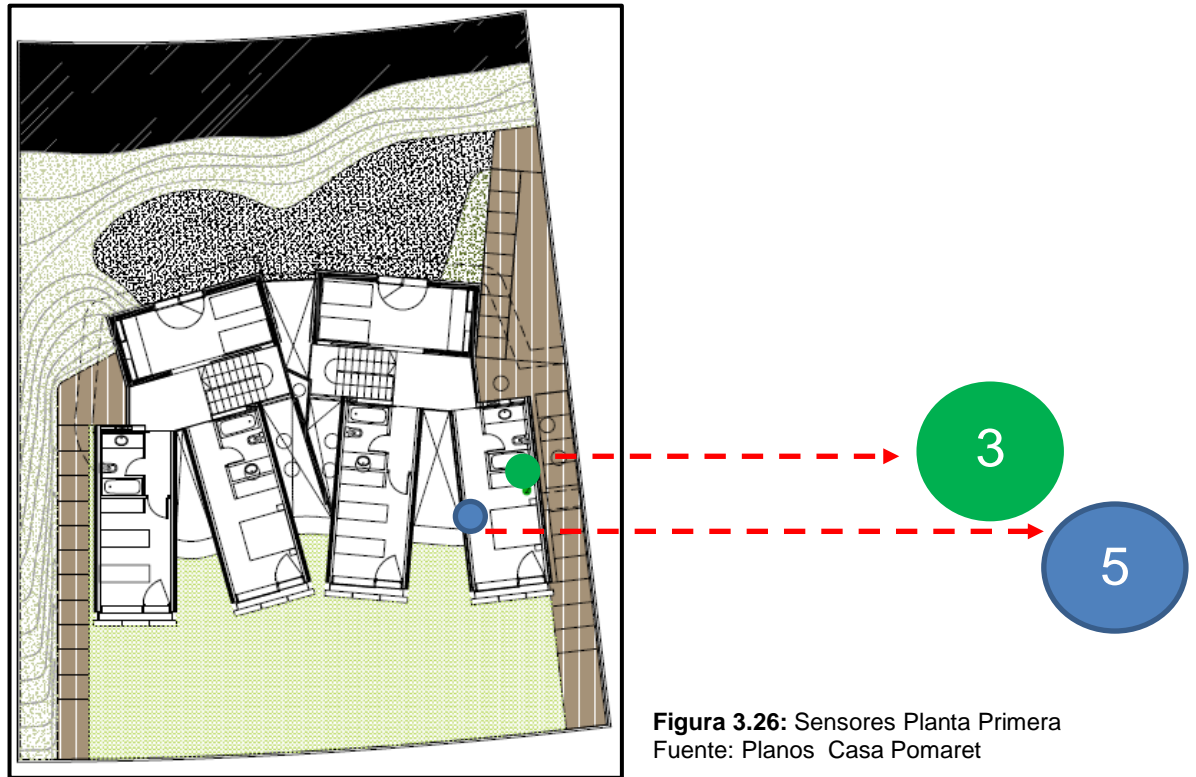


Figura 3.26: Sensores Planta Primera
Fuente: Planos Casa Pomaret

3.5.13 Portal web

Como se mencionó en el apartado de sistema telemático, todos los datos que recoge dicho sistema y el control se van almacenando en un portal de Internet. Pich- Aguilera mensualmente realiza un informe donde se detalla los consumos y los datos generales de las viviendas. Éste también dispone de un apartado con consejos varios para mejorar los hábitos energéticos (Pich Aguilera & Batle, 2012).

En caso que los consumos mensuales sean muy elevados, el gestor juntamente con un equipo técnico asesorará al propietario con el objetivo de reducir los consumos efectuados. Dicha comunicación se realizará mediante un correo electrónico.

El arrendatario tiene acceso al aplicativo de Internet, donde puede ver todos los datos de las instalaciones conectadas al sistema, y los consumos energéticos de su vivienda (Pich Aguilera & Batle, 2012).

A continuación se detalla cómo funciona el portal y la información que se puede mirar.

1. **Acceso al portal.** El arrendatario cuenta con un nombre de usuario y una contraseña de acceso.



Figura 3.27: Acceso al Portal
Fuente: Portal Web

2. **Menú principal portal.** Aquí el usuario puede acceder a la información que de desee ver.



Figura 3.28: Menú Principal del Portal
Fuente: Portal Web

3. **Temperaturas Interiores.** El siguiente esquema muestra las temperaturas del interior de la planta baja y la planta primera.



Figura 3.29: Temperatura Interior
Fuente: Portal Web

4. **Gestión de la Climatización.** En esta pestaña los usuarios pueden controlar: las temperaturas de ambiente del interior; las humedades relativas de interior y del exterior de la vivienda; y los parámetros de los tubos enterrados (velocidades de entrada y salida, temperaturas varias y el estado de los tubos).



Figura 3.30: Guía de Climatización
Fuente: Portal Web

5. **Consumos de Calefacción y ACS.** En este apartado el usuario puede ver los consumos de agua de su vivienda.



Figura 3.31: Consumo de Agua y ACS
Fuente: Portal Web

4 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS DE “CASA POMARET”

Casa Pomaret fue construida para que cada uno de sus elementos formen un todo eficiente, que pueda ser monitorizada para registrar valores de temperaturas, consumo de energía y así estudiar su eficiencia real. La Casa 1, como se mencionó en el Capítulo 3, presenta sensores de temperatura interior, y sensores de velocidad y temperatura de aire de entrada y salida de los pozos. A su vez, personal de las Oficinas de Pich Aguilera, monitorizan y emiten las facturas de consumo mensual de calefacción y agua a los arrendatarios. Por medio de la ayuda del sistema de monitoreo se han podido recopilar datos reales de las condiciones de consumo la vivienda.

Este capítulo, recopila la información del sistema de monitorización para generar conclusiones de condiciones térmicas y de consumo de la vivienda. Estos valores serán comparados con los valores de simulación, para obtener porcentajes de fiabilidad entre ambos. Además, se obtuvo una calificación de la vivienda, según sus emisiones de CO² basado en la normativa española, con la ayuda del programa CE3X.

4.1 MÉTODO

El análisis de datos se realizó en dos etapas, **invierno:** enero - abril y **verano:** mayo – julio. Este análisis permitió corroborar y mejorar las recomendaciones de uso de los sistemas de la vivienda.

La recolección de datos monitorizados como: temperatura ambiente planta baja y planta primera, temperatura del aire al ingresar al pozo, temperatura del aire al salir del pozo en planta baja y planta primera, velocidad del aire dentro del pozo, calefacción se efectúa cada 15 minutos. Los datos se almacenan directamente en una hoja de cálculo de Excel y son procesados semanalmente. Los valores de temperatura del ambiente son tomados de la página de internet <http://www.weather.com>, porque la vivienda no cuenta con sensores externos que registren estos datos.

El análisis de los 768 datos diarios obtenidos durante siete meses, se pueden realizar recurriendo al uso de tablas dinámicas. La información se presenta por medio de gráficas generales, gráficas específicas y tablas de resumen de cada uno de los periodos.

Las **gráficas generales**, agrupan todos los datos, sin discriminar ninguno, el estudio fue mensual y finalmente se obtuvo una gráfica final de cada periodo. Se contemplan valores como: temperaturas, consumo de calefacción y encendidos de los pozos.

El objetivo inicial fue obtener un horario de encendido de pozos y calefacción para alcanzar una temperatura interna de confort en la vivienda, observar si la implementación de pozos es una solución energética viable. Esto dio lugar a generar **gráficas específicas** de cada periodo investigado.

Una de las problemáticas del análisis de datos fue que el sistema de captación de datos registra valores de temperatura de la vivienda en planta baja y planta primera, al igual que la temperatura de salida de aire del pozo. Tomando en cuenta este hecho, y en busca de un horario de confort para la vivienda, el trabajo con los datos fue el siguiente:

Los valores de temperatura interna de la vivienda y temperatura de salida del pozo se promediaron para obtener un valor medio único; porque idealmente lo que se desea es que toda la vivienda tenga la misma temperatura. Con estos datos y en conjunto con los valores de temperatura de ingreso del aire del pozo y temperatura exterior e interior, se obtuvo el máximo y mínimo diario de cada uno.

En conclusión las **gráficas específicas** constituyen el conjunto de datos de temperaturas máximas y mínimas promedio al interior de la vivienda, máximos y mínimos de temperatura ambiente diaria y temperatura de ingreso y salida del aire en el pozo.

Cabe recalcar que la temperatura de ingreso y salida de los pozos se analizó según el tipo de estación. Esto se llevó acabo, para poder obtener las peores condiciones de funcionamiento del pozo. La temperatura de ingreso al pozo en verano se tomó máxima y en invierno la mínima y la de salida del pozo para los dos casos se tomó las máximas.

Finalmente las temperaturas máximas y mínimas dentro de la vivienda arrojan el horario en el cual la vivienda presenta condiciones desfavorables. Es decir, que se consiguió obtener un horario sobre el cual se puede actuar al tener un sistema inteligente como el que tiene la vivienda.

4.2 DATOS DE INVIERNO

Los datos invernales recopilados fueron: temperaturas, demanda de calefacción y el funcionamiento de pozos.

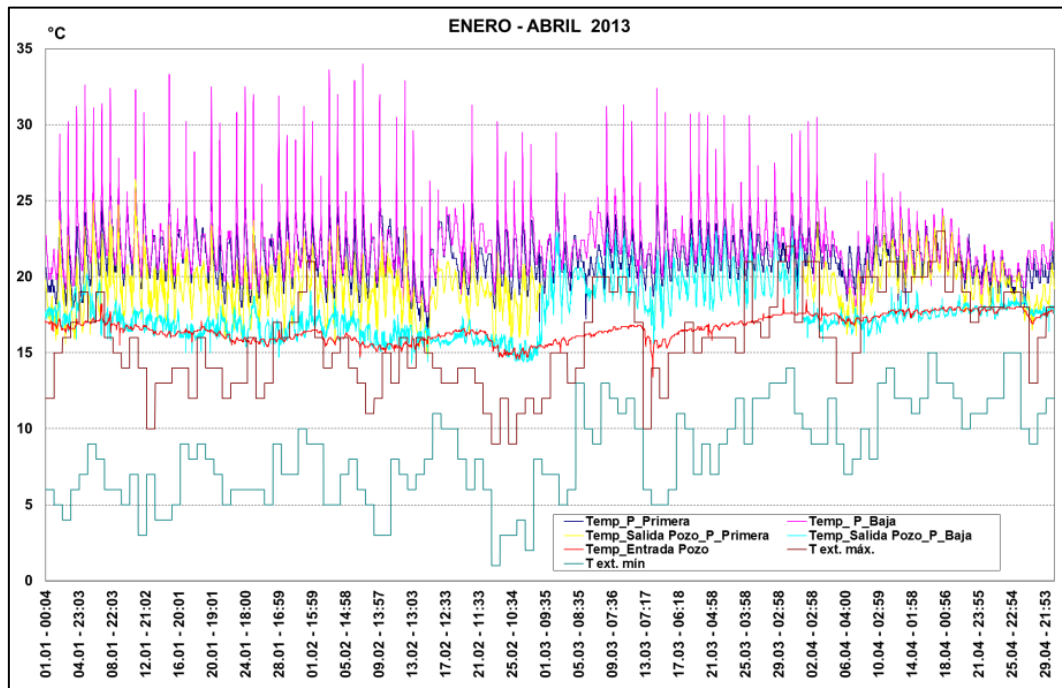
El análisis de estos datos permite determinar la verdadera demanda de calefacción y las fluctuaciones de esta dentro de la vivienda. Al igual que observar si se alcanza la hermeticidad de la vivienda con el tipo de aislantes en paredes, cubierta, carpintería en ventanas y puertas utilizadas.

El registro de todos los datos se graficó para analizar las fluctuaciones y tendencias de estos; con esto se generó patrones comparativos para emitir conclusiones finales.

4.2.1 Temperatura

Las temperaturas interiores de la vivienda, temperatura del aire de ingreso y salida de pozos y la temperatura máxima y mínima ambiental se representan en la gráfica a continuación.

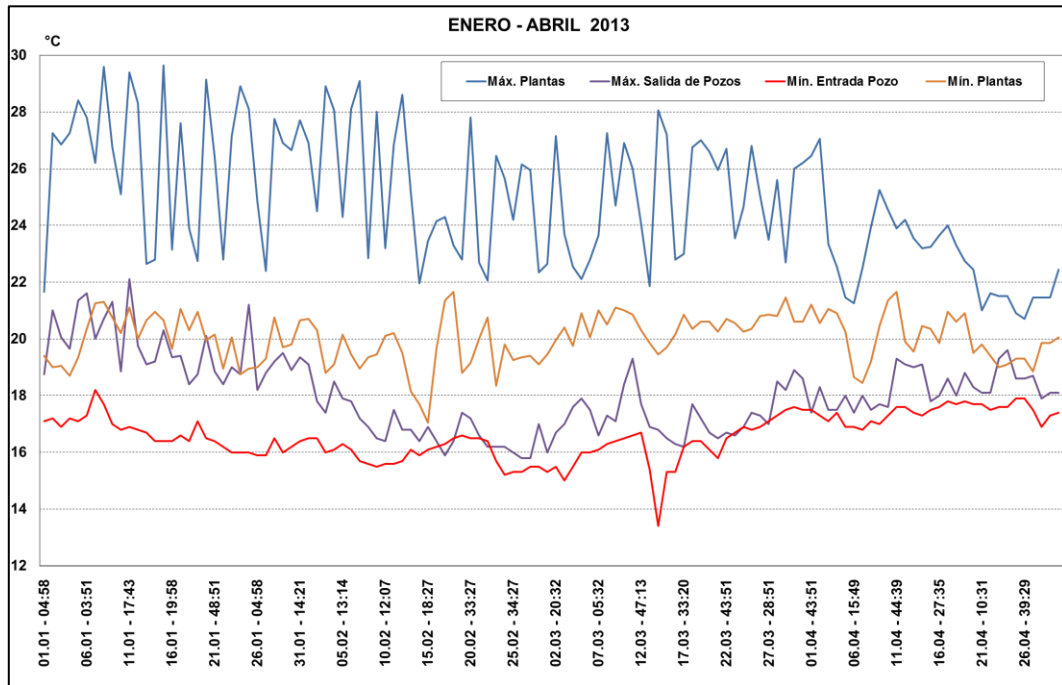
Gráfica 4.1: Temperatura Enero - Abril (General)



Se observa con claridad la variabilidad de la temperatura. Picos de aumento de temperatura interior, tanto en planta primera como planta baja entre las 14:00 y 16:00 horas con mayor incidencia en la planta primera. El mayor aumento se da en planta primera con un promedio de temperatura alcanzada mayor a 30° C. Este aumento se asume que es debido a la insolación directa del ventanal central, por la falta de protección solar actual ya que la vegetación colocada no termina de crecer, añadiendo otro factor que es el consumo y acumulación de calor por uso mal de la calefacción.

La gráfica a continuación, representa el máximo y mínimo de temperatura diario de la vivienda, del ambiente y de las condiciones del pozo según la época del año. Como se mencionó anteriormente la temperatura de las plantas no tiene una tendencia o aumento prolongado, presenta picos y valles de temperatura entre 27° y 30°C. La temperatura máxima de ingreso del aire de los pozos dentro de la vivienda, sigue una tendencia parecida a la mínima temperatura de la casa, es decir que permite que la vivienda se aclimate según la temperatura del aire que ingresa. La diferencia que existe entre la temperatura máxima promedio de salida del aire del pozo y la de ingreso en la vivienda es entre 2° y 5°C, el aire al pasar por los ductos si permite un intercambio bajo de calor.

Gráfica 4.2: Temperatura Enero – Abril (Específica)



La síntesis de datos de invierno permitió generar una tabla con comportamientos horarios de variación de temperatura dentro de la vivienda. No se obtuvieron promedio, porque estos esconden datos de horarios y temperatura, sino se trabaja con los máximos y mínimos de la estación para corroborar y generar un mejor patrón de uso de los pozos. Para los horarios, si se delimitó uno solo. La Gráfica 4.3 muestra el resumen final de invierno. La tabla con todos los datos se encuentra en los Anexos.

Gráfica 4.3: Resumen de horarios de temperaturas máximas y mínimas – Invierno

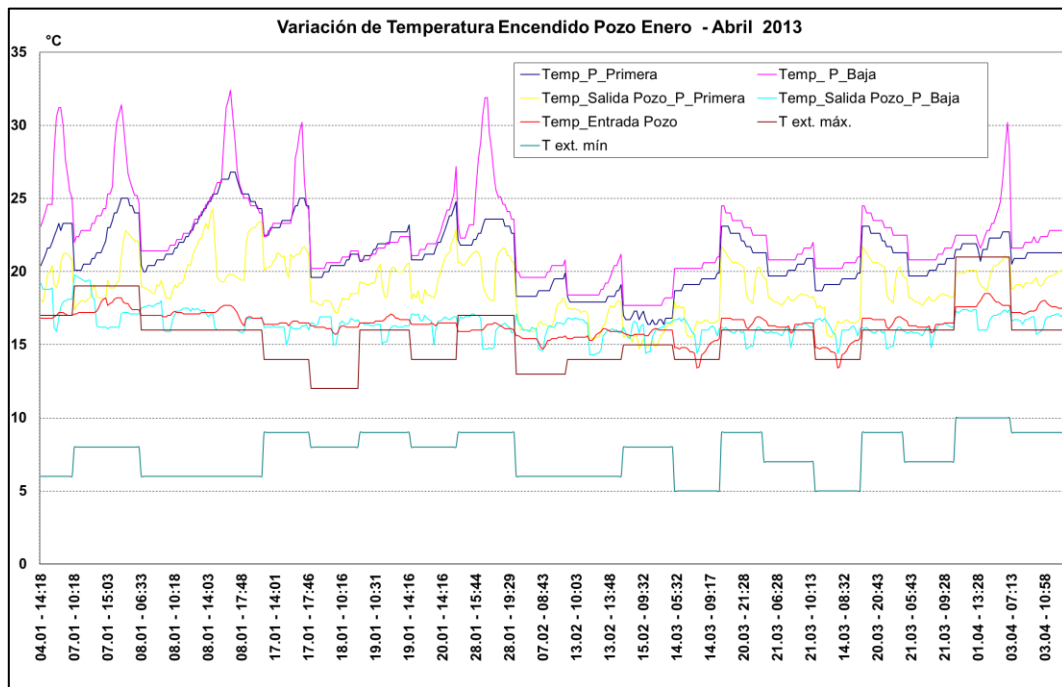
Mes	Horas del Día Temp. Máx. °C	Máx. de Temp. Promedio Plantas °C	Horas del Día Temp. Mín. °C	Mín. de Temp. Promedio Plantas
Enero	14:00 - 17:00	27.18	5:00 - 8:00	19.86
Febrero	15:00 - 17:00	25.75	5:00 - 8:00	19.67
Marzo	15:00 - 16:00	25.13	5:00 - 7:00	20.45
Abril	15:00 - 17:00	23.24	5:00 - 7:00	20.15
Estación	14:00 - 17:00	27.18	5:00 - 8:00	19.67

Confirmando la información gráfica antes observada, los datos finales permiten conocer horarios y valores de temperaturas específicos para poder mejorar el manejo del sistema de uso de los pozos y calefacción.

4.2.2 Funcionamiento de Pozo (Tubos enterrados)

En cuanto al funcionamiento del pozo, la Gráfica 4.4, describe el comportamiento de las temperaturas al estar encendido el pozo. Se encontró que la variación de la temperatura solo fue de 1°C a 2°C al encender el pozo.

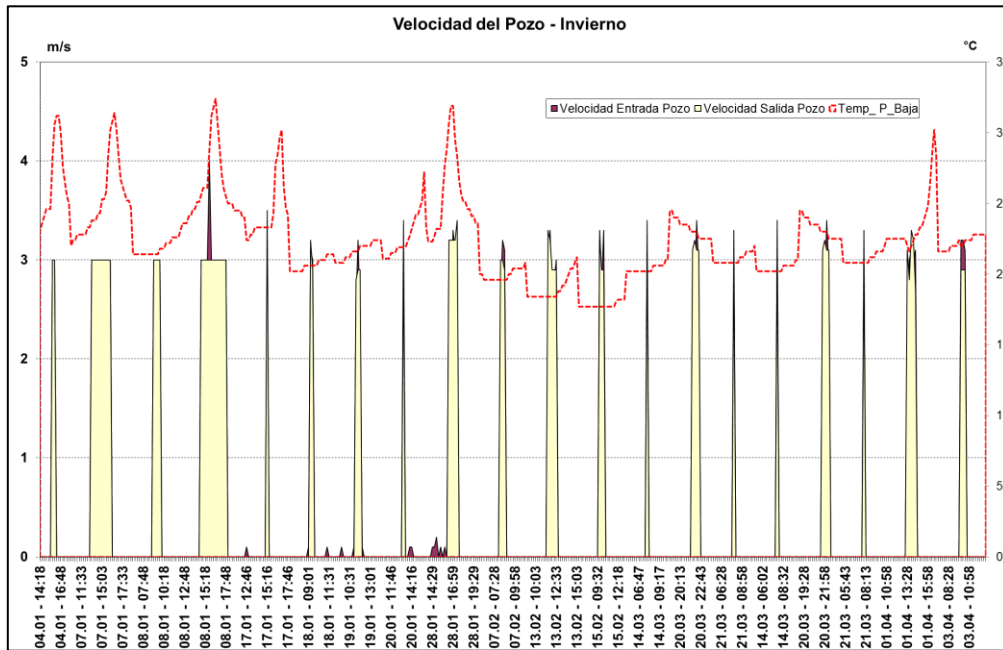
Gráfica 4.4: Variación de Temperatura al encender el pozo Enero – Abril



Al igual que la gráfica de temperaturas totales se ratifica los picos de aumento de temperatura por la falta de protección solar y que el pozo incide muy poco en la variación de temperatura interna.

Los pozos en invierno fueron encendidos sin un patrón de control. Se encendieron por 13 ocasiones en los cuatro meses (enero – abril), y el tiempo de encendido de en ciertos casos fue menor a 15 minutos, el sistema solo registró la primera medición. La velocidad del aire que ingresa y sale del pozo mantiene el patrón de velocidad de diseño entre 3 - 4 m/s. La grafica a continuación, muestra el encendido del pozo, y una línea punteada roja, que es la temperatura ambiente de planta baja de la vivienda. Esta permite observar con claridad que la temperatura de la habitación aumenta al encender el pozo en invierno.

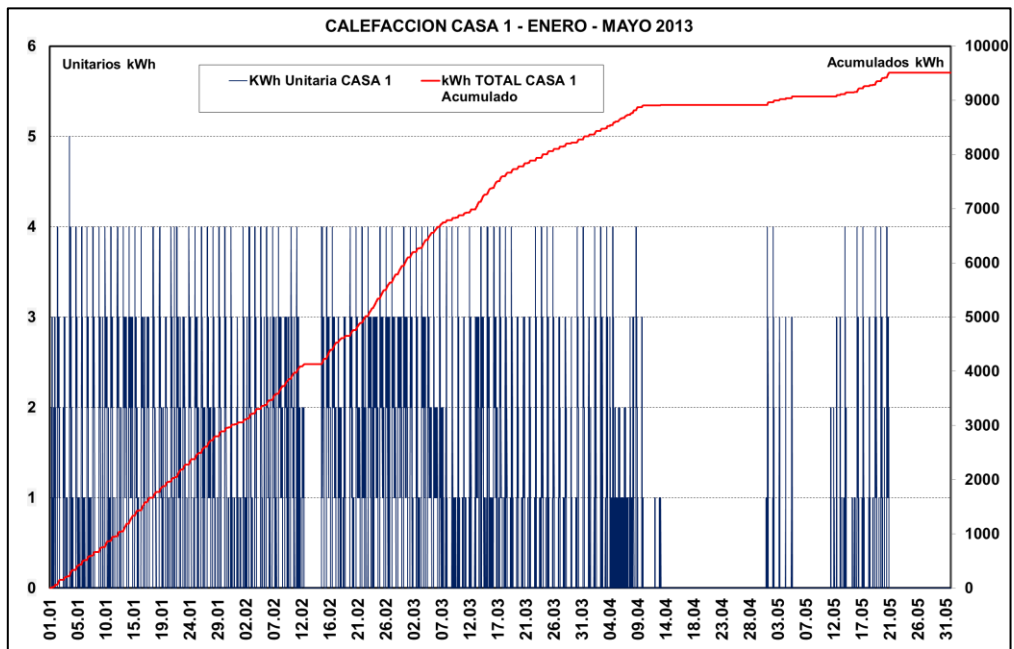
Gráfica 4.5: Comportamiento del pozo encendido y apagado Enero – Abril



4.2.3 Calefacción

En cuanto al uso de calefacción acumulada en la época invernal (enero – abril) se obtuvo un valor de alrededor de 9500 kWh. La Gráfica 4.6, muestra el resumen de consumo mensual de todo el periodo.

Gráfica 4.6: Calefacción utilizada Enero – Abril



EFICIENCIA ENERGÉTICA A TRAVÉS DE UTILIZACIÓN DE POZOS CANADIENSES

Se puede observar que existe consumo de calefacción en el mes de mayo, el uso no es común en esta época del año en Barcelona, el usuario lo vio necesario durante los primeros días del mes. El consumo de calefacción en mayo fue hasta el día 21 de mayo generando gasto de 595 kWh.

El estudio realizado fue desde el mes de enero, pero para obtener el consumo total de gas de la vivienda, se utilizó todos los datos de consumo de facturación, que recopilan datos desde el mes de noviembre. El consumo de gas total representa el consumo tanto para calefacción como producción de agua caliente, en invierno. La producción de agua caliente en verano, es por medio de sistema de paneles solares, por esa razón esos meses no son tomados en cuenta. La tabla a continuación describe el consumo total de kWh consumidos por la vivienda.

Gráfica 4.7: Consumos mensuales de calefacción contador vivienda

CASA 1 (kWh)	
Total Acumulado	
01/01 – 31/01	1882
01/02 – 28/02	4436
01/03 – 31/03	6099
01/04 – 30/04	12031
01/05 – 31/05	14265

EL consumo aproximado fue de 14265 kWh, este valor se dividió para la superficie total de la vivienda 294.14 m² (sin tomar el sótano, porque no esa climatizado), teniendo como resultado el consumo en kWh/m²- año.

La vivienda tiene un consumo de **48.49 kWh/m²- año**, cada kWh está entre **0.15 – 0.17€**. Un consumo promedio, para una vivienda sostenible.

4.2.4 Análisis de confort

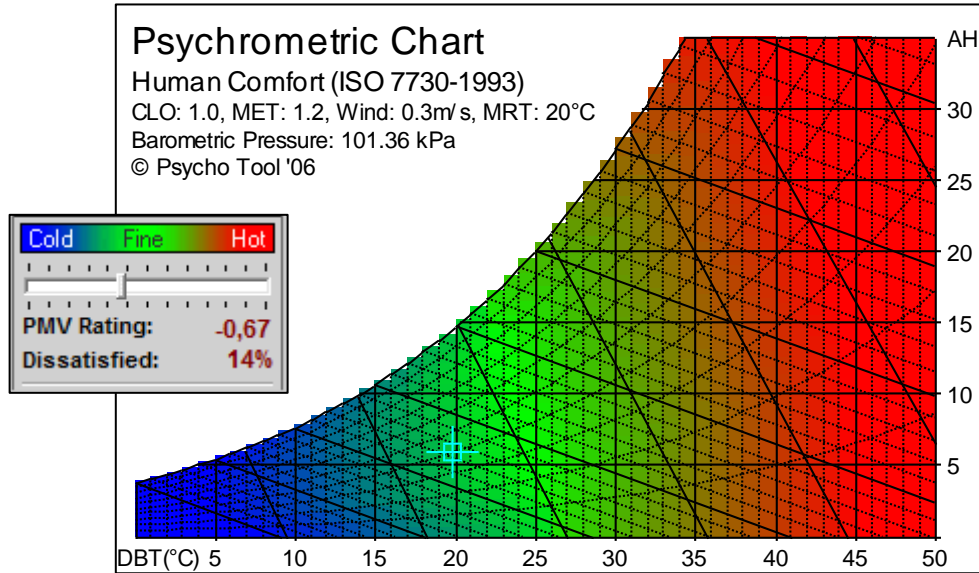
Al culminar la recolección de datos y en busca de valores cuantificables de confort térmico, se utilizó la herramienta “Psycho Tool”, para obtener dos índices **Voto medio estimado (PMV-Predicted mean vote)** y **Porcentaje de personas insatisfechas (PPD-Predicted percentage dissatisfied)**. Se conoce que **PMV** (PMV=0 confort), predice el valor medio de la sensación subjetiva de un grupo de personas en un ambiente determinado y **PPD**, predice el % de gente insatisfecha en un ambiente térmico determinado. Con estos valores se puede tener una idea general de lo que sucede en la vivienda realmente.

PPD y PMV se obtuvieron con los parámetros ambientales más desfavorables. Se utilizó el valor de temperatura más baja que puede presentar la vivienda en invierno. Los parámetros utilizados fueron:

Gráfica 4.8: Parámetros de Cálculo PPD Y PMV

Temperatura Ambiental °C	Humedad Relativa %	Clot / Ropa*	Met/ Actividad*	Velocidad de Aire* m/s	Temperatura radiante °C
19.67	40	1	1.2	0.3	20

Gráfica 4.9: Gráfica Psicométrica Invierno



Se obtuvo como resultado un **PMV de -0,67** presentándose como un ambiente un poco frío, y un **PPD de 14%** de insatisfechos, es un porcentaje bajo de personas que no están a gusto con el ambiente.

En general, tomando en cuenta la época del año (invierno), la vivienda es comfortable.

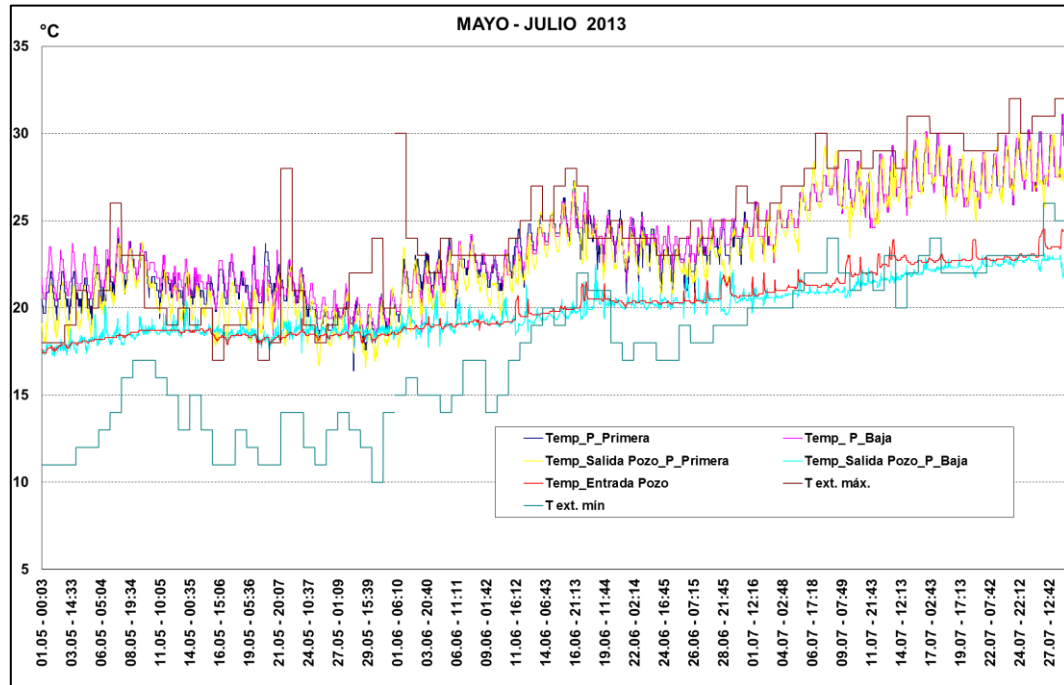
4.3 DATOS DE VERANO

Al igual que con los datos de invierno los datos de verano se presentan en el mismo tipo de gráficas, el consumo de calefacción en esta etapa no es generado.

4.3.1 Temperatura

La gráfica general de mayo a junio, contempla valores de temperaturas interiores de la vivienda, temperatura del aire de ingreso y salida de pozos y la temperatura máxima y mínima ambiental. Se observa un aumento en la temperatura, por la llegada del verano. A finales del mes de julio la temperatura de la vivienda alcanza un valor cercano a 30°C y la exterior es mayor a 35°C.

Gráfica 4.10: Temperatura Mayo – Julio (General)

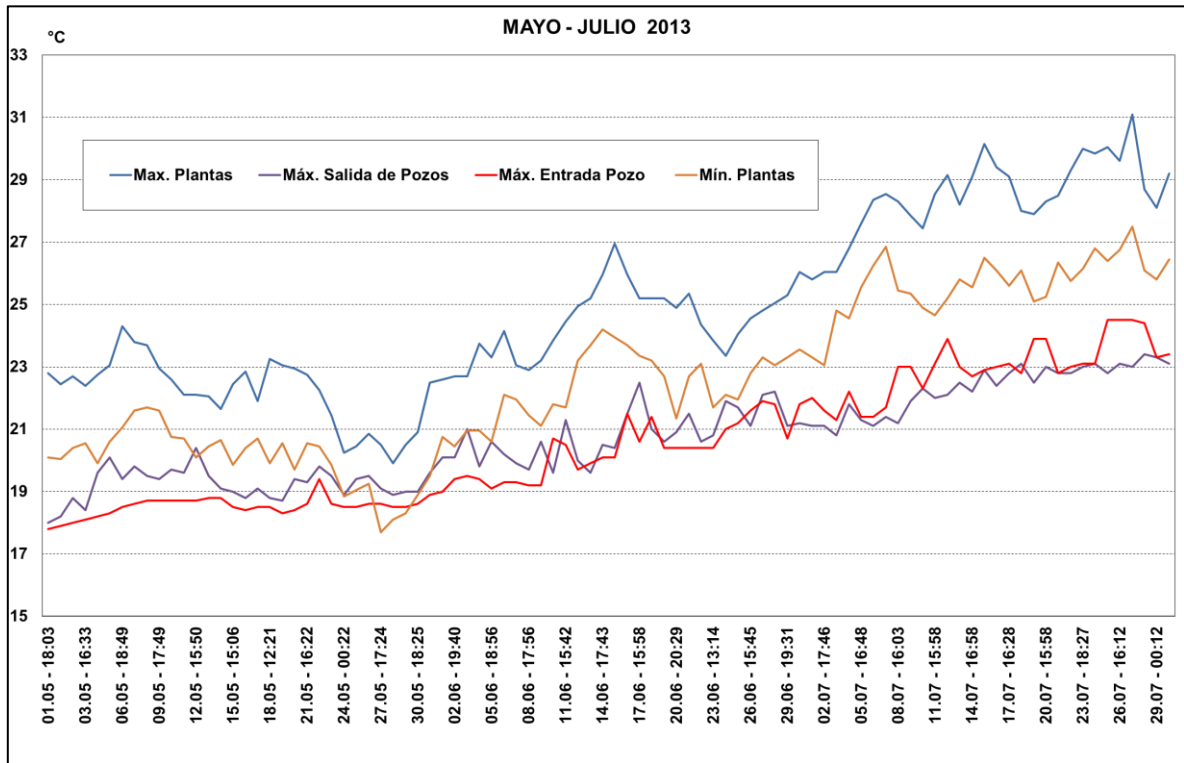


A diferencia que la gráfica invernal, la temperatura interior de la vivienda no presenta subidas y bajadas bruscas.

La Gráfica a continuación, contempla los valores promedio del sistema en verano. La temperatura de las plantas tiene un aumento prolongado al igual que la del ingreso del aire en la vivienda. La temperatura interna máxima de la vivienda, se encuentra entre 26° y 30°C, y la mínima entre 25° y 28°C. La temperatura máxima promedio de salida del aire del pozo es de alrededor de 20° y 28°C. Se observa, por tanto, que la temperatura mínima de la vivienda y la máxima de salida del aire del pozo son cercanas, corroborando que el encendido de pozos ayuda a refrescar y mantener la temperatura interior.

La diferencia de temperatura del aire que ingresa en el pozo y la que sale es de alrededor de 2° y 5°C, existe intercambio bajo de calor.

Gráfica 4.11: Temperatura Mayo – Julio (Específica)



En resumen, se llega a observar que el comportamiento de la temperatura, en conjunto con el funcionamiento de pozos mantiene un patrón que permite (al igual que en invierno) presentar un resumen de máximo y mínimos de temperatura con un horario. La Gráfica 4.12 muestra el resumen horario final de verano

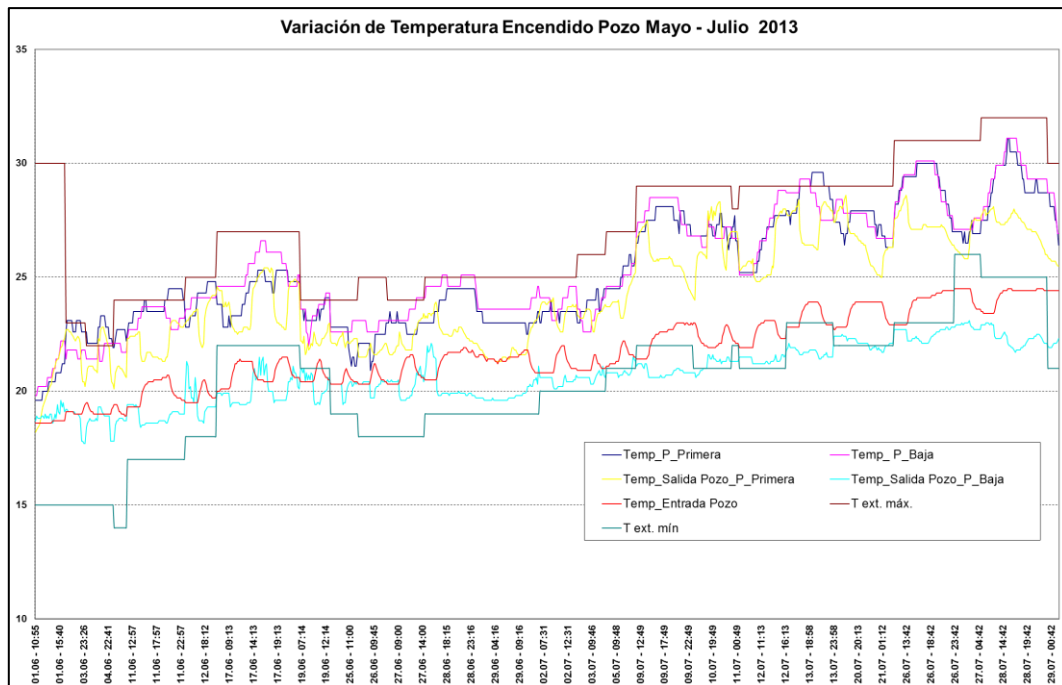
Gráfica 4.12: Resumen de horarios de temperaturas máximas y mínimas – Verano

Mes	Horas del Día Temp. Máx. °C	Máx. de Temp. Promedio Plantas	Horas del Día Temp. Mín. °C	Mín. de Temp. Promedio Plantas
Mayo	15:00 - 19:00	22.23	5:00 - 8:00	20.08
Junio	16:00 - 20:00	24.29	6:00 - 10:00	22.19
Julio	16:00 - 20:00	28.23	6:00 - 10:00	25.25
Estación	16:00 - 19:30	28.23	6:00 - 9:30	20.08

4.3.2 Funcionamiento de Pozo (Tubos enterrados)

Los datos de verano son presentados en la Gráfica 4.13, muestran los datos del mes de junio y julio. En el mes de mayo no se encendió el pozo, para los meses de junio y julio, se trató de mantener un control sobre el encendido. Se programó un horario preliminar de uso, el cuál no fue respetado en su totalidad. La gráfica a continuación, muestra que la variación de la temperatura de la vivienda, que no presenta picos de aumento, más bien se mantiene muy constante. Al igual que en invierno, al encender el pozo, la variación interna de temperatura en la vivienda es entre 1° y 2°C.

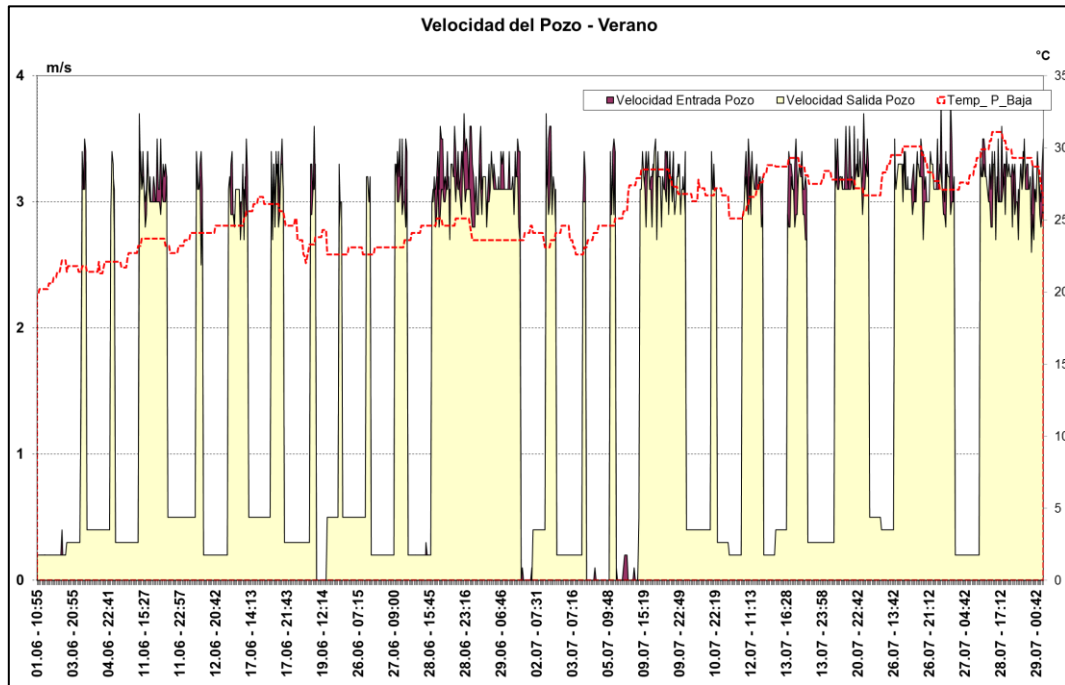
Gráfica 4.13: Variación de Temperatura al encender el pozo Mayo – Julio



Se Observa en la gráfica, que para época de verano, al encender el pozo la temperatura de la vivienda disminuye o se mantiene constante.

En cuanto al patrón de comportamiento del encendido del pozo, en el lapso de Mayo a Julio, fueron puestos en marcha 23 veces, a medio día y por la noche. Aún no se logró limitar el horario y tiempo de encendido automático. En ocasiones los pozos permanecieron encendidos durante 8 o 10 horas. Al igual que en invierno, la velocidad del aire que ingresa y sale del pozo mantiene el patrón de velocidad constante y está entre los rango de diseño 1 - 3 m/s.

Gráfica 4.14: Comportamiento del pozo encendido y apagado Mayo – Julio



Al igual que en invierno, la línea punteada roja, representa la temperatura de la vivienda cuando se enciende el pozo. La disminución de la temperatura es baja. Las gráficas totales del uso de pozos se encuentran en el Anexo.

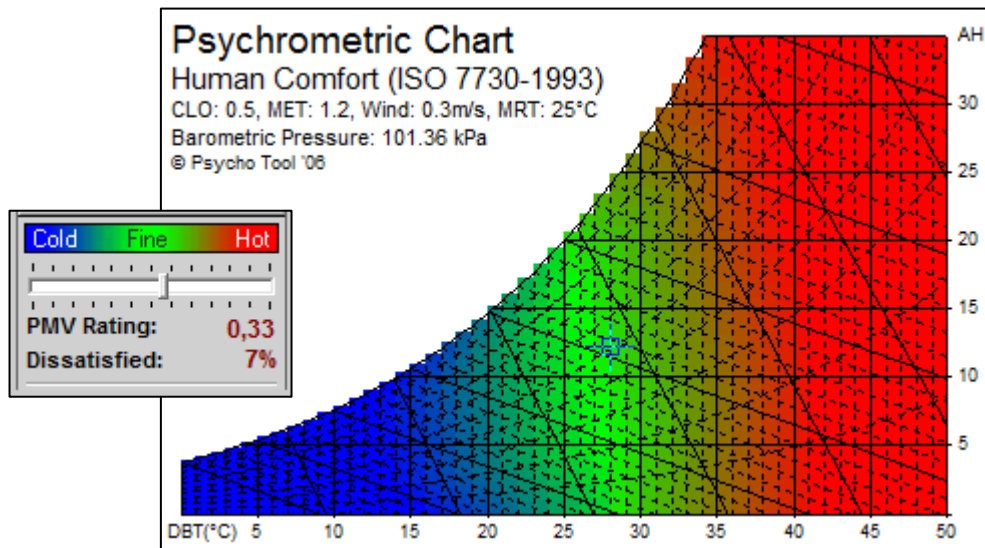
4.3.3 Análisis de confort

Al igual que en el apartado de invierno, los valores medidos de temperaturas en verano permiten obtener los índices de PPD y PMV.

Gráfica 4.15: Parámetros de Cálculo PPD Y PMV

Temperatura Ambiental °C	Humedad Relativa %	Clot / Ropa*	Met/ Actividad*	Velocidad de Aire* m/s	Temperatura radiante °C
28.23	50	0.5	1.2	0.2	25

Gráfica 4.16: Gráfica Psicométrica Verano



El resultado de esta gráfica fue **PMV de 0,33**, un ambiente un poco caliente, y un valor de **PPD de 7%**, a alguien le podría parecer que la zona es un poco fría.

La época de verano en Barcelona es muy calurosa, por lo tanto obtener estos valores nos permite percibir un ambiente confortable.

4.3.4 Certificación Energética

El consumo de gas de manera independiente tanto para calefacción y producción de agua caliente fue imposible de calcular con los valores de facturación y/o registros del sistema de monitoreo. Esto se debe a que los valores registrados es de uso total de gas de la caldera, que es una sola para para los dos usos. Tomando en cuenta de esto y en busca de obtener la tipología de edificación que es "Casa Pomaret, según la generación de kilogramos de CO₂ anual, se utilizó el programa CE3X. Este programa es de uso sencillo, fue desarrollado por el CTE y permite obtener una certificación energética de edificación bajo normativas española.

Los datos de la edificación fueron modelados y los resultados obtenidos se muestran a continuación.

EFICIENCIA ENERGÉTICA A TRAVÉS DE UTILIZACIÓN DE POZOS CANADIENSES

Gráfica 4.17: Demanda de Calefacción y Agua Caliente kWh/m²- año

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	44.29 B	CALEFACCIÓN		ACS	
				C	
		Energía primaria calefacción [kWh/m ² año]		Energía primaria ACS [kWh/m ² año]	
		26.72		17.57	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
				A	-
		Consumo global de energía primaria [kWh/m ² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m ² año]	
44.29		0.00		-	

Fuente: Modelo CE3X

Gráfica 4.18: Calificación Global de “Casa Pomaret” según las emisiones



La vivienda se encuentra en una **Categoría B**, las emisiones no son excesivas. En los Anexos se presenta el informe final.

4.4 CONCLUSIONES

Antes comenzar el estudio de datos, el método a utilizar para el análisis de estos fue pensado de manera que el resultado no esconda ningún resultado parcial. El plantear el alcance final del problema permitió generar el método utilizado que se explica al inicio del capítulo. En conclusión lo que deseó desde del inicio fue determinar el funcionamiento de pozos, horarios y temperaturas en la vivienda a fin de determinar posible discomfort y con estos valores generar mejoras en la utilización de pozos canadiense.

1. En **invierno**, picos y valles de aumento de temperatura interior, tanto en planta primera como planta baja entre las 14:00 y 16:00 horas, con mayor incidencia en la planta primera. El mayor aumento se da en planta primera con un promedio de temperatura alcanzada mayor a 27° C. Este aumento se asume que es debido a la insolación directa del ventanal central, que no tiene en el momento protección solar, porque la vegetación colada no termina de crecer. Además, en ocasiones la calefacción permanece

encendida varias horas en las primeras horas de mañana, lo que da lugar a acumulación de calor. Las temperaturas más bajas dentro de la vivienda, son en las primeras horas de la mañana, entre las 5:00 - 8:00 am, con una temperatura de 19° C. En general, la temperatura dentro de la vivienda es confortable, la pérdida de calor de la misma es muy baja, no existen filtraciones de aire exterior, los aislamientos colaboran a minimizar estas pérdidas. En **verano**, el aumento de temperatura fue prolongado según el adentramiento de la estación, la temperatura máxima promedio fue de 28° C, entre las 16:00 – 20:00 horas; la mínima de 20° C presente en la mañana entre las 6:00 – 9:30 am. Se demuestra que la vivienda está muy bien aislada, porque sin tener sistema de aire acondicionado, presenta temperaturas interiores confortables, y variación de 2° C entre la máxima y mínima. No se tiene valores de registro de humedad.

2. Los pozos fueron encendidos 13 veces durante la época de invierno (enero – abril), y el tiempo de encendido en ciertos casos fue menor a 15 min (no se puede registrar ni más que una medición). En época de verano (mayo – julio), se encendieron 23 veces y en el mes de mayo, no se encendió el pozo. En los meses de junio y julio, el sistema fue accionado, en la mayoría de casos, de manera manual. Con la información recopilada se estableció el programa de uso automático del sistema.
3. Se observó que la variación de la temperatura interior de la vivienda es influenciada de manera mínima al encender el pozo. A pesar de la época del año, en enero, el pozo estuvo encendido durante 2 horas y el cambio de temperatura de planta baja disminuyó en 3° C, más en planta primera fue invariable. La variación de planta baja pudo deberse a la disminución de la temperatura exterior. Por otro lado, en época de verano, se llegó a utilizar el pozo durante 8 horas seguidas y el descenso de temperatura máximo fue de 5° C.
4. La temperatura del aire que ingresa al pozo en invierno fue de 16 ° C, y la de salida del mismo, después de pasar a través de los pozos en planta baja, es de 17 ° C y en planta primera es de 18° C. La transferencia de calor entre el pozo y el subsuelo fue entre 1 ° y 3 °C, lo que a simple vista permite percibir una influencia baja en la transferencia de calor del sistema de pozos. El uso del pozo es nulo al ser la temperatura exterior menor a 16° C, porque el subsuelo se encuentra a 15° C, esto no permite un intercambio de calor correcto. En verano, el promedio la temperatura del aire que ingresa al pozo es de 24 ° C y sale entre 21° C. En verano, se percibe mejor la transferencia del calor en el pozo. Si la temperatura exterior es mayor a 31° C en verano, el pozo no realiza ningún trabajo y más bien el aire que ingresa en la vivienda la recalienta.
5. En invierno el pozo fue accionado cuando existían picos de aumento de temperatura, pero en el mes de junio fue encendido en horas de la mañana, para prevenir el aumento de temperatura en la vivienda entrada la tarde (14:00 – 17:00), y se notó mejoras en las condiciones ambientales al conjugar con el uso de ventilación cruzada.

6. El uso del pozo tiene mayor eficiencia en verano, siempre y cuando sea accionado antes de alcanzar el máximo de temperatura interior. Los pozos, además de permitir una disminución de la temperatura interior, permiten mantener la temperatura interna invariable así la exterior aumente varios grados. Es importante mencionar que no se tienen datos de humedad ambiental, pero el pozo no puede ser accionado al ser esta excesiva, porque el aire aspirado estará muy saturado y no existirá buena transferencia de calor.
7. El sistema de aislamiento de la vivienda funciona. La vegetación frontal al culminar su crecimiento, llegará actuar de manera correcta minimizando la acumulación de calor en horas de media tarde como sucede actualmente.
8. Según el análisis de los datos, la calefacción están siendo encendido automáticamente a las 6:00 am con una duración promedio (dependiendo el día) de 3 o 4 horas y por la noche, entre las 20:00 – 22:00 horas. Cuando la temperatura de la vivienda se encuentra entre 21 °C y 23 °C, la calefacción permanece apagada. En ocasiones se registra que la calefacción fue encendida al mismo tiempo que los pozos, dando pie a especular que hay un consumo excesivo de calefacción por lo que es necesario tratar de refrescar la vivienda.
9. El análisis del confort térmico se encuentran en rangos aceptables de comodidad para las dos estaciones. Todos los sistemas con los que cuenta la vivienda funcionan de manera adecuada tanto en invierno como en verano.
10. En cuanto al consumo de calefacción promedio anual de 14265 kWh/m² -año. Un consumo adecuado para una vivienda con las características de “Casa Pomaret”.
11. El consumo de gas registrado se encuentra en **48 kWh/m²- año**, costando cada kWh entre **0.15 – 0.17€**.
12. Utilizando el programa CE3X, se obtuvo la generación de kilogramos de CO₂ anual, por parte de la vivienda. El resultado obtenido fue de **8.95 kg CO₂ /año**. La vivienda energéticamente está categorizada como **tipo B**.
13. En general, se puede concluir que toda la problemática de uso de pozos y consumo de calefacción, se debe a que los sistemas digitales de control no están programados y automatizados. Este hecho sumado a que el usuario no utiliza el sistema de manera correcta, demuestra que es necesario no solo utilizar sistemas sostenibles eficientes, sino una capacitación y minimización de riesgos en la mala utilización de los mismos.
14. No se puede hacer caso omiso, al mantenimiento del sistema. Es muy importante la limpieza de pozo para un correcto funcionamiento.

5 MODELADO DEL SISTEMA COMPUTACIONAL

Estudios demuestran que el suelo puede ser usado como un intercambiador del calor, por esa razón varios investigadores han estudiado el uso del terreno para la disipación de calor. El estudio matemático se fundamenta en el uso de un modelo numérico transitorio de acoplamiento del calor y transferencia de masa para tuberías enterradas. Este método numérico ha sido validado con datos experimentales para desarrollar un software que compute una edificación (Harvard University, 2009).

BLAST y DOE-2 desarrollados en EEUU a finales de los años 70 e inicio de los 80, fueron las primeras herramientas de cálculo energético computacional que aparecieron. Estos programas fueron la base para de un software más avanzado y confiable, utilizado hasta la actualidad, el programa EnergyPlus (Harvard University, 2009).

Energyplus es el programa de simulación de análisis energético de edificios, desarrollado por U.S. DOE (Departamento de Energía de EEUU), que permite introducir la descripción del edificio como la constitución física, localización, orientación, los sistemas mecánicos, calcular las cargas de calefacción y refrigeración necesarias para mantener el control térmico configurado, y el consumo energético del edificio. Al igual que otros detalles necesarios para comprobar que la simulación está funcionando como lo haría el edificio construido (Harvard University, 2009).

Uno de los mayores problemas que presenta al trabajar con Energyplus es su interfaz gráfica que es poco amigable, por esa razón se creó el DesignBuilder. Este programa se ha desarrollado como complemento directo alrededor de Energyplus. Este incorpora una base de datos de materiales, cerramientos, vidrios y dispositivos de sombreado. Donde se puede introducir las características de la edificación, proporcionando todas las herramientas necesarias para el estudio de sistemas activos y pasivos, mediante la simulación con Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) (Harvard University, 2009).

El presente trabajo en busca de utilizar las mejores opciones de análisis, ha integrado como interfaz gráfica de trabajo a DesignBuilder y de análisis a EnergyPlus.

5.1 INTRODUCCIÓN DESIGNBUILDER Y ENERGYPLUS

Como ya se mencionó, el DesignBuilder se considera un producto flexible para introducir la geometría de la edificación, con amplias bibliotecas de materiales y plantillas. Entre sus múltiples características se menciona su facilidad de uso con modelos CFD; pero sobre todo su nivel de fiabilidad. Cuenta con procedimientos de control de calidad que aseguran la exactitud de los resultados con el motor de cálculo EnergyPlus independiente, siendo probado en las análisis comparativo del Método Estándar BESTEST / ASHRAE STD 140 (Ibarra & Reinhart, 2009).

5.1.1 Modelos numéricos CFD

Para poder entender el modelo computacional realizado con DesignBuilder, es necesario introducirse en el modelo CFD.

La mecánica de fluidos computacional (CFD) es una de las ramas de la mecánica de fluidos que utiliza métodos numéricos y algoritmos para resolver y analizar problemas sobre el flujo de sustancias. Los ordenadores son utilizados para realizar millones de cálculos requeridos para simular la interacción de los líquidos y los gases con superficies complejas proyectadas por la ingeniería (Harvard University, 2009).

En la página de DesignBuilder se describe la mecánica de fluidos computacional como el método que discretiza una región de un espacio creando una malla espacial. Divide una región del espacio analizado en pequeños volúmenes finitos, para dar una solución al conjunto de ecuaciones de derivadas parciales (PDEs - Partial Differential Equations), que describe el transporte de cantidades de momento, energía y turbulencias dentro del volumen (Harvard University, 2009).

La Ecuación 5.1, muestra la ecuación de derivadas parciales que se aplica para la resolución del sistema.

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\phi) + \text{div}(\rho u\phi) = \text{div}(\Gamma \text{grad}\phi) + S$$

┌───┐
┌───┐
┌───┐
┌───┐

Transien
Convection
Diffusion
Source

Equation	Variable
Momentum	u, v and velocities
Energy	Temperature
Turbulence Ke	turbulence kinetic energy
Turbulence Diss	dissipation rate of turbulence kinetic energy

Ecuación 5.1: Ecuación de momento en derivadas parciales (Harvard University, 2009)

Las PDEs se convierten en un conjunto de ecuaciones algebraicas simultáneas. Primero, el espacio en donde se va a calcular, se divide en una serie de celdas rectilíneas adyacentes que no se superponen, esto se conocen como la red de volúmenes finitos. Las ecuaciones algebraicas se establecen para cada célula de la cuadrícula y el conjunto de ecuaciones es resuelto usando un método numérico.

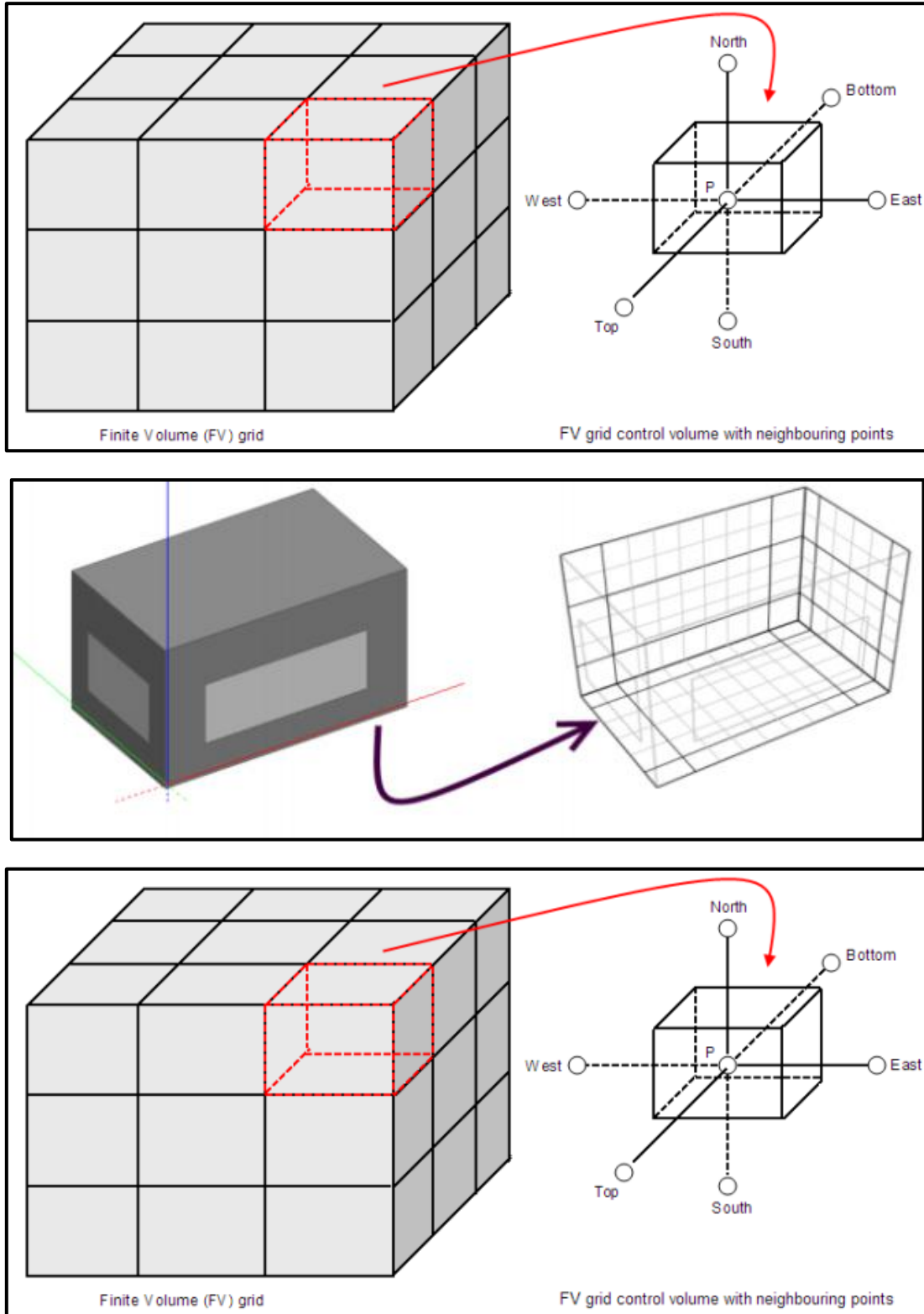


Figura 5.1: Malla de volumen Finito

Fuente: (DesignBuilder, 2009)

En esencia lo que se debe conocer son los dos **elementos principales en la dinámica de fluidos computacional (CFD)** los cuales son:

1. Discretización del flujo continuo, es decir que las variables de campo (ρ , u , v , w , p ,) se aproximan por un número finito de valores en puntos llamados nodos.
2. El sistema de ecuaciones algebraicas se resuelven y se obtienen los valores de las variables en todos los nodos.

Los métodos numéricos utilizados para resolver el conjunto de ecuaciones son iterativos, por lo que las ecuaciones se iteran y resuelven repetidamente hasta que no exista ningún cambio en las variables dependientes (Harvard University, 2009).

Los resultados de estos cálculos son las temperaturas, las velocidades y otras propiedades de los fluidos a través de la región del espacio. El DesignBuilder permite que los resultados de la simulación energética en conjunto con el EnergyPlus se ejecuten simultáneamente para definir las condiciones de contorno para un análisis CFD. Esto da lugar a una mayor eficiencia, en ahorro del tiempo, y fiabilidad porque se analiza la construcción en conjunto, lo que no sucede con otros programas de CFD que necesitan que se realice una configuración especial, porque trabajan de manera aislada de la herramienta de simulación energética.

En conclusión, la simulación energética y el modelo CFD son herramientas complementarias para una evaluación completa de una construcción. Esto se debe a que la simulación predice el comportamiento térmico de la construcción, el modelo numérico CFD calcula las características detalladas del flujo de aire. La integración de los dos tiene ventajas sobre los programas individuales y producen resultados verdaderamente confiables (Harvard University, 2009).

5.2 CONFIGURACIÓN DEL MODELO COMPUTACIONAL CASA POMARET

La elaboración del modelo computacional tridimensional de “Casa Pomaret” en el programa DesignBuilder se basó en los archivos CAD del proyecto. Se introdujo al máximo detalle todos los datos reales descritos en el Capítulo 3 sobre la vivienda.

Lo primero que se hizo antes de introducir la estructura es ubicar la localidad (zona) de la construcción. Se puede encontrar datos meteorológicos de más de 2.100 localidades en el formato de datos climáticos horarios del EnergyPlus. Datos, que son utilizados para definir las condiciones externas durante las simulaciones en el programa DesignBuilder.

Los paquetes de datos climáticos que se encuentran normalmente se derivan de registros horarios tomados por centros especializados como oficinas meteorológicas y/o de servicios climáticos nacionales. Para el análisis de “Casa Pomaret”, el paquete de datos medido por hora anual y se puede encontrar para cada poblado es medido por hora anual y estos valores son: la temperatura de bulbo seco, la radiación solar y las condiciones atmosféricas, etc., para cada hora anual. Para este caso, el paquete de datos de la ciudad de Barcelona (ESP_BARCELONA_IWEC) fue escogido (Desing Builder Software, 2012). También, es importante escoger la orientación exacta de la construcción. En este caso, relacionada con el eje longitudinal de la construcción es 15° con relación al Norte.

Al tener ya definido la orientación y los aspectos climáticos del lugar, lo siguiente es la modelación del envoltorio en 3 dimensiones de la edificación según los planos, al igual que su comportamiento interno en todos los niveles. Al tener un programa con una buena interfaz gráfica es sencillo introducir las divisiones internas, los huecos en losas, las puertas y ventanas del edificio, así como los detalles externos. Una de las falencias del programa, es que no permite introducir escaleras, pero los huecos en las losas fueron localizados, al igual que el ducto de ingreso del aire, como el acristalamiento superior.

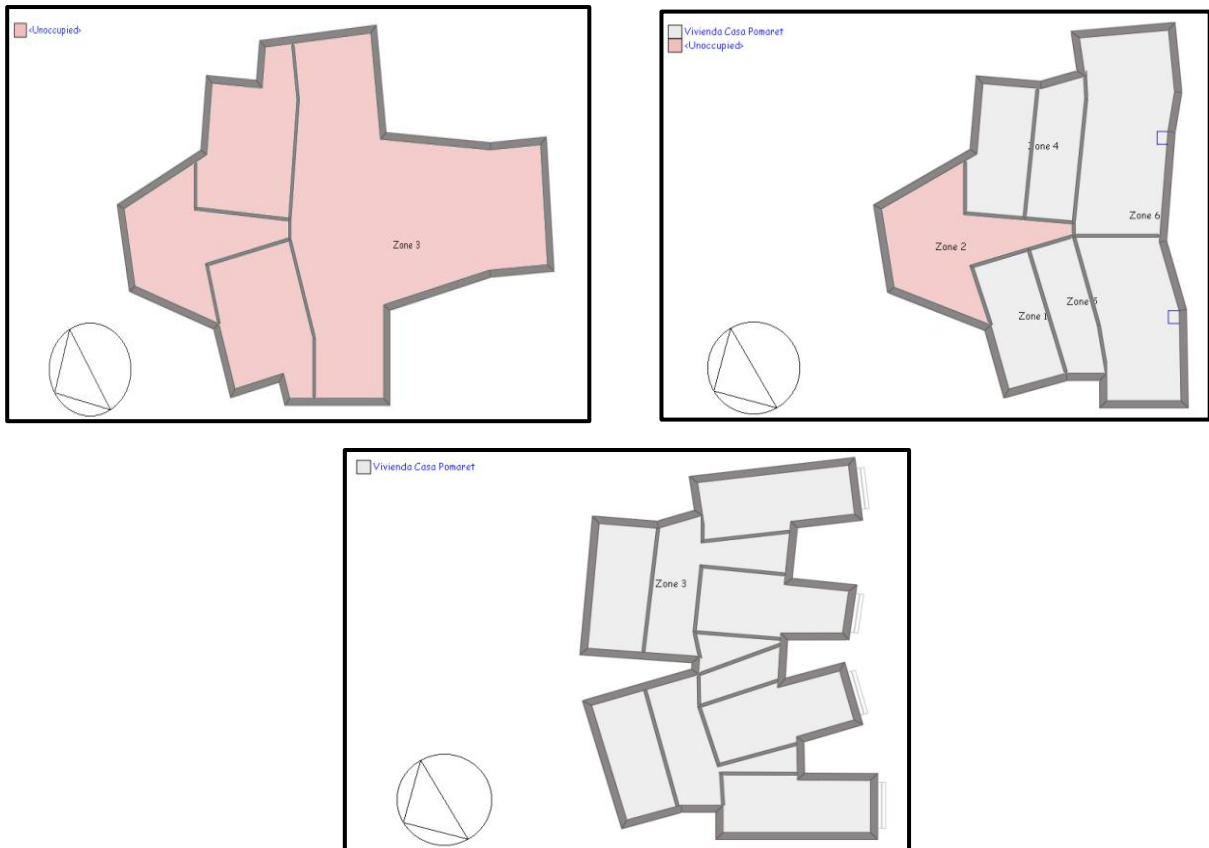


Figura 5.2: Elaboración del Modelo Computacional – Plantas
Fuente: del Autor

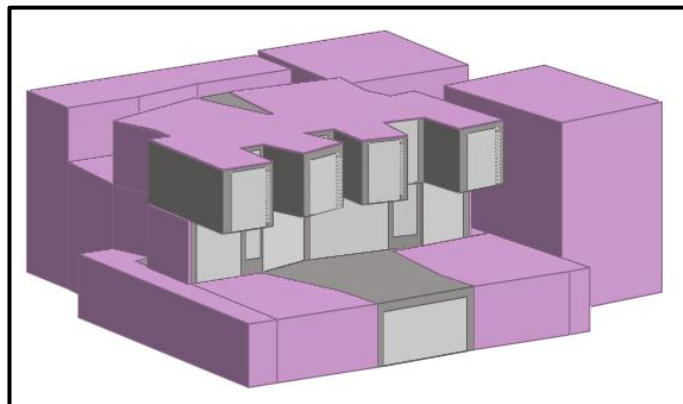


Figura 5.3: Elaboración del Modelo Computacional – Vistas
Fuente: del Autor

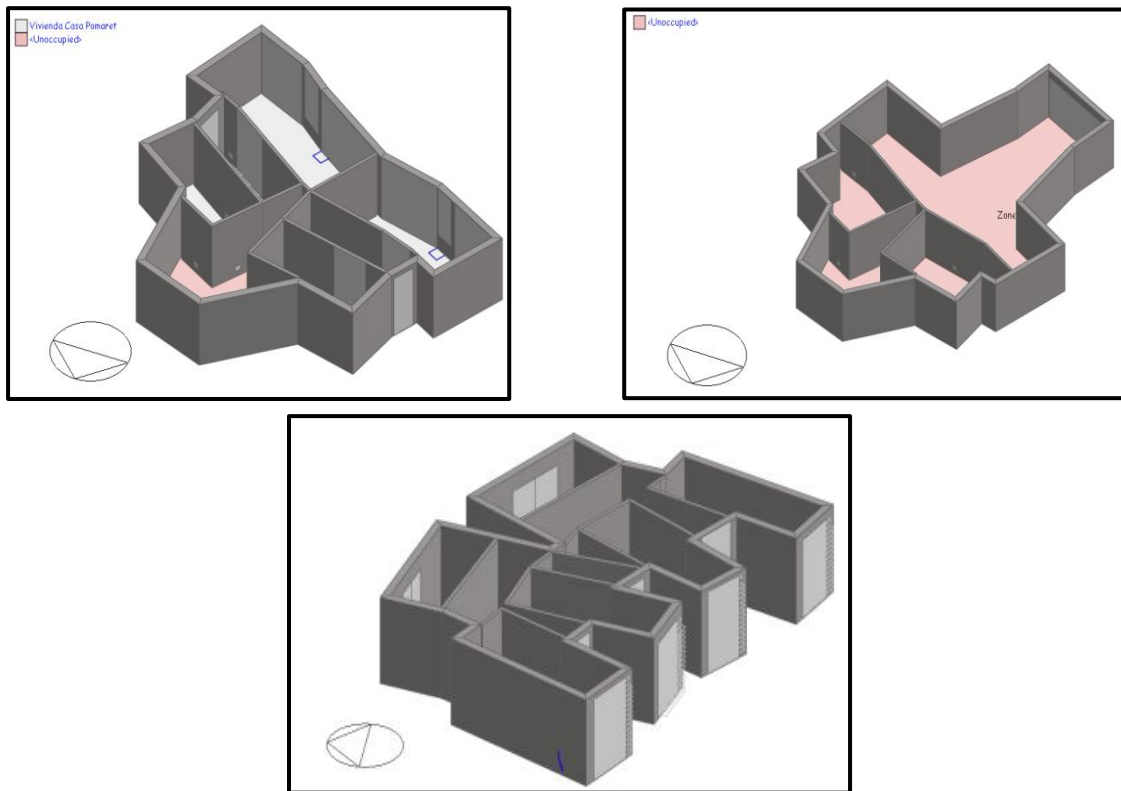


Figura 5.4: Elaboración del Modelo Computacional – Vistas Plantas
Fuente: del Autor

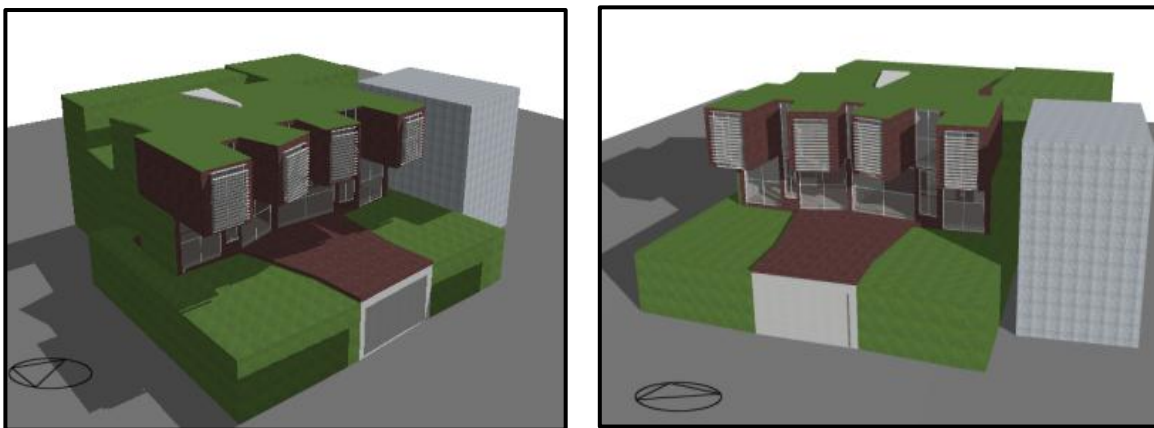


Figura 5.5: Elaboración del Modelo Computacional – Render
Fuente: del Autor

El manual aconseja, que el modelo introducido en el Software deber ser lo más simplificado posible para que el cálculo no se demore demasiado (más aún en la simulación CFD) y por tanto se muy exacto. Por esta razón, pequeños detalles no han sido plasmados. En particular, en los espacios de mismo uso, es aconsejable no colocar las particiones internas porque estas

son insignificantes a la hora de simulaciones energéticas. Se realizó la siguiente discretización.

5.2.1 Envoltente de Cargas

La importancia de modelar una correcta envoltente de cargas es clave para la estimación de consumo energético. Es básico tomar en cuenta todos los elementos de la edificación que afectan directamente en este cálculo.

DesignBuilder tiene plantillas auto determinadas y también permite crear una plantilla nueva editable, la misma que se configura con todos los parámetros del modelo. La plantilla que sirvió como base para este modelo fue la de vivienda, esta plantilla se editó ajustándose a los parámetros de “Casa Pomaret”. Los parámetros modificados fueron:

Actividad

En esta parte se describe la **densidad ocupacional** de la vivienda, tomando un valor de 0.1 personas/m² para este caso y con un horario de ocupación familiar. Se discretiza día laborable (6:00 -10:00 & 16:00 – 24:00) con fin de semana (7:00 -23:00). Para la **tasa metabólica** se utilizó configurada por la plantilla que es para un actividad relajada, sentada de 1.20 Met (1 Met= 58 W/m²) y en cuanto a vestimenta se utilizó un valor de 1 Clot (1 Clot = 0.155 m²°/W) para invierno y de 0.5 Clot para verano.

Las ganancias de se consideraron nulas, tanto ordenadores equipamientos de oficinas. La iluminación general se configuró en 100 lux y una tarifa de consumo de agua en 5 (l/m²/día).

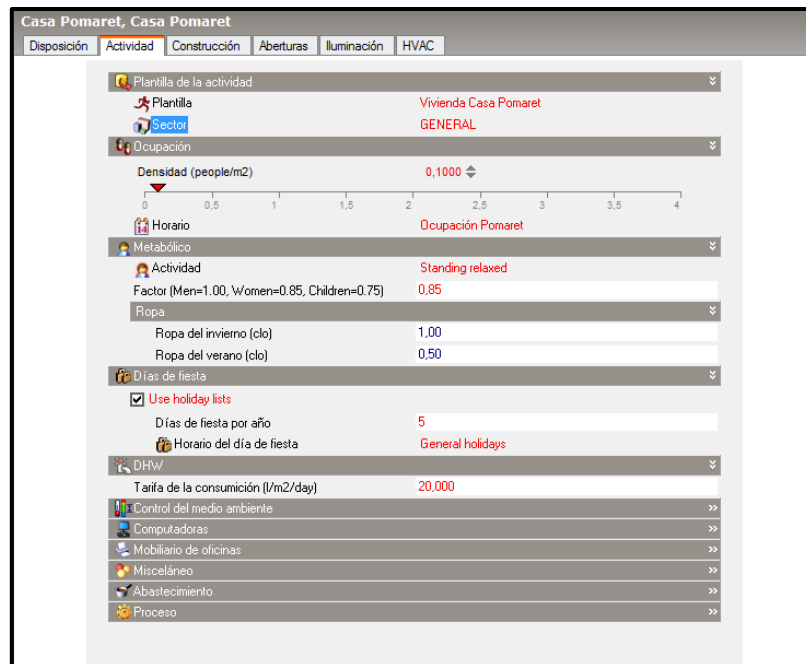


Figura 5.6: Plantilla de envoltente de Cargas - Actividad

Fuente: del Autor

Construcción

Se utilizó para análisis de jerarquía en edificio, la plantilla de la mejor práctica, pero como “Casa Pomaret” tiene varios tipos de **muros** y **acabados** para alcanzar un buen aislamiento térmico se especificó a nivel de plantas cada uno de ellos.

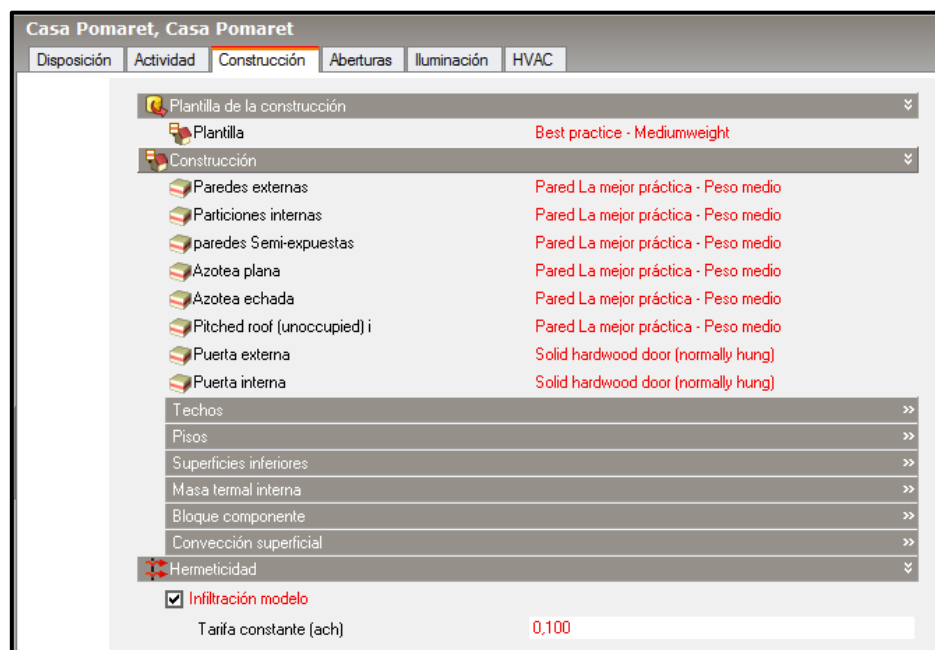








Figura 5.7: Plantilla de envoltorio de Cargas - Construcción
Fuente: del Autor

El modelo fue simplificado (el mismo software lo propone) y no todos los muros interiores fueron tomados en cuenta, porque se asume que todo el ambiente en esa planta estará a la misma temperatura. La Tabla 5.1, contiene el código de colores de cada uno de muros utilizados. Se discretizó en estos tipos de muros, y la variabilidad de la transmitancia térmica (U) es entre 0.30 – 2.55 W/m²°C. Los muros utilizados en la simulación fueron:

Tabla 5.1: Muros modelados

Muro	Código de Colores
Bloque de Hormigón 11.5 cm	
Muro de Hormigón Insitu 20 - 30cm	
Muro Rockwool	
Recubierto con muro Verde	
Pared Adiabática	
Cubierta Tipo Aljibe	

A continuación se presenta los planos de los diferentes muros.

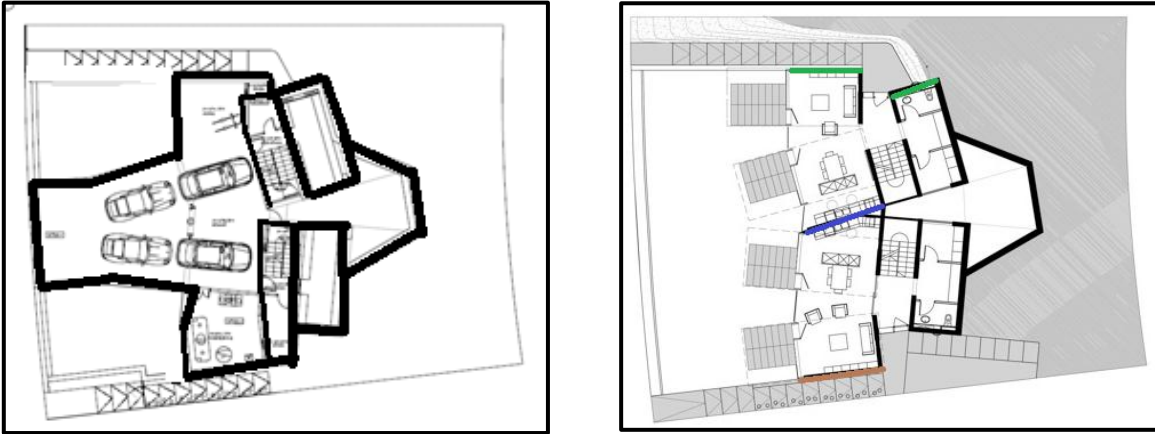


Figura 5.8: Muros modelados en Plantas
Fuente: del Autor

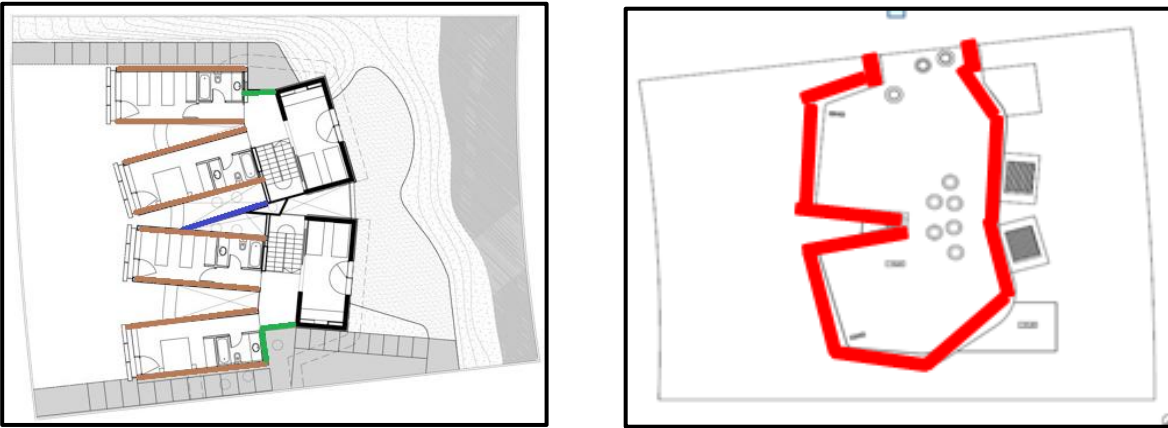


Figura 5.9: Muros modelados en Plantas
Fuente: del Autor

La hermeticidad se tomó un valor de 0.1, dadas el uso de materiales aislantes.

Aberturas

Al igual que con cerramientos, la plantilla a nivel de edificio se utilizó como la mejor práctica, pero se fue haciendo una descripción puntual de cada vidrio a nivel de planas. Los tipos de **vidrios** son muy importantes en el modelo computacional, la vivienda presenta la mayor área de acristalamiento en la fachada Sur - Oeste. Toda la vivienda cuenta con vidrios dobles que aseguran un coeficiente medio de transmitancia térmica.

Los huecos en la simulación energética, tenía una configuración de ventana doble acristalamiento tipo Climalit (8+12+6). Según la zona el factor solar fue de 0.72.

En los ventanales exteriores de los elementos voladizos donde se ubican las habitaciones, se ha definido en la opción de componentes de sombreado del programa tipo Louvres para dar protección solar que se definió en el proyecto arquitectónico.



Figura 5.10: Plantilla de envoltente de Cargas - Aberturas
Fuente: del Autor

Tubos enterrados (rejillas – respiraderos)

“Casa Pomaret” fue diseñada con un sistema de tubos enterrados, para no instalar aire acondicionado. En las plantas de se ubicaron todas las salientes de aire del sistema en forma de rejillas (Descripción más adelante) y con un horario de funcionamiento según el horario establecido en la vivienda.



Figura 5.11: Ubicación de rejillas en plantas
Fuente: del Autor

Ducto de Aire

La vivienda cuenta con una cámara de aire, la misma que fue introducida en el modelo como un ducto hueco. El que está conformado como patio interno para que tenga características similares a las reales.

Iluminación

Esta parte fue muy sencilla de diseñar, porque la vivienda no cuenta con sistemas avanzados en cuanto a control de la luz. Solo se utilizó la plantilladle buena práctica de luz y valores de iluminación.

5.2.2 Cubierta y muros verdes

Cubierta

La cubierta de la vivienda es tipo Aljibe el comportamiento térmico de la mismas es descrito por el catálogo de productos de Intemper española S.A, quienes proveyeron del producto a la construcción.

La cubierta fue introducida capa por capa, y las curvas de actuación de la cubierta ante variaciones de la temperatura demuestran que permite mantener una temperatura constante en época de invierno de 16°C y en época de verano de 30°C, con un coeficiente de transmitancia de $U = 0.40 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Muros Verdes

Los muros verdes introducidos en el programa fueron con un horario de funcionamiento diferentes para cada esta estación del año. Esto se realizó, porque son muros compuestos por plantas de hoja caduca. En invierno el muro se encuentro poco aislado, así que permite que el sol lo caliente y en verano la hoja está presente convirtiéndose en un buen aislante del calor.

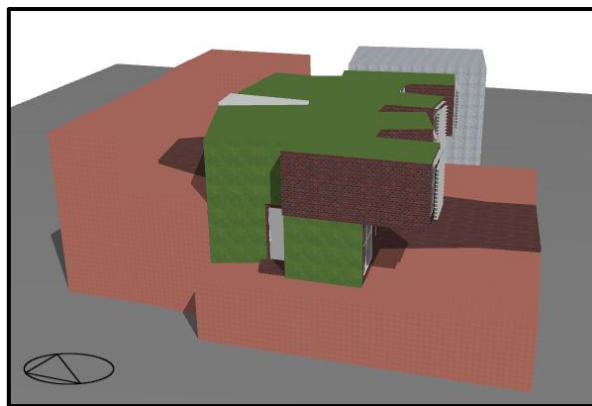


Figura 5.12: Muros y Cubierta Verde *
Fuente: del Autor

*Se varió en color de los bloques de jardines solo por dar connotación a la cubierta y muros.

5.2.3 Climatización

Los sistemas de climatización que presenta la casa son los tubos enterrados, y calefacción vía suelo radiante a gas, sin contar con un sistema de aire acondicionado. El funcionamiento de los sistemas de climatización se realizó tomando en cuenta el tipo de sistemas, consumo de los mismos. Los que fueron programados en el software y se describe a continuación.

La plantilla de climatización fue tomada como suelo radiante y modificada a manera de introducir los todos los sistemas con los que cuenta la casa.

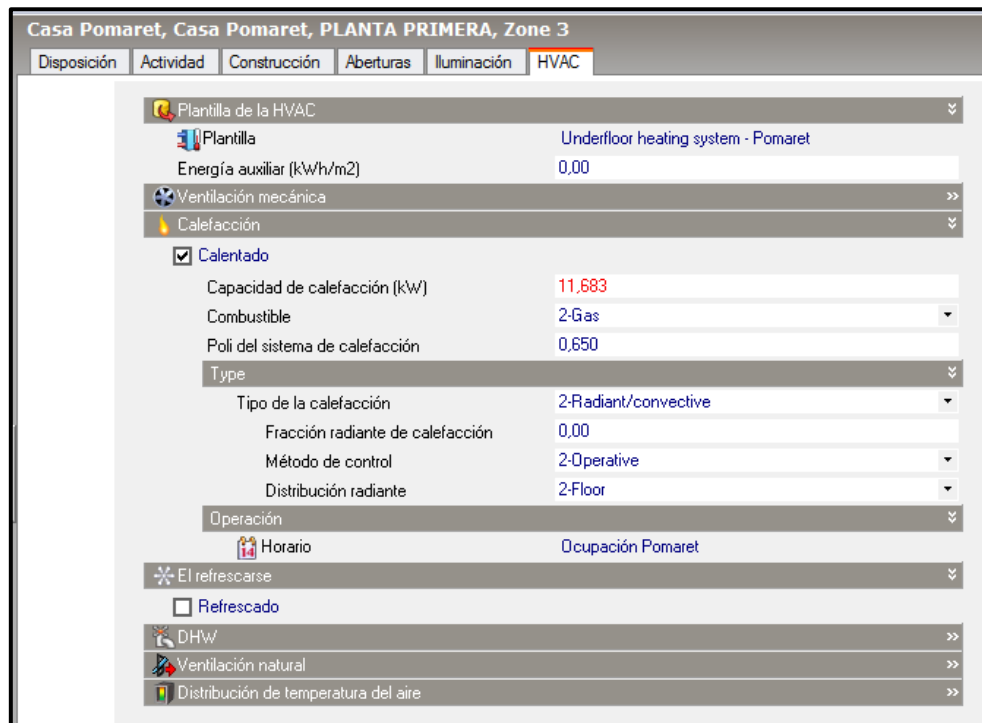


Figura 5.13: Plantilla de envoltorio de Cargas - HVAC
Fuente: del Autor

Calefacción

Se tiene datos reales de horarios de funcionamiento de la calefacción en época de invierno, el modelo en DesignBuilder se programó con esos valores. El sistema de calefacción es por medio de suelo radiante a gas y se enciende en invierno desde Octubre hasta Abril.

El tipo de sistema programado de calefacción fue del siguiente tipo:

- Sistema simple
- Calentamiento conectivo/ radiante
- Método de control de unidades tipo MAT (controla la salida de la temperatura media del aire a la temperatura de consigna)

EFICIENCIA ENERGÉTICA A TRAVÉS DE UTILIZACIÓN DE POZOS CANADIENSES

- Distribución Radiante desde el suelo, que permite que el calor se distribuya uniformemente a través de todas las plantas.

Por último, cabe mencionar que DesignBuilder, presenta un coeficiente de rendimiento del sistema de calefacción que utiliza para calcular el consumo de combustible requerido para satisfacer la demanda. Este valor representa la eficiencia estacional total de todo el sistema de calefacción.



Figura 5.14: Instalaciones de Suelo Radiante
Fuente: Planos Casa Pomaret

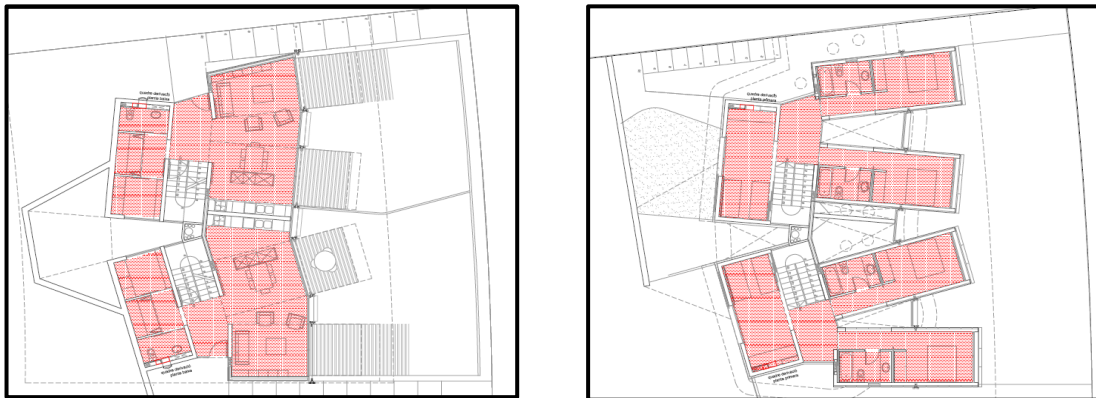


Figura 5.15: Suelo Radiante – Planta Baja
Fuente: Planos Casa Pomaret

Tubos enterrados

Se encontró en la literatura investigada, que la mejor forma de modelar el sistema en DesignBuilder es por medio de una ración del caudal de entrada a la vivienda por ventilación. Es decir, por medio renovaciones horas. Parker (1990), representa en ASHRAE, una estimación del caudal de infiltraciones en viviendas unifamiliares y eficientes energéticamente con un valor de 0.25 renovaciones/hora, tomando en cuenta el valor real de cálculo en este caso el caudal se

fijó en 0.75 renovaciones/hora, a una temperatura de 16°C en horas pico y por medio de sistema de rejillas. No se utilizó el sistema de ventilación mecánica, porque esta solo se activa cuando existe consumo de calefacción o aire acondicionado.

Fue importante delimitar consignas de funcionamiento para las diferentes épocas del año, según la variación de la temperatura exterior e interior.

Los pozos se pusieron en funcionamiento en horas distintas para las diferentes épocas del año, en INVIERNO entre las 14:00 – 16:00, y en VERANO en la mañana de 9:00 – 11:00 am y en la tarde – noche entre las 15:00 – 17:00 horas.

Las figuras a continuación muestran el sistema y ubicación de rejillas

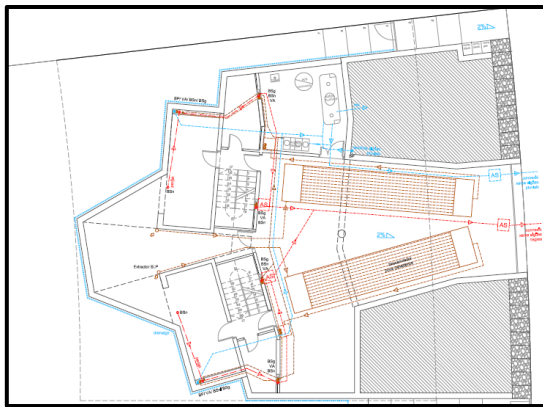


Figura 5.16: Instalaciones de Tubos Enterrados
Fuente: Planos Casa Pomaret

Ventilación Natural

La ventilación natural se programó como de 1 renovación/hora y con un horario de funcionamiento en la época de verano. En la literatura de diseño de DesignBuilder se aclara, que el horario de programación para las simulaciones de diseño de refrigeración, la ventilación natural no se incluye en los cálculos de diseño de calefacción. Esta se considera que es un mecanismo de enfriamiento - ventanas y rejillas de ventilación se cierran durante los períodos más fríos de invierno.

Distribuidor de Agua caliente

La vivienda cuenta con un sistema centralizado de gas, que alimenta tanto al sistema de calefacción como el sistema de agua caliente. La vivienda cuenta con un Boiler. En verano, el agua caliente es producida por paneles solares.

5.3 RESULTADOS

La simulación esta validada para las peores condiciones climáticas que están descritas en el archivo de datos ingresado en el programa, para este caso es del año 2002. Los resultados obtenidos en la simulación permitieron obtener consumo de gas (consumo de agua caliente y calefacción), consumo de electricidad, temperatura interior de la vivienda, y diseño de la vivienda respecto a la posición del sol.

Los datos obtenidos fueron exportados a Excel para generar tablas y gráficas, que permite visualizar la información de manera más sencilla. Las tablas y gráficas de DesignBuilder se encuentran en los anexos.

5.3.1 Consumo de gas y electricidad

Los consumos de gas y electricidad presentados en la tabla a continuación especifica el gasto mensual por un año.

Se reafirma que para la época de verano no hay consumo de gas, porque la producción de agua caliente se genera por medio de paneles solares.

Tabla 5.2: Consumo de la vivienda – Simulación DesignBuilder

Fecha	Electricidad (kWh)	Gas (kWh)
01/01/2002	96.38	3596.82
01/02/2002	87.053	2986.22
01/03/2002	96.38	3207.80
01/04/2002	93.27	2870.39
01/05/2002	96.38	0.00
01/06/2002	93.27	0.00
01/07/2002	96.38	0.00
01/08/2002	96.38	0.00
01/09/2002	93.27	0.00
01/10/2002	96.38	2958.79
01/11/2002	93.27	2863.34
01/12/2002	96.38	3179.61
Total	1134.80	21662.96
Consumo total (kWh/m²- año)	2.298	43.86

El consumo final de gas que se obtuvo fue de **43.86 kWh/m²- año**, con un costo entre **0.15€ – 0.17€**.

5.3.2 Condiciones de temperatura y humedad

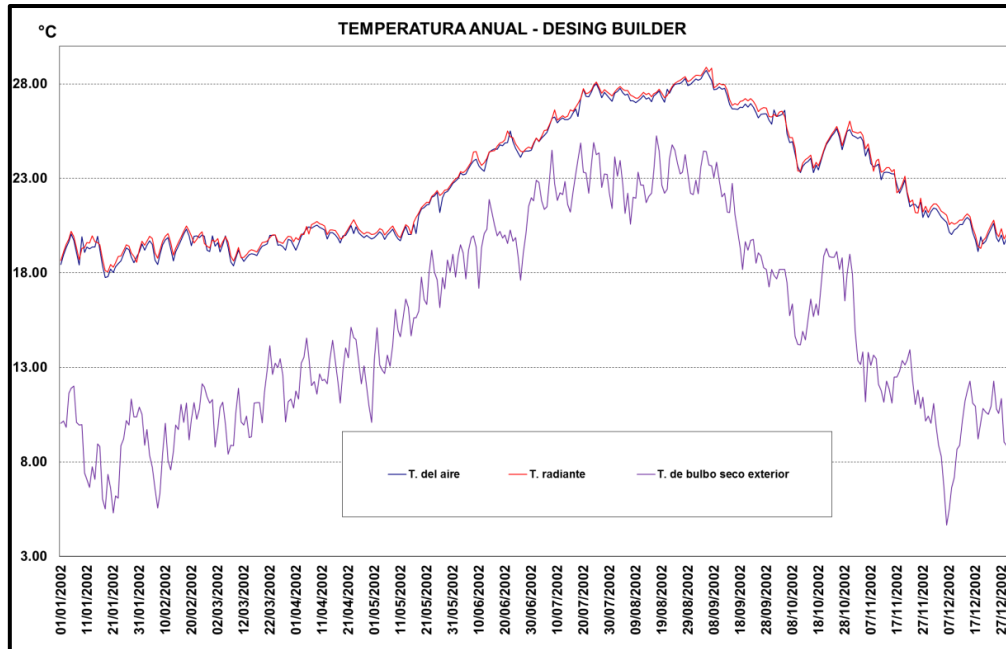
En cuanto a las temperaturas, se tiene valores de la temperatura del aire dentro de la vivienda, temperatura del radiante y temperatura del bulbo seco exterior, que es la temperatura externa y calculó la humedad de la vivienda.

Con los datos de la simulación mensual se generaron tablas de máximos, y con los valores de simulación diaria se hicieron tres gráficas, una anual, otra de verano y finalmente de invierno.

Tabla 5.3: Temperatura de la vivienda – Simulación DesignBuilder

Condiciones Actuales												
Mes	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agot.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
T. del aire (°C)	18.9	19.45	19.28	20.11	20.96	24.11	26.53	27.53	27.21	24.81	22.92	20.23
T. del radiante (°C)	19.12	19.68	19.46	20.28	21.09	24.27	26.64	27.70	27.47	24.99	23.18	20.48
T. del bulbo seco (°C)	8.8	9.55	11.05	12.85	15.95	24.19	22.86	23.01	21.05	17.10	12.48	9.64
Humedad (%)	39.26	42.32	42.74	49.10	52.26	55.47	58.19	56.43	55.03	51.43	43.06	40.50

Gráfica 5.1: Variación de la temperatura anual - Simulación DesignBuilder



Tanto en la tabla como en la gráfica anual, se observa que las temperaturas interiores de la vivienda van aumentando en función del paso del año. También, se observa que las temperaturas máximas son en los meses de julio, agosto y septiembre. La vivienda se encuentra más caliente en comparación con condiciones ambientales exteriores.

La segunda parte de la simulación fue realizar una corrida del programa diaria para época de verano e invierno. Esto se realizó con el objetivo de tener la mayor cantidad de datos, y lograr mejores parámetros comparativos al estudiar las condiciones reales de la vivienda.

Invierno

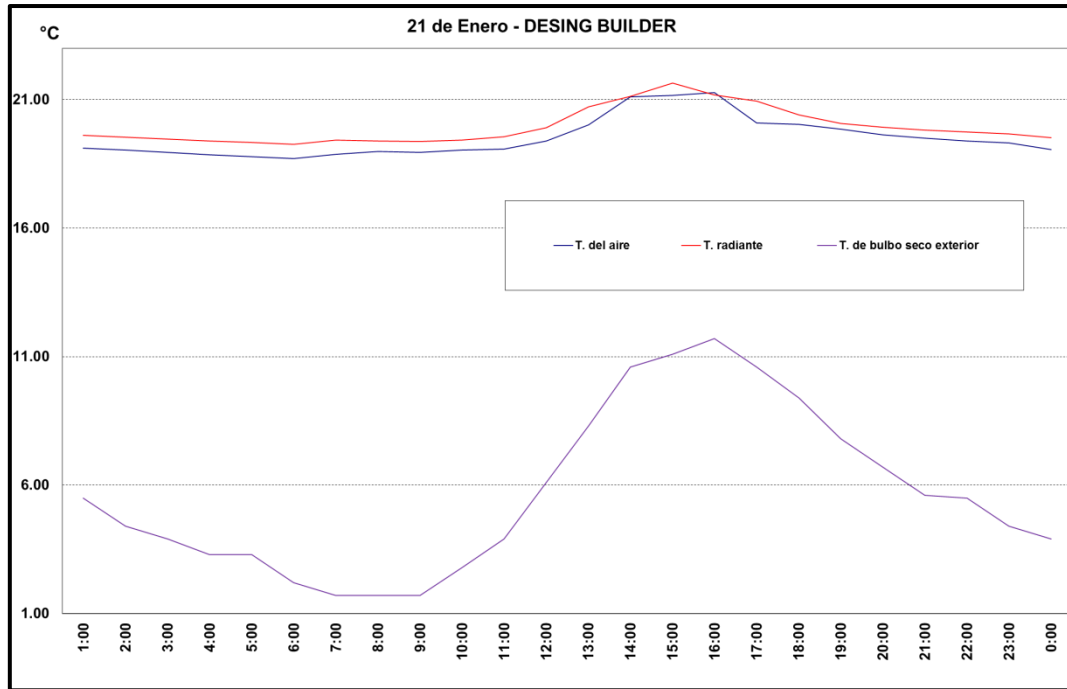
En época de invierno, la simulación fue diaria desde octubre hasta abril. La Gráfica 5.2, muestra un descenso de temperatura con la entrada del invierno. En octubre se aprecia que la temperatura dentro de la vivienda máxima es mayor a 26°C, y la mínima entre 17°C – 19°C. La gráfica a continuación, permiten observar dichos valores.

Gráfica 5.2: Variación de la temperatura Invierno – Simulación DesignBuilder



DesignBuilder, permite realizar cualquier tipo de simulación ya sea horario, diaria, mensual, anual, etc. Es posible realizar una simulación anual con valores de temperatura horario, pero la simulación tomaría mucho tiempo y para este caso no es muy útil. Por esa razón, se simuló un día de invierno específico, el 21 de enero, y con e los datos obtenidos se observó la variación de la temperatura cada hora del día y se obtuvo un patrón de horarios de aumento de temperatura. Se observó este día porque ya se encuentra adentrado el invierno.

Gráfica 5.3: Variación de la temperatura diaria 21/01/2002 – Simulación DesignBuilder



En este día en especial, no se observa un aumento excesivo de temperatura interior. El máximo llega a 23°C (valor normal), pero si se puede observar que el aumento de la temperatura interior es entre las 14:00 – 16:00 pm y la temperatura mínima entre las 5:00 – 7:00 am.

La tabla a continuación, contiene los valores máximos y mínimos de temperatura obtenidas con la simulación, valores obtenidos de los datos mensuales. Las tablas completas se encuentran en los Anexos.

Tabla 5.4: Resumen de temperaturas máximas y mínimas – Invierno - DesignBuilder

	Horario	T. del aire °C	T. radiante °C	T. Operativa °C	T. de bulbo seco exterior °C
Máxima	14:00 – 16:00	26.62	26.56	26.65	19.30
Mínima	5:00 – 7:00	17.76	18.06	17.93	5.29

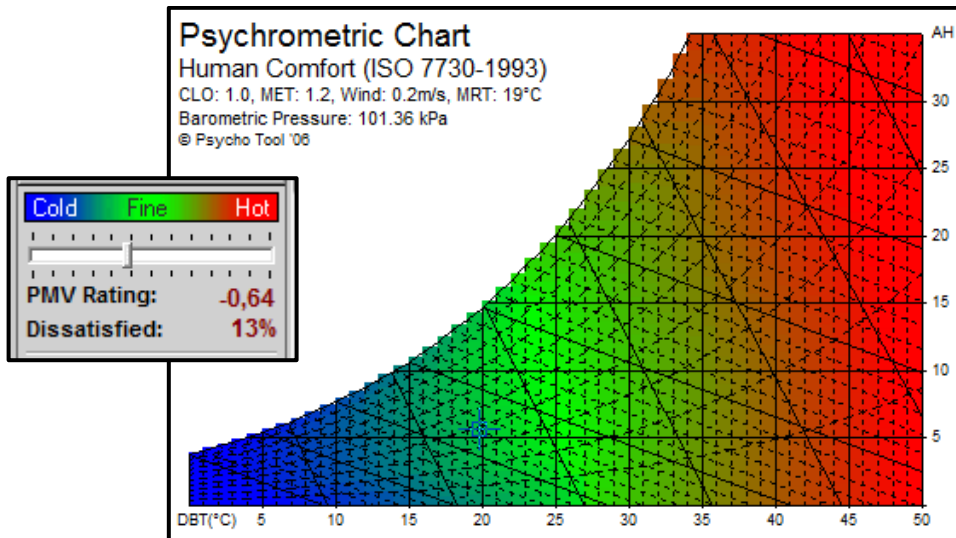
Con los datos de temperatura y húmeda, se obtiene una perspectiva muy burda del confort dentro de la vivienda. Por esa razón, al igual que con los datos de monitoreo, con la ayuda de las gráficas psicométricas se determinó los parámetros de confort (PPD y PMV). Estos parámetros se calcularon, al igual que en el capítulo anterior, para las peores condiciones en las cuales se pueda estar dentro de la vivienda, según la época del año.

En invierno se tomó, la temperatura más fría, siendo esta la peor condicional de la época.

Tabla 5.5: parámetros de Cálculo PPD Y PMV – Mínimo Invierno

Temperatura Ambiental °C	Humedad Relativa %	Clot / Ropa*	Met/ Actividad*	Velocidad de Aire* m/s	Temperatura radiante °C
17.76	39.26	1	1.2	0.3	18.06

Gráfica 5.4: Gráfica Psicométrica – Temperatura Mínima Invierno

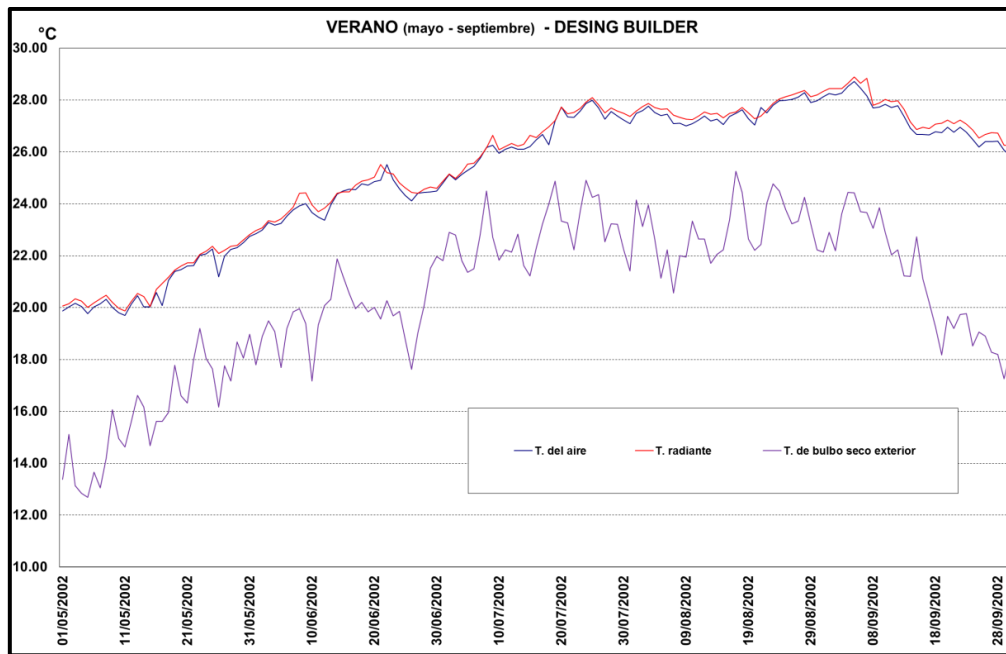


Se obtuvo como resultado un **PMV de -0,64** presentándose como un ambiente un poco frío para el invierno, y un valor de **PPD de 13%**, un porcentaje medio – bajo personas insatisfechas con el ambiente.

Verano

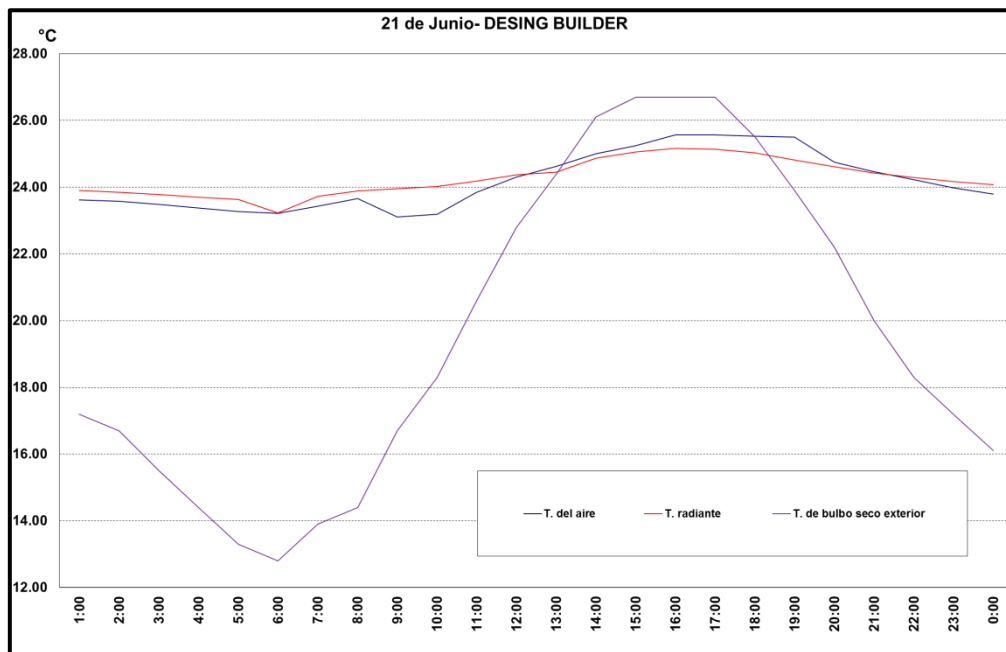
Para el análisis de verano, se utilizó el mismo criterio de análisis que invierno. La gráfica a continuación muestra la tendencia al aumento de la temperatura interior de la vivienda, que se ve influenciada directamente con el aumento de temperatura exterior, y esto sucede entre los meses de mayo a septiembre. El máximo que se alcanza es de 28 °C.

Gráfica 5.5: Variación de la temperatura Verano – Simulación DesignBuilder



Para verano, se tomó el 21 de junio como día de modelado horario. La gráfica a continuación permite observa los aumento de temperatura máxima, mínima y horarios.

Gráfica 5.6: Variación de la temperatura diaria 21/06/2002 – Simulación DesignBuilder



EFICIENCIA ENERGÉTICA A TRAVÉS DE UTILIZACIÓN DE POZOS CANADIENSES

En este día en especial, no se observa un aumento excesivo de temperatura exterior y por lo tanto tampoco en el interior. El máximo llega a 26°C (valor normal), pero el aumento la temperatura interior es entre las 16:00 – 19:00 pm y cuando la vivienda se encuentra más fría es en horas de la mañana entre las 8:00 – 10:00 am.

Al igual que en el aparatado de invierno, se presentan los máximos y mínimos de las temperaturas.

Tabla 5.6: Resumen de temperaturas máximas y mínimas – Verano - DesignBuilder

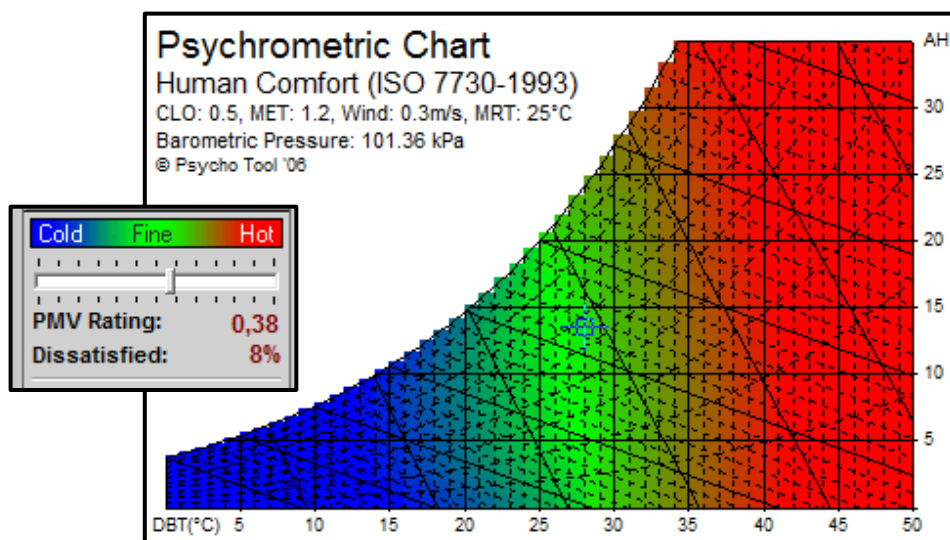
	Horario	T. del aire °C	T. radiante °C	T. Operativa °C	T. de bulbo seco exterior °C
Máxima	16:00 – 19:00	28.72	28.89	28.79	24.45
Mínima	8:00 – 10:30	19.70	19.88	19.79	12.68

Al igual que en invierno para el análisis de confort, se utilizó las gráficas psicométricas y se determinó los parámetros de PPD y PMV en verano. Estos parámetros se calcularon, al igual que en el capítulo anterior, para las condiciones más desfavorables de la época.

Tabla 5.7: parámetros de Cálculo PPD Y PMV - Máxima

Temperatura Ambiental °C	Humedad Relativa %	Clot / Ropa*	Met/ Actividad*	Velocidad de Aire* m/s	Temperatura radiante °C
28.70	56.53	0.5	1.2	0.3	28.89

Gráfica 5.7: Gráfica Psicométrica – Máxima Verano



Se obtuvo como resultado un **PMV de 0,38** presentándose como un ambiente un poco caliente para la época de verano, y un **PPD de 8%**, un porcentaje bajo personas insatisfechas con el ambiente.

5.3.3 Sombras

DesignBuilder, permite analizar la proyección de las sombras en la vivienda en todo el año, según la trayectoria del sol en el lugar de análisis. Con esto se determinó si la dirección de implantación con respecto al sol e correcta (15° norte).

Se proyectaron 4 diferentes sombras, dos en verano el 21 de junio y dos en invierno, a una misma hora, a las 9:00 am y 12:00 pm.

A continuación se muestra la proyección de la sombra.

21 junio

9:00 am

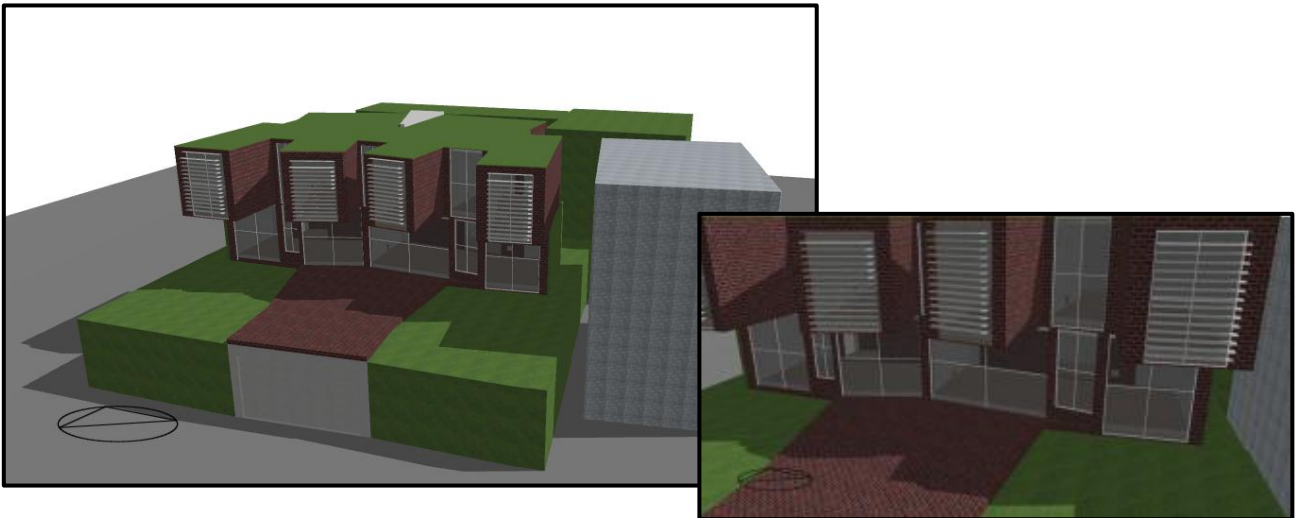


Figura 5.17: Sombras 21 de Junio 9:00 am – Render
Fuente: del Autor

12:00 pm

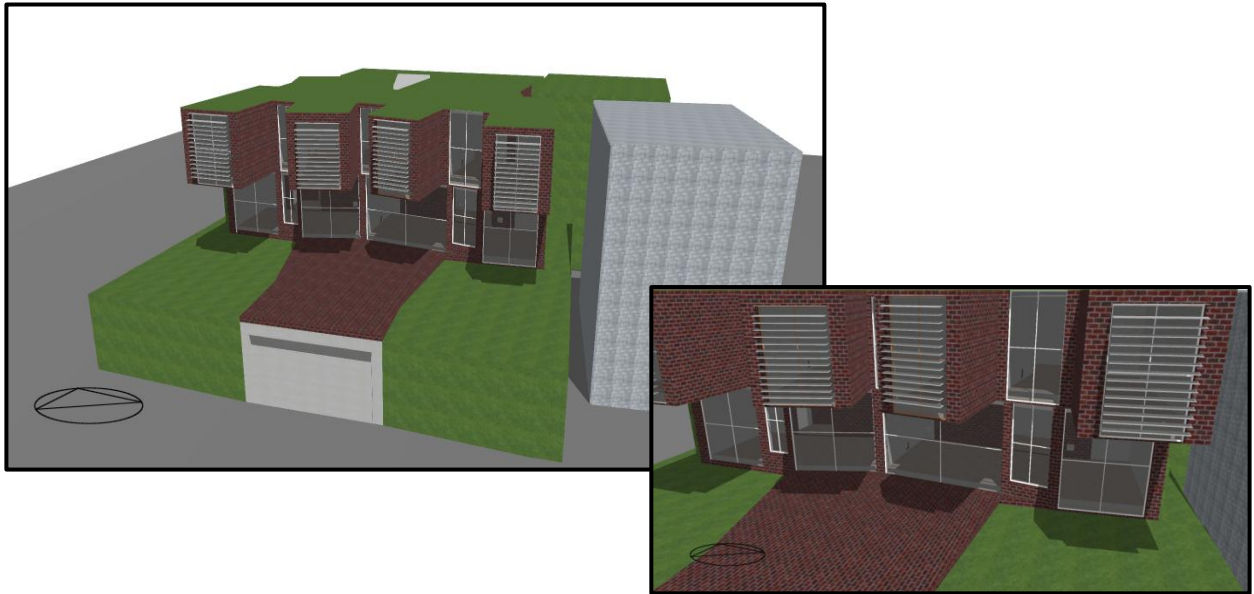


Figura 5.18: Sombras 21 de Junio 12:00 am – Render
Fuente: del Autor

Tanto a las 9:00 como a las 12:00 las salientes de la planta superior, donde se encuentran las habitaciones, permiten una sombra perfecta en época de verano. Con esto se logra, que las zonas comunes no se calienten en demasía. Lo que hace factible que la vivienda con un sistema muy simple de refrigeración funcione adecuadamente,

21 diciembre

9:00 am

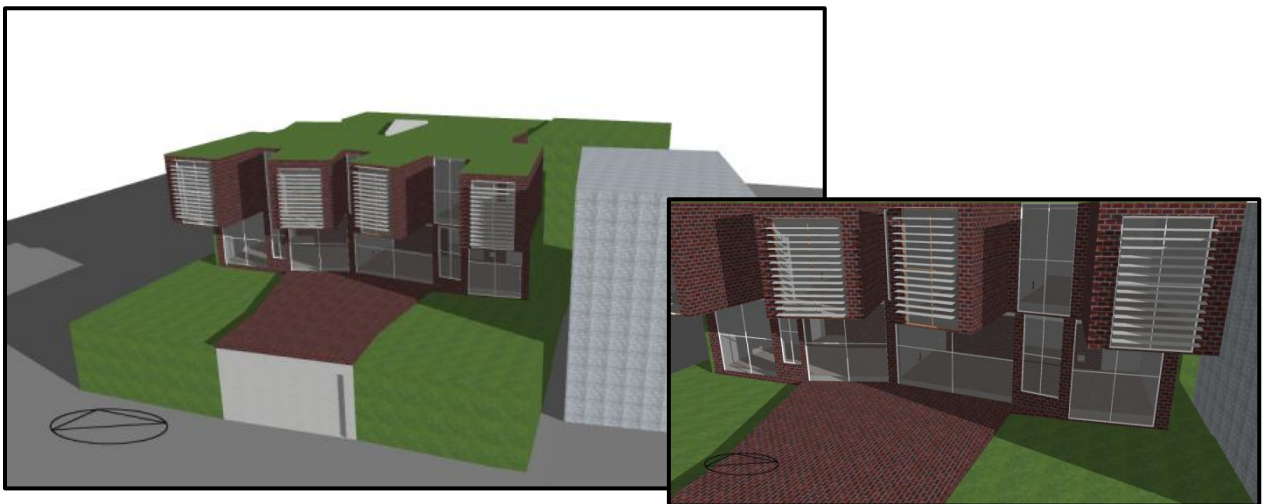


Figura 5.19: Sombras 21 de Diciembre 9:00 am – Render
Fuente: del Auto

12:00 pm

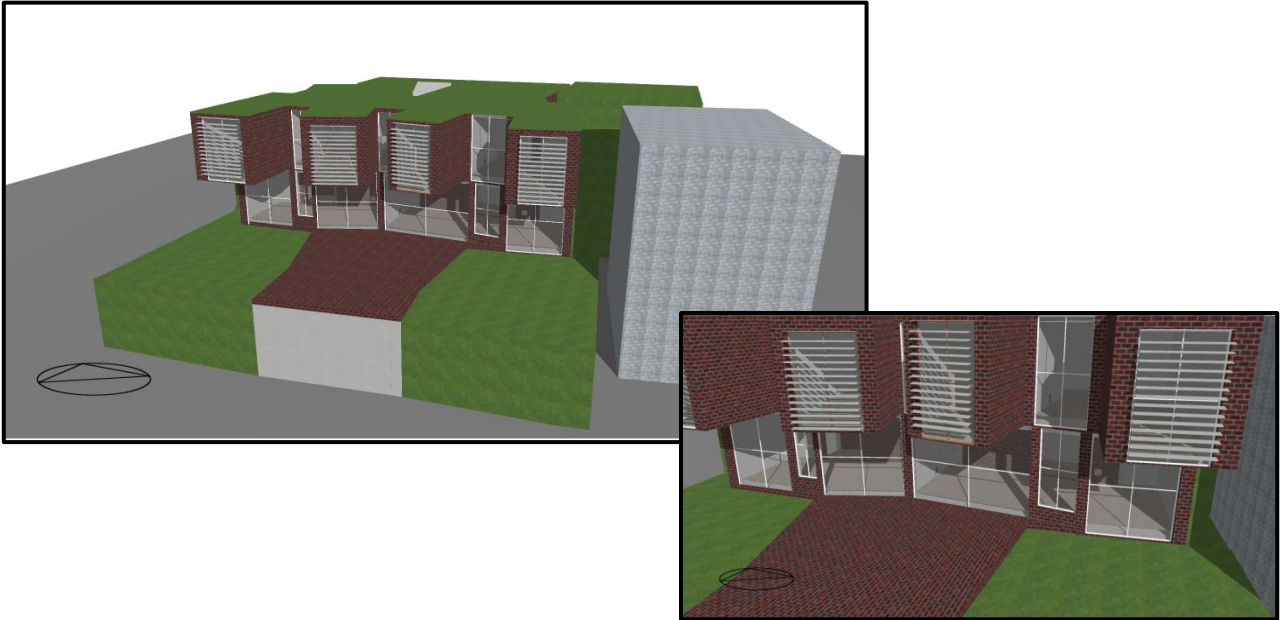


Figura 5.20: Sombras 21 de Diciembre 12:00 am – Render
Fuente: del Autor

En época de invierno sucede lo contrario, se observa que no existe sombra en la planta primera. La luz del sol ingresa en toda la habitación, generando un espacio más cálido cuando la temperatura descende en la época invernal. Permitiendo que la vivienda reduzca su consumo de calefacción.

5.4 CONCLUSIONES

Al finalizar el análisis de simulación, se pueden observar las siguientes conclusiones.

1. La vivienda simulada, sigue el patrón de comportamiento pensado en el diseño. Alcanza un máximo de temperatura en el invierno entre las 14:00 – 16:00, por la radiación directa del sol y en verano entre las 16:00 -19:00, por a esa hora es donde hace más calor en la época. La temperaturas más bajas se presentaron en invierno, entre las 5:00 – 8:00 am, mientras que en verano un poco más tarde entre las 8:00 – 10:30 am.
2. Los resultados de temperatura interior, varía en invierno entre 26°C y 17°C, mientras que en verano entre 28°C y 19°C.

3. El consumo final de gas que se obtuvo fue de **43. 86 kWh/m²- año**, con un costo entre **0.15€ – 0.17€**.
4. En cuanto a confort, la vivienda en las dos épocas del año es bastante confortable. Existen horas pico, que podría tornarse un poco calurosa.

6 COMPARACIÓN DE LOS MODELOS Y RECOMENDACIONES

6.1 COMPARACIÓN DE LOS MODELOS

La investigación se centró en analizar la eficiencia de los sistemas sostenibles monitorizados en “Casa Pomaret. Por esa razón el objetivo fundamental de la investigación fue comprobar el funcionamiento, la capacidad de climatización del sistema de tubos enterrados, compara y corroborar con un modelo computacional.

Consumo de calefacción, temperaturas y parámetro de confort, tanto del sistema monitorizado y modelo de DesignBuilder, a continuación son comparados en porcentajes de fiabilidad con respecto al valor real. Esto se realizó con el objetivo de tener una visión clara de la variación que existe entre lo real y un modelo computacional.

6.1.1 Invierno

Los resultados alcanzados en los capítulos anteriores, permiten determinar porcentajes de fiabilidad comparativa que se presentan en la tabla a continuación. Los datos de temperatura radiante y húmeda son valores que no se compararon porque en monitoreo no se tiene registro de estos, por esa razón no son mencionado a continuación. Los valores de fiabilidad se han hecho referentes al valor real de monitoreo.

Temperatura

Tabla 6.1: Fiabilidad de Temperatura - Invierno

	Temperatura Máx. ° C	Temperatura Min. ° C
Monitorizado	27.18	19.67
DesignBuilder	26.62	17.76
Fiabilidad (%)	97.9%	90.2%

Horario

Tabla 6.2: Fiabilidad del Horario - Invierno

	Horario Max.	Horario Min.
Monitorizado	14:00 – 17:00	5:00 – 8:00
DesignBuilder	14:00 – 16:00	5:00 – 8:00
Fiabilidad (%)	97.1%	100%

Consumo

Tabla 6.3: Fiabilidad Cálculo de Calefacción.

	Consumo kWh/ (m²-año)
Monitorizado	48.49
DesignBuilder	43.86
* CE3X	44.29
Fiabilidad (%)	90.5%
*Fiabilidad (%)	91.3%

Es decir, que entre el cálculo de temperatura máxima simulada es el 97.9% fiable comprada con la alcanzada en la realidad, la mínima un 90.2% y el consumo un 90.5%.

*Se obtuvo el valor de fiabilidad comparativo entre el real y el obtenido con CE3X, esto se realizó para tener un valor numérico relacional entre ambos, que dio como resultado un 91.3%.

Confort

Los valores obtenidos en confort, fueron encontrados para las peores condiciones de la época. Los valores de fiabilidad comparativa de estos son los siguientes.

Tabla 6.4: Fiabilidad de Confort - Invierno

	PMD	PPV (%)
Monitorizado	-0.67	15.0
DesignBuilder	-0.64	13.0
Fiabilidad (%)	95.5%	86.7%

Tanto la simulación como el monitoreo, nos indica, que la vivienda podría enfriarse un poco, llegando a tener un porcentaje bajo de personas a quien no guste este hecho. Pero, el porcentaje de fiabilidad, entre la media de los parámetros es del 90% entre la simulación y la realidad.

6.1.2 Verano

En época de verano se llevó a cabo el mismo análisis que en invierno. Datos de temperatura y confort fueron tomados en cuenta.

Temperatura

Tabla 6.5: Fiabilidad de Temperatura -Verano

	Temperatura Máx. ° C	Temperatura Min. ° C
Monitorizado	28.23	20.08
DesignBuilder	28.72	19.70
Fiabilidad (%)	98.3%	98.15%

Horario

Tabla 6.6: Fiabilidad del Horario - Verano

	Horario Max.	Horario Min.
Monitorizado	16:00 – 19:30	6:00 – 9:30
DesignBuilder	16:00 – 19:00	8:00 – 10:30
Fiabilidad (%)	96.6%	82.5%

Confort

Tabla 6.7: Fiabilidad de Confort – Verano

	PMD	PPV (%)
Monitorizado	0.33	7.0
DesignBuilder	0.38	8.0
Fiabilidad (%)	86.8%	87.5%

Los datos de confort en verano, son favorables, aunque el PMV es mayor a 0 llegando a considerarse que la vivienda es un poco cálida, no es un valor alarmante y peor aún el PPV. En verano la vivienda resulta confortable. Además, la fiabilidad de los resultados simulados con los reales es muy alta.

6.2 RECOMENDACIONES

Al finalizar el análisis realizado, con el objetivo de disminuir la problemáticas de uso de los pozos, y permitir que las personas que habitan la vivienda se sientan en confort se emiten las siguientes recomendaciones de uso. La variante de la climatización automática de la vivienda se presenta a continuación.

La Tabla 6.8, es la tabla de recomendaciones encontrada en el manual de uso antes del análisis.

Tabla 6.8: Recomendaciones de Uso – Tubos Enterrados

	VERANO	INVIERNO
A 1r hora de la mañana	Conectado	Apagado
Durante el día	Apagado	Conectado
por la noche	Conectado /Abrir ventanas	Apagado
T Ext. > 31 °C	Apagado	-
T Ext. < 16 °C	-	Apagado

La Tabla 6.9 muestran la actualización de las recomendaciones de uso del sistema de pozos canadiense y uso de calefacción después del análisis de los gráficos y sistema.

Tabla 6.9: Actualización de recomendaciones de Uso – Tubos Enterrados

	Verano	Invierno
2r hora de la mañana 10:00 - 12:00	Conectado*/ Abrir ventanas	Apagado
2 horas Durante el día 14:00 - 16:00	Apagado	Conectado*
3 horas Durante el día 15:00 - 18:00	Conectado*/ Abrir ventanas	Apagado
1 horas por la noche 21:00 - 22:00	Conectado*/ Abrir ventanas	Apagado
T Ext > 31°C	Apagado	-
T Ext < 16°C	-	Apagado

*El sistema de pozos canadienses debe estar conectado como mínimo 30 minutos para que se pueda registrar su efecto. Validar el tiempo de uso según el análisis de los informes mensuales.

No se ha modificado, lo especificado en el manual de uso, en cuento a temperaturas de encendido de pozos y tiempo mínimo de encendido. A continuación, la descripción detallada de temperaturas de uso.

En VERANO se recomienda conectar la instalación de pozos canadienses por la mañana siempre que la temperatura del exterior no supere los 31 °C en el exterior, ni 26 °C en el interior.

En INVIERNO se recomienda conectar la instalación de pozos canadienses durante el día mientras la temperatura del exterior no sea inferior a 16 °C y en el interior los 18 °C. Se recomienda la utilización de la instalación antes que abrir las ventanas, para que la vivienda no pierda inercia térmica.

La instalación de los pozos canadienses se puede programar vía Internet para que se enciendan y se apaguen siempre dentro de los parámetros pre-establecidos.

Después del análisis de los parámetros establecidos en el informe de uso de “Casa Pomaret”, no han sido modificados significativamente. El problema radica en que el usuario no hace buen uso del sistema, además que existe un acristalamiento de gran dimensión que por el momento no tiene protección, este hecho no se previno al hacer el diseño.

Como última recomendación se estable, que no se puede hacer caso omiso, al mantenimiento del sistema. Es muy importante la limpieza de pozo para un correcto funcionamiento.

7 CONCLUSIONES FINALES

En base a todo el análisis, la comparación del modelo monitorizado y simulación se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. Los datos almacenados de la monitorización fueron graficados, para poder visualizar la variabilidad de la temperatura. Obteniendo resultados en invierno, de temperaturas de hasta 27° C, entre las 14:00 y 16:00 horas. La mínima, se presenta en las primeras horas de la mañana, entre las 5:00 - 8:00 am, con un temperatura de 19° C. En el verano, el aumento de temperatura es mayor a los 28° C, entre las 16:00 – 20:00 horas, y con una temperatura mínima de 20° C a las 6:00 – 9:30 am. También, se observó picos de aumento de temperatura, que se asumen que son por la insolación directa del ventanal central, la porque esto no cuenta con protección en el momento y por la mala utilización de la calefacción, ventilación natural y pozos.
2. Se logró determinar que la variación de la temperatura interior de la vivienda es influenciada de entre 1°C y 4°C al encender el pozo.
3. La temperatura del aire que ingresa al pozo en invierno nunca fue menor a 16 ° C, por eso si se observó intercambio del calor con el subsuelo, logrando ingresar a la vivienda con una temperatura entre 17 ° C y 19° C. La transferencia de calor entre el pozo y el subsuelo fue entre 1 ° y 3 °C. El uso del pozo es nulo al ser la temperatura exterior menor a 16° C, porque el subsuelo se encuentra a 15° C, esto no permite un intercambio de calor correcto. En verano, el promedio la temperatura del aire que ingresa al pozo es de 24 ° C y sale entre 21° C. En verano, se percibe mejor la trasferencia del calor en el pozo. Si la temperatura exterior es mayor a 31° C en verano, el pozo no realiza ningún trabajo y más bien el aire que ingresa en la vivienda la recalienta.
4. El uso del pozo tiene mayor influencia en verano, siempre y cuando sea accionado antes de alcanzar el máximo de temperatura interior y se ayude con ventilación natural. También se observó, que los pozos permiten mantener la temperatura interna constante, si la exterior no presenta una variación muy elevada. No se pudo conocer cómo actúa el pozo según las condiciones de humedad, por no contar con el registro de datos.
5. La variabilidad de la temperatura interior de la vivienda con respecto al exterior, tanto para verano como para invierno, es muy baja. Más es admirable, que en verano el diseño de sombra, ventilación natural, aislamiento y uso de sistemas de tubos enterrados ve innecesario el uso de aire acondicionado, durante la época de verano. Por lo tanto, en verano es básico que el uso de tubos enterrado en conjunto con ventilación natural, y así alcanzar a ser agentes de climatización muy adecuados y que se usaron para llegar al confort total.

6. La construcción de los muros bien aislados, y muros verdes con hoja caduca son sistemas de regulación térmica, que trabajan de manera funcional en la vivienda dependiendo de la época del año. Se tiene pendiente, observar como varían la temperatura, cuando la vegetación frontal haya culminado su crecimiento, para ver si llega a minimizar la acumulación de calor en horas de media tarde en la vivienda.
7. Es de suma importancia que la calefacción no sea accionada en horas de media mañana y media tarde, para que la vivienda no se recaliente demasiado. Esto sucede, porque la vivienda fue diseñada para que el sol ayude a mantener su temperatura y disminuir el consumo de calefacción.
8. Si se desea explotar los beneficios de la vivienda es necesario un correcto uso de los sistemas. Es imprescindible la automatización de estos, pero no obstante capacitar a los usuarios es básico, con esto se minimizaría la presencia de los picos y valles de temperatura interior.
9. El consumo de gas por medio de calefacción y agua caliente sanitaria es reducido, por ser una vivienda que contempla varios sistemas de producción de energía y esto se demuestra en el consumo anual, que de **43 - 48 kWh/m²- año**, costando cada kWh entre **0.15 – 0.17€**.
10. El modelo computacional de la vivienda bien realizado, que tomó en cuenta todas las condiciones de vulnerabilidad de la vivienda insitu, puede generar un esquema de valores muy cercanos a lo que ocurre en la realidad. Con los valores de fiabilidad entre lo real y monitorizado, se puede concluir que la simulación es un estimado muy cercano al comportamiento de una vivienda en la realidad y se refleja en los porcentajes de fiabilidad.
11. La simulación de “Casa Pomaret”, sigue el patrón de comportamiento pensado según el diseño. Alcanza un máximo de temperatura en el invierno entre las 14:00 – 16:00, por la radiación directa del sol y en verano entre las 16:00 -19:00, por a esa hora es donde hace más calor en la época. Las temperaturas más bajas se presentaron en invierno, entre las 5:00 – 8:00 am, mientras que en verano un poco más tarde entre las 8:00 – 10:30 am. La variación de la temperatura interior es: en invierno entre 26°C y 17°C, mientras que en verano entre 28°C y 19°C.
12. En cuanto a confort, la vivienda simulada, para las dos épocas del año es bastante confortable. Existen horas pico, que podría tornarse un poco calurosa o fría según la época.
13. La cuantía de emisiones de CO₂ fue de **8.95 kg/m²**, colocándolo en una **categoría B** según la normativa española.

8 BIBLIOGRAFÍA

Arquitectura Biosostenible, 2011. Arquitectura Biosostenible. [En línea] Available at: <http://arquitecturabiosostenible.com/bodega-sostenible-bajo-suelo/> [Último acceso: 25 03 2013].

Athiennitis, A., Roy, M. & Zhao, M., 2005. Design and Simulation of hybrid ventilation system with Earth - Air heat exchange. Montreal, Ninth International IBPSA Conference, pp. 1417 - 1424.

Aulí, E., 2005. Construcción Sostenible. Primera ed. Barcelona: Planeta DeAgostini Profesional y Formulación, S.L.

Baver, L., Gardner, W. & Gardner, W., 1991. Física de Suelos. Primera ed. México: Grupo Noriega.

Brunat, I. & Escuer, J., 2010. Intercambiadores tierra-aire y técnicas emparentadas. Ejemplos y experiencias, Lleida: Geoconsultores Técnicos y Ambientales, S.L.

Celis, F., 2000. Arquitectura bioclimática, conceptos básicos y panorama actual. [En línea] Available at: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/afcel.html> [Último acceso: 02 04 2013].

Cuevas, J. M. & González Penella, V., 2008. Propiedades térmicas de los suelos para el dimensionado y diseño del sistema subterráneo mejorando la eficiencia energética de sistemas geotérmicos en climatización geotérmicos en climatización, Madrid: AIDICO - Instituto Tecnológico de la Construcción.

DesignBuilder, 2009. DesignBuilder. [En línea] Available at: <http://www.designbuilder.co.uk/helpv2/Content/Finite%20Volume%20Grid%20and%20Geometric.htm> [Último acceso: 10 04 2013].

Design Builder Software, 2012. Manual de DesignBuilder en español V2, España: Design Builder Software.

Días Bordalo, H., 2010. Tesina de Master - Estrategias de ventilación natural en edificios estrategias de ventilación natural en edificios. Barcelona: Hamilton Bordalo.

Edwards, B., 2005. Guía Básica de la Sostenibilidad. Segunda ed. Londres: Gustavo Gili, S.L.

Ernesto, L., Hobaica, M. & Segura, J., 2009. Proyecto de climatización pasiva por conductos Enterrados. Caso: módulos de aulas del núcleo UCV, Caicara de Maturín: Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC).

Escuer, Joan, 2009. Intercambiadores Tierra - Aire en la Climatización de Construcciones, Barcelona: Geoconsultores Técnicos y Ambientales S.L.

Europe Direct, 2011. Síntesis de la legislación de la UE. [En línea] Available at: http://europa.eu/legislation_summaries/energy/european_energy_policy/l28188_es.htm [Último acceso: 12 03 2013].

European Commission, 2009. European Commission Environment. [En línea] Available at: <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel> [Último acceso: 12 04 2013].

Farfán, P., 2011. Bioclimática Tradicional. [En línea] Available at: <http://www.farfanestella.es/bioclimatica/?p=2086> [Último acceso: 25 03 2013].

Generalitat de Catalunya, 2010. Generalitat de Catalunya - Departament de Medi Ambient i Habitage. [En línea] Available at: <http://www20.gencat.cat/portal/site/meteocat> [Último acceso: 12 04 2013].

Harvard University, 2009. Design Builder Software. [En línea] Available at: www.designbuilder.com [Último acceso: 08 04 2013].

Hernández, A. & Escanio, M., 2006. El suelo: Fundamentos sobre su formación, los cambios globales y su manejo. Primera ed. Nayarit: Cocytén.

Hollmuller, P. & Bernard, L., 1999. Cooling and preheating with buried pipe systems: monitoring and simulation of installations in Switzerland. Brisbane, Centre universitaire d'étude des problèmes de l'énergie (CUEPE), pp. 447- 462.

Hollmuller, P. & Lachal, B., 2005. Buried pipe systems with sensible and latent heat exchange validation of numerical simulation against analytical solution and long-term monitoring. Montreal, Escuela Politécnica de Montreal.

Iannelli, L. & Salvador, G., 2012. Acondicionamiento térmico de aire usando geotérmica - ondas de calor. Lat. Am. J. Phys. Educ, 6(1), pp. 99-102.

Ibarra, D. & Reinhart, C., 2009. Building Performance Simulation for Designers Energy, DesignBuilder//EnergyPlus "Tutorial #1" Getting Started. [En línea] Available at: <http://www.gsd.harvard.edu/research/gdsquare/Publications/GettingStartedWithDesignBuilderEnergyPlus.pdf> [Último acceso: 13 06 2013].

Llorente, Javier, 2009. Informe de Simulación Energética de las viviendas Kyoto. Barcelona: Cener, pp. 1-29.

Muñoz, M., 2001. Análisis de Vientos en el aeropuerto de Barcelona. 7 ed. Barcelona: Nimbus.

New SoliClima, 2005. Las energías renovables y la eficiencia energética: un poco de historia. [En línea] Available at: <http://news.soliclima.com/noticias/desarrollo-sostenible/las-energias-renovables-y-la-eficiencia-energetica-un-poco-de-historia> [Último acceso: 11 03 2013].

Pich Aguilera, F. & Batle, T., 2012. Casa Pomaret Ficha Técnica, Barcelona: Pich Aguilera Arquitectos.

Pich Aguilera, F. & Batle, T., 2012. Casa Pomaret Manual de Uso, Barcelona: Pich Aguilera Arquitectos.

Plataforma tecnológica española de la eficiencia energética, 2009. Documento de la Visión de la Eficiencia Energética Española. [En línea] Available at: <http://www.ptee-ee.org/> [Último acceso: 11 04 2013].

Posada, E., 2008. Repaso de termodinámica. [En línea] Available at: http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/jgr/fisest0506/RepasoTermo.pdf [Último acceso: 12 04 2013].

Rehau, 2007. Awadukt thermo research project- Ground-air heat exchanger case study. [En línea] Available at: www.rehau.com [Último acceso: 14 04 2013].

Rehau, 2012. Intercambiador aire-tierra para ventilación controlada. [En línea] Available at: www.rehau.com [Último acceso: 03 04 2013].

Ruiz - Larrea, C., Gómez, A. & Prieto, E., 2010. Hemiciclo Solar. Primera ed. Barcelona: Factesa Obras S.A.U.

Ruiz Muñoz, P. J., 2009. Arquitectura Bioclimática y Construcción Sostenible. [En línea] Available at: <https://sites.google.com/site/pjruiarquitecturabioclimatica/home> [Último acceso: 25 04 2013].

Russel , E. J., 1992. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas según Russel. Once ed. Madrid: Mundi - Prensa.

Santamouris, . M. & Asimakopoulus, D., 1996. Passive cooling of buildings. Primera ed. Lobdres: James&James.

Shennan, E. R., 2008. Underground thermal energy storage. [En línea] Available at: www.rehau.com.uk [Último acceso: 12 04 2013].

The Building Center, 2008. Awadukt thermo research project- Ground-air heat exchanger case study.[En línea] Available at: http://www.buildingcentre.co.uk/downloads/underground_energy [Último acceso: 12 04 2013].

Comisión Europea - Centro Común de Investigación (JRC). 1995. Síntesis de la legislación de la UE. [En línea] Available at: http://europa.eu/legislation_summaries/energy/european_energy_policy /l28188_ es.htm [Último acceso: 12 03 2013].

University of Nottingham, 2008. The BASF house - UK Project, Nottingham: BASF.

Vidal, J. & Vidal, O., 2011. Instalaciones de ventilación. En: Sistemas de Eficientes de Climatización. Barcelona: La Salle - Universitat Ramón Llull, pp. 2-8.

Zhang , J. & Haghghat, F., 2005. Design and Simulation of hybrid ventilation system with Earth - Air heat exchange, Montreal: Department of Building, Civil and Environmental Engineering, Concordia University.

9 ANEXOS

A.1 ANEXO: REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura A.1 y Figura A.2: Fachada Norte – Este
Fuente: Archivo Fotográfico



Figura A.3: Elementos voladizos Protección sol planta Primera
Fuente: Propio



Figura A.4: Elementos voladizos Protección sol planta Primera
Fuente: Propio



Figura A.5: Acristalamiento central – Espera de crecimiento de vegetación
Fuente: Propio



Figura A.6: Aerspirato
Fuente: Propio



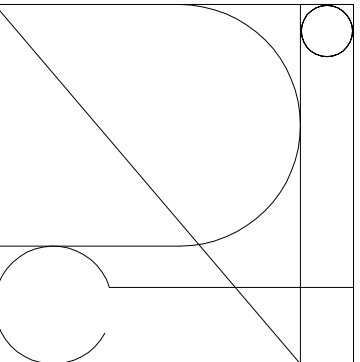
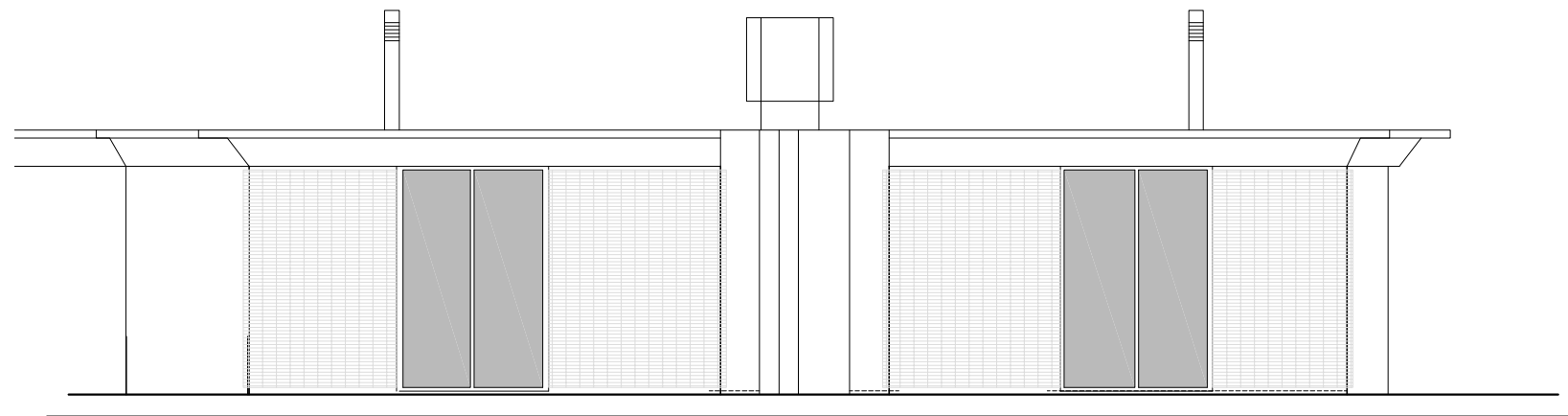
Figura A.7: Cubierta
Fuente: Propio



Figura A.8: Paneles Solares – Producción de agua caliente verano
Fuente: Propio

B.1 ANEXO: PLANOS

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	COMP.



Promotor
**FELIP PICH-AGUILERA
 TERESA BATLLE**

Títol del projecte
**PROJECTE
 D'HABITATGE
 UNIFAMILIAR
 AS-BUILD**

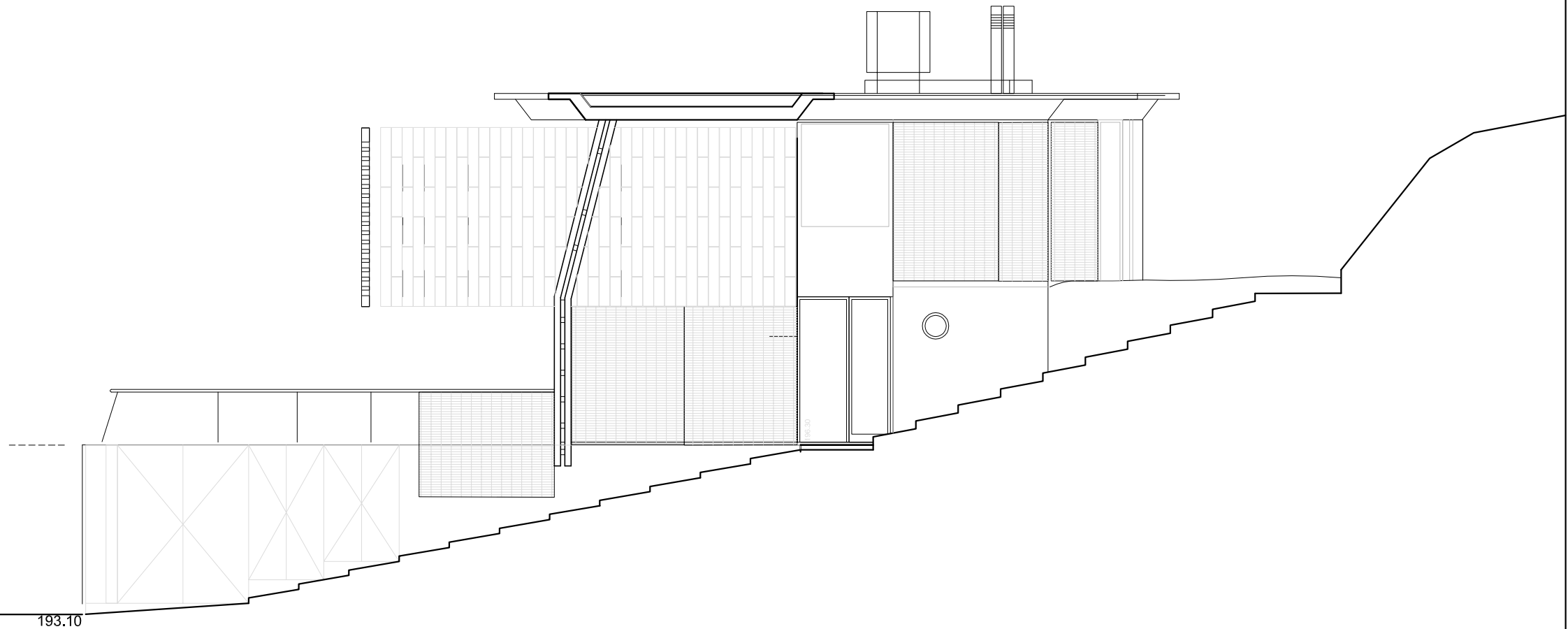
Emplaçament
**C/ POMARET
 BARCELONA**

Tècnic Responsable
**FELIPE PICH-AGUILERA BAURIER,
 Arquitecte.**

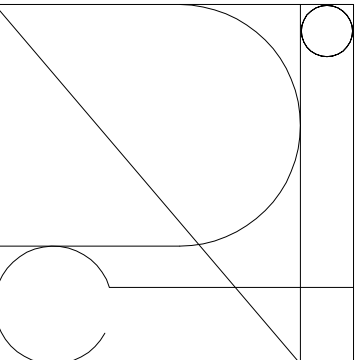
Títol del plànol
**FAÇANA PRINCIPAL
 I FACHADA POSTERIOR**

No. Projecte 0228	Escala 1 / 50	Número Plànol AS 09
Dibuixat APR	0 m	
cod. F-PRI-04	Data SEP 2012	
versió 00		
data 09/09/12		
plànol 1 de 1		

REVISIÓ	FECHA	DIBUJADO	COMP.



193.10



Promotor
**FELIP PICH-AGUILERA
 TERESA BATLLE**

Títol del projecte
**PROJECTE
 D'HABITATGE
 UNIFAMILIAR
 AS-BUILD**

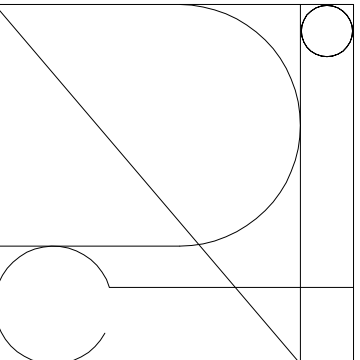
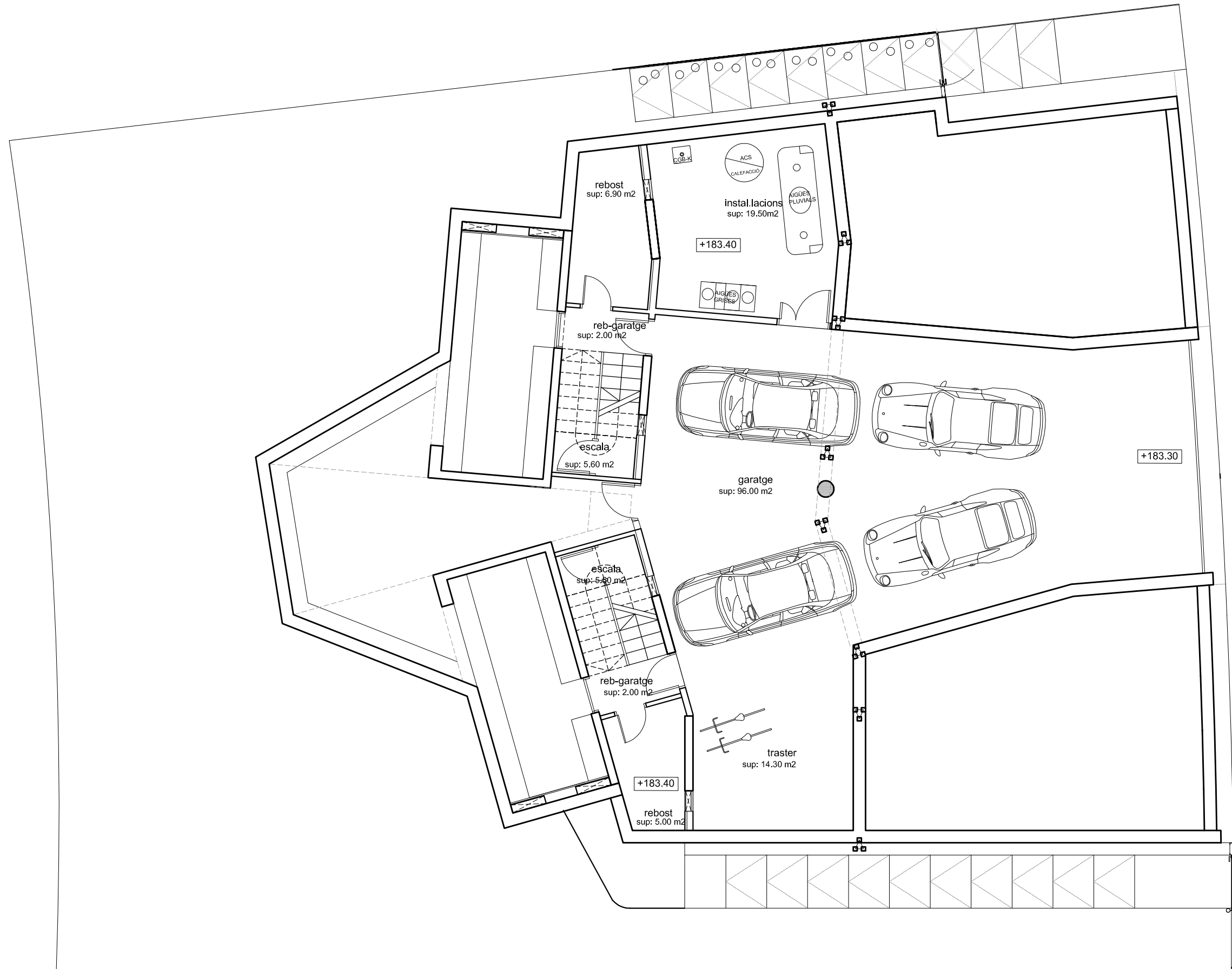
Emplaçament
**C/ POMARET
 BARCELONA**

Tècnic Responsable
**FELIPE PICH-AGUILERA BAURIER,
 Arquitecte.**

Títol del plànol
FAÇANAS LATERALS

No. Projecte 0228	Escala 1 / 100	Número Plànol AS 11
Dibuixat APR		
Cod. F.PRI-04	Data SEP 2012	
versió: 00		
data: 09/09/2012		
plànol: 1 de 1		

REVISIÓ	FECHA	DIBUJADO	COMP.



Promotor
**FELIP PICH-AGUILERA
 TERESA BATLLE**

Títol del projecte
**PROJECTE
 D'HABITATGE
 UNIFAMILIAR
 AS-BUILD**

Emplaçament
**C/ POMARET
 BARCELONA**

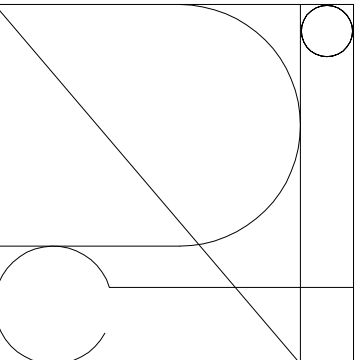
Tècnic Responsable
**FELIPE PICH-AGUILERA BAURIER,
 Arquitecte.**

Títol del plànol
PLANTA 0 - SOTERRANI

No. Projecte 0228	Escala 1 / 50	Número Plànol AS 06
Dibuixat APR	0 m	
Codi F-PRI-04	Data SEP 2012	
Versió 00		
Autoria AS		
Edició 1 de 1		



REVISIÓ	FECHA	DIBUJADO	COMP.



Promotor
**FELIP PICH-AGUILERA
 TERESA BATLLE**

Títol del projecte
**PROJECTE
 D'HABITATGE
 UNIFAMILIAR
 AS-BUILD**

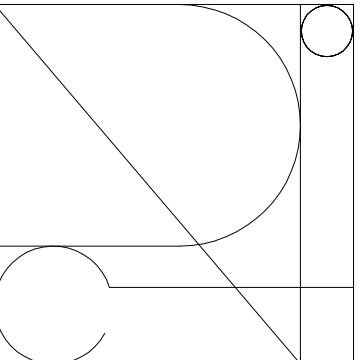
Emplaçament
**C/ POMARET
 BARCELONA**

Tècnic Responsable
**FELIPE PICH-AGUILERA BAURIER,
 Arquitecte.**

Títol del plànol
PLANTA 1

No. Projecte 0228	Escala 1 / 50	Número Plànol AS 07
Elaborat APR	0 m	
cod. F:PRI-04	Data SEP 2012	
versió: 00		
data: 03/09/2012		
plànol: 1 de 1		

REVISIÓ	FECHA	DIBUJADO	COMP.



Promotor
**FELIP PICH-AGUILERA
 TERESA BATLLE**

Títol del projecte
**PROJECTE
 D'HABITATGE
 UNIFAMILIAR
 AS-BUILD**

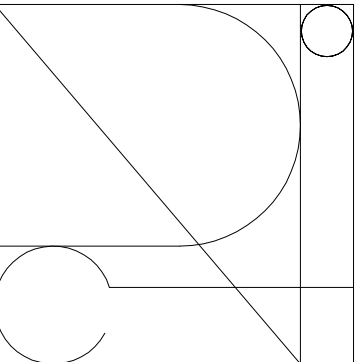
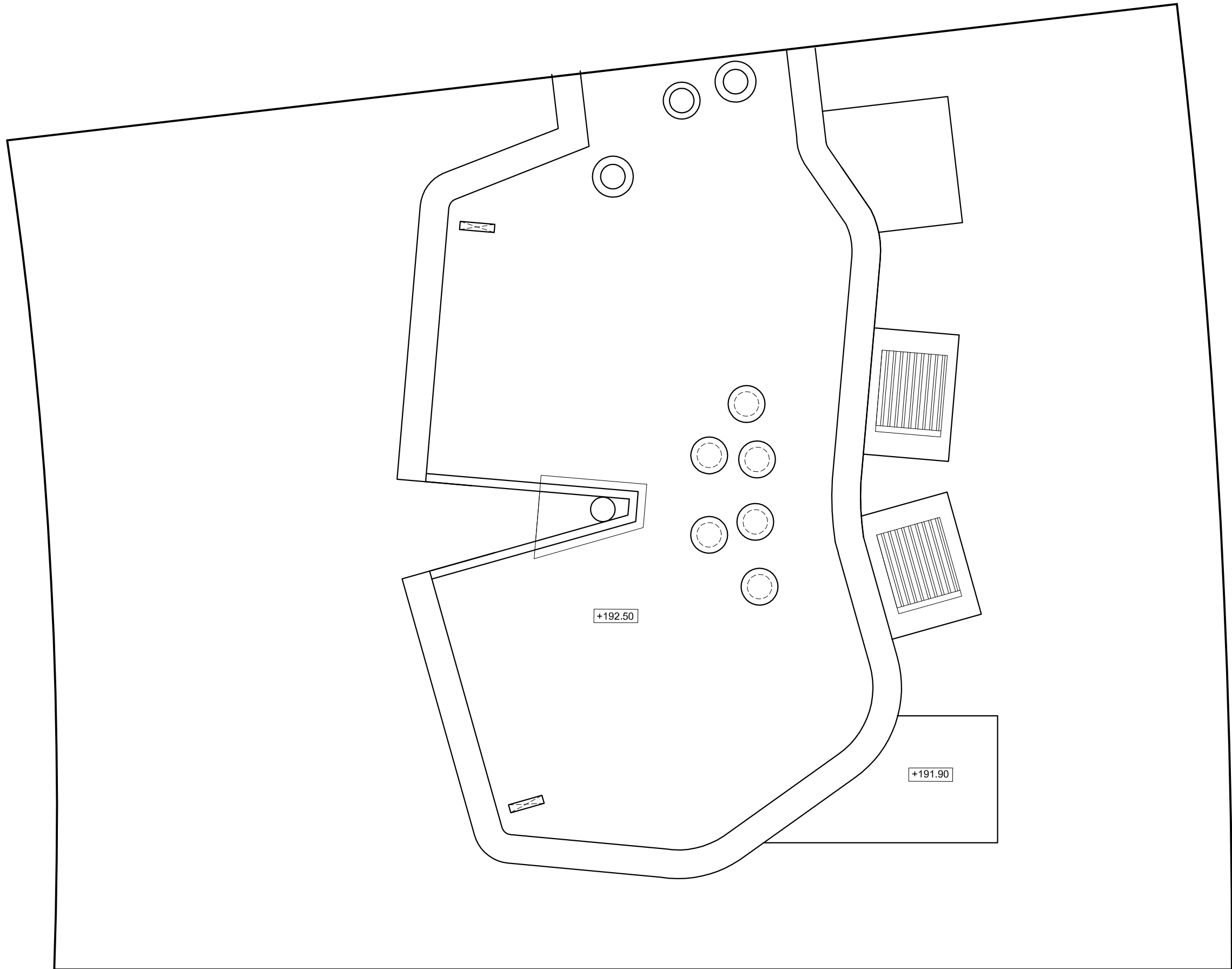
Emplaçament
**C/ POMARET
 BARCELONA**

Tècnic Responsable
**FELIPE PICH-AGUILERA BAURIER,
 Arquitecte.**

Títol del plànol
**PLANTA 2 - COBERTA
 COTES**

No. Projecte 0228	Escala 1 / 50	Número Plànol AS 08
Dibuixat APR	0 m	
Codi F-PRI-04	Data SEP 2012	
Versió 00		
Autoria PICH-AGUILERA		
Edició 1 de 1		

REVISIÓ	FECHA	DIBUJADO	COMP.



Promotor
**FELIP PICH-AGUILERA
 TERESA BATLLE**

Títol del projecte
**PROJECTE
 D'HABITATGE
 UNIFAMILIAR
 AS-BUILD**

Emplaçament
**C/ POMARET
 BARCELONA**

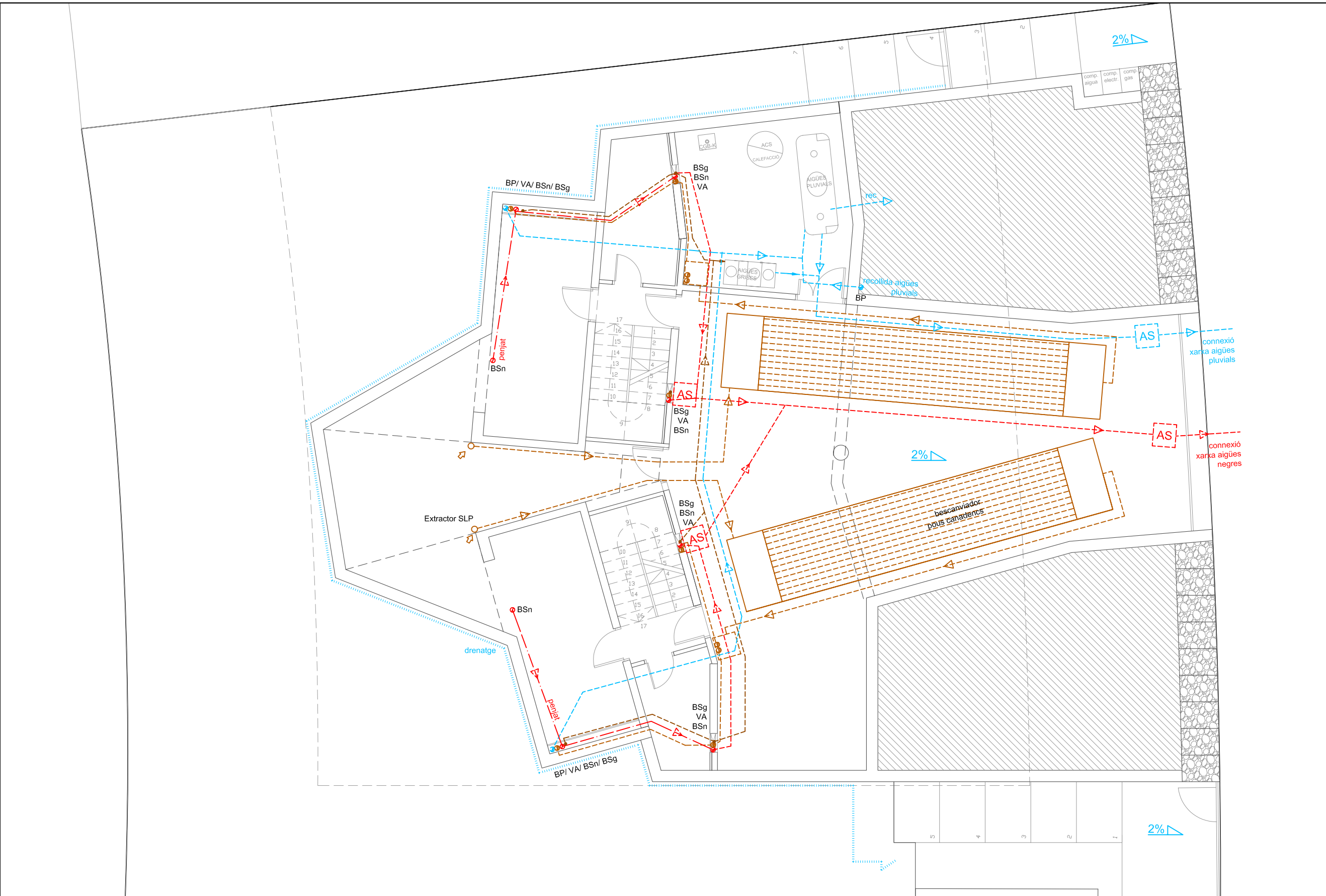
Tècnic Responsable
**FELIPE PICH-AGUILERA BAURIER,
 Arquitecte.**

Títol del plànol
**PLANTA 3 - COBERTA
 COTES**

No. Projecte 0228	Escala 1 / 50	Número Plànol AS 09
Dibuixat APR	0 m	
Codi F-PRI-04b	Data SEP 2012	
Versió 00		
Autoria PICH-AGUILERA		
Edició 1 de 1		



REVISIÓ	FECHA	DIBUJADO	COMP.



NOTES DE LAS INSTALACIONES DE SANEJAMIENTO Y VENTILACIÓ:

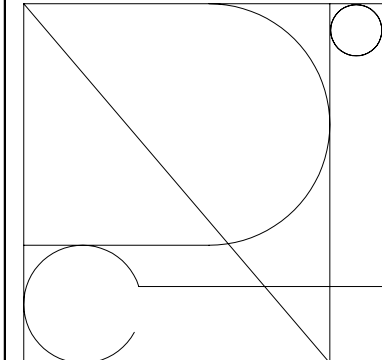
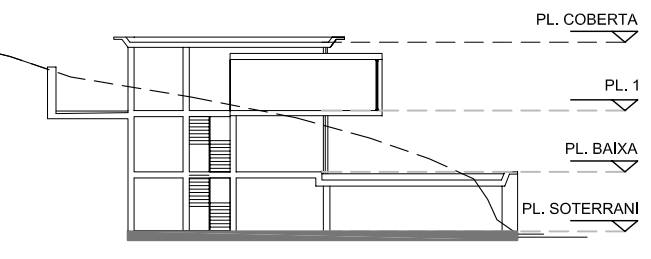
- LA PENDENT MINIMA EN TRAMS HORIZONTALS SERA DEL 2 %
- LES PRESENTS INSTALACIONES ES COMPLEMENTARÁN AMB LES DEFINICIONS ESTABLERTES ALS CORRESPONENTS PROJECTES D'INGENIERIA I ACTIVITAT.
- TOTES LES CANALITZACIONS SERÁN DE PVC
- TOTES LAS CANALITZACIONS EN PROJECCIÓ INFERIOR S'EXECUTARÁN PER SOTA DE LA PLANTA ON S'UBIQUEN.
TOTES LAS CANALITZACIONS EN PROJECCIÓ SUPERIOR S'EXECUTARÁN PENJADES VISTES O AL FALS SOSTRE DE LA PLANTA ON S'UBIQUEN.
- ES COMPROBARÁ LA COTA DEL PUNT D'EVACUACIÓ DE LA INSTALACIÓ ABANS D'INICIAR EL TRACAT DE CANONADES.
- ES MONTARÁ CADA APARELL SANITARI AMB EL SEU CORRESPONENT SIFÓ INDIVIDUAL.
- ELS COLZES A PEU DE BAIXANT TINDRÁN LA CARACTERISTICA DE SER DE PRESIÓ.
- ELS DESAIGÜES DE LES UNITATS INTERIORS Y EXTERIORS D'AIRE ACONDICIONAT ESTARAN CONECTATS ALS RAMALS O BAIXANTS MES PRÓXIMS.
- LA TOTALITAT DE CANONADES AÉRIES DE LA XARXA DE SANEJAMENT ES REVESTIRÁN AMB FIBRA.

LLEGENDES DE LES INSTALACIONES DE SANEJAMIENTO Y VENTILACIÓ:

LLEGENDA VENTILACIÓ	LLEGENDA SANEJAMENT
Ventilació banys □ 125 mm	● Baixant pluvial □ 80 mm
Ventilació banys □ 125 mm penjat	● Baixant pluvial □ 80 mm penjat
Extracció fums cuïnes □ 125 mm	■ Reixa clavegueró pluvial
Extracció fums cuïnes □ 125 mm penjat	● Baixant □ 110 mm
	● Baixant □ 100 mm penjat
	● Baixant □ 110 mm
	● Baixant □ 100 mm penjat
VK_ ventilació i extracció de cuïnes	BP_ Baixant pluvial
VB_ ventilació de banys	BS n_ Baixant Sanejament aigües negres
VA_ ventilació d'aire dels pous canadencs	BS g_ Baixant Sanejament aigües grises
	□ □ □ Aparell depurador aigües
	--- Conductió sanejament aigües pluvials
	--- Conductió sanejament aigües negres
	--- Conductió sanejament aigües grises

POUS CANADENCS:

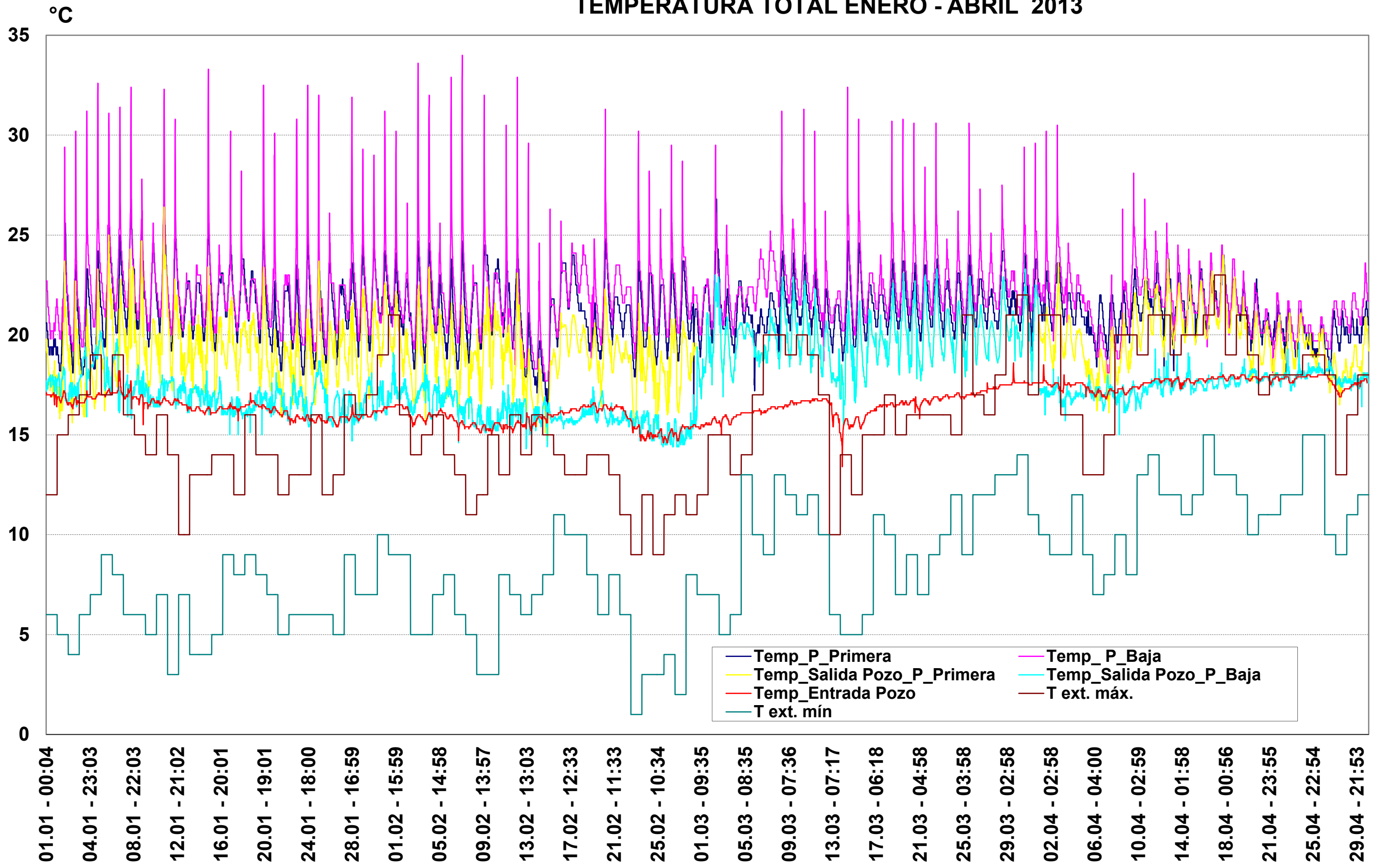
* VEURE PROJECTE GRÁFIC ADJUNT



Promotor FELIP PICH-AGUILERA TERESA BATLLE		
Títol del projecte PROJECTE EXECUTIU D'HABITATGE UNIFAMILIAR		
Emplaçament C/ POMARET BARCELONA		
Tècnic Responsable FELIPE PICH-AGUILERA BAURIER, Arquitecte.		
Títol del plànol INSTALACIONES SANEJAMIENTO PLANTA SOTERRANI		
No. Projecte 0228	Escala 1/100 (A3) 1/50 (A1)	Número Plànol
APR	0 m	
codi: E-PR1-041	Data	PE 11
versió: 00	AGOST 2008	

C.1 ANEXO: MEDICIONES INSITU

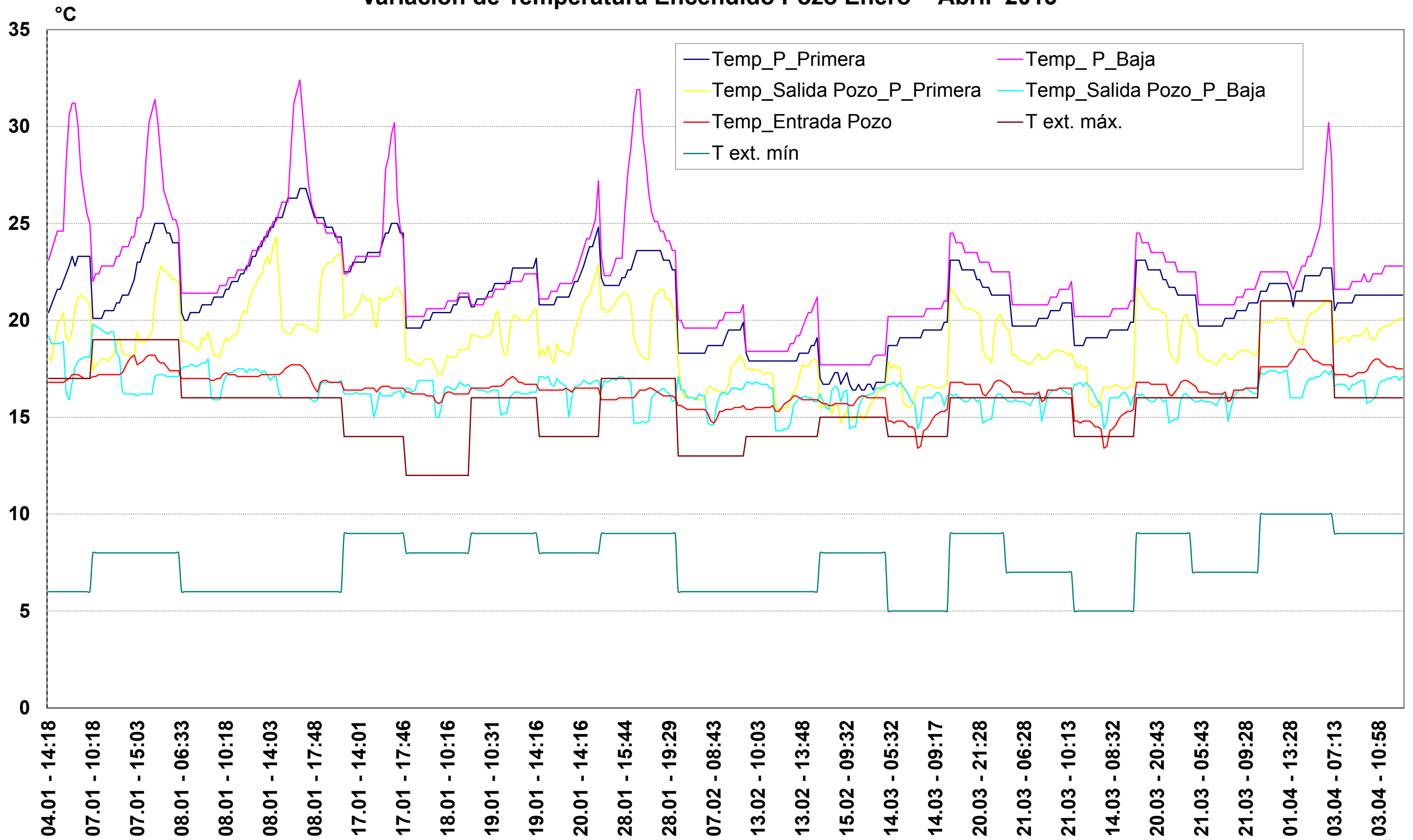
TEMPERATURA TOTAL ENERO - ABRIL 2013



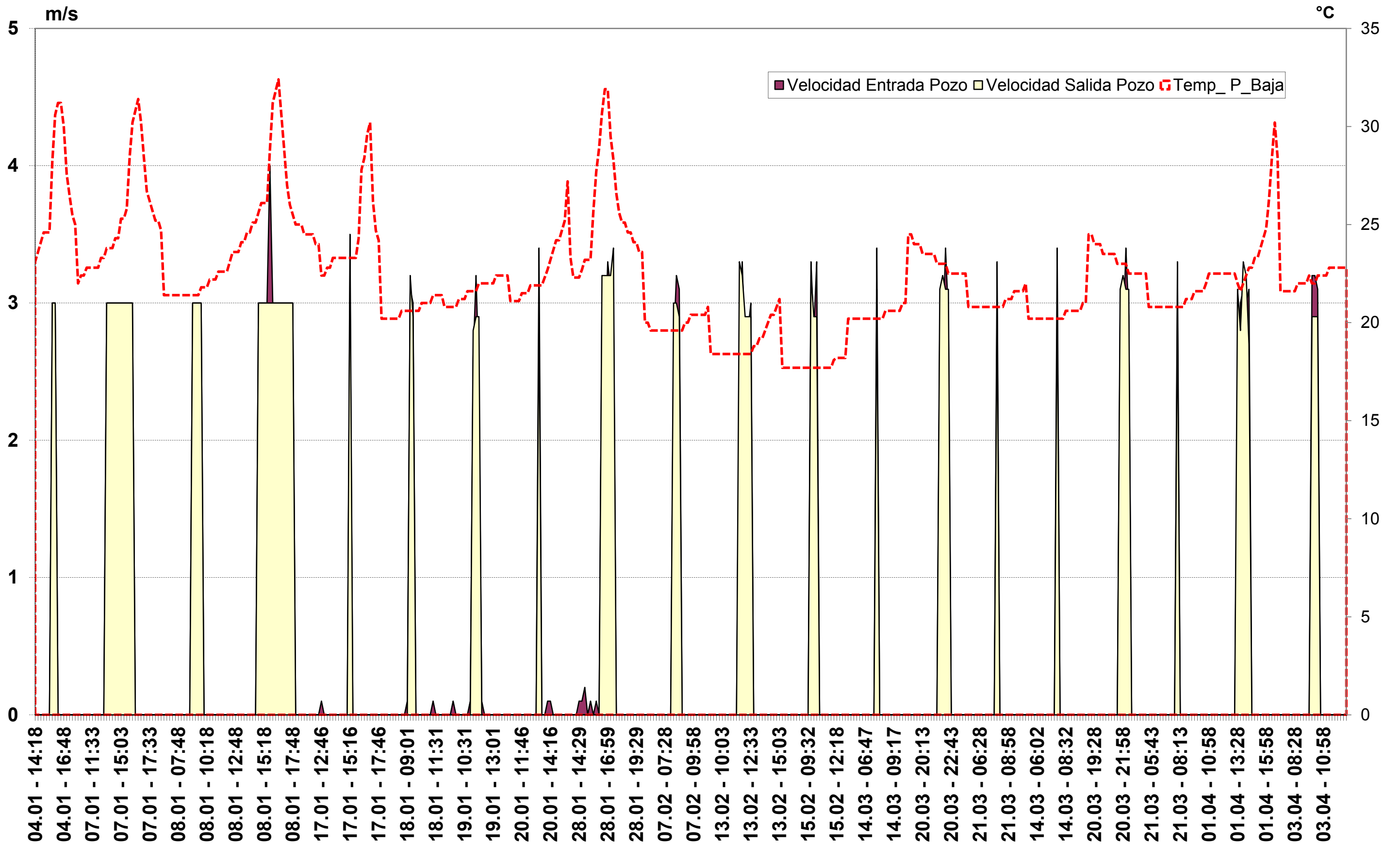
Encendido de Pozos Invierno

Mes	Data+Hora	Tiempo de encendido del Pozo	Temp_P_Primera	Temp_P_Baja	Temp_Sortida Pozo_P_Primera	Temp_Sortida Pozo_P_Baja	Temp_Entrada Pozo	T ext. máx.	T ext. min	Velocitat Entrada Pozo	Velocitat Sortida Pozo
ENERO	04.01.2013 15:48:51	0:15:00	22.4	28.2	19.1	16.2	16.9	17	6	3.0	3.0
	04.01.2013 16:03:51		22.8	30.6	18.9	15.9	17	17	6	3.0	3.0
	08.01.2013 14:48:51	2:00:00	25.3	25.6	22.1	16.2	17.2	16	6	3.0	3.0
	08.01.2013 15:03:51		25.3	26.1	19.6	16	17.3	16	6	3.0	3.0
	08.01.2013 15:18:51		25.8	26.1	19.4	16	17.5	16	6	3.0	3.0
	08.01.2013 15:33:51		26.3	26.1	19.3	16	17.6	16	6	3.0	3.0
	08.01.2013 15:48:51		26.3	28.8	19.3	16	17.7	16	6	4.0	3.0
	08.01.2013 16:03:51		26.3	31.2	19.6	16	17.7	16	6	3.0	3.0
	08.01.2013 16:18:51		26.3	31.8	19.8	16	17.7	16	6	3.0	3.0
	08.01.2013 16:33:51		26.8	32.4	19.8	16	17.7	16	6	3.0	3.0
	08.01.2013 16:48:51		26.8	30.6	19.8	16	17.6	16	6	3.0	3.0
	08.01.2013 17:03:51		26.8	28.8	19.7	16	17.4	16	6	3.0	3.0
	08.01.2013 17:18:51	26.3	27	19.6	16	17.2	16	6	3.0	3.0	
	08.01.2013 17:33:51	25.8	26	19.5	15.9	16.8	16	6	3.0	3.0	
	08.01.2013 17:48:51	25.3	25.5	19.4	15.8	16.5	16	6	3.0	3.0	
	17.01.2013 15:16:36	0:15:00	23.5	23.3	20	15	16.5	14	9	3.2	3.5
	18.01.2013 09:16:36	0:15:00	20.4	20.6	17.5	15	15.8	12	8	3.1	3.2
	18.01.2013 09:31:36		20.4	20.6	17.2	15	15.7	12	8	3	2.9
	19.01.2013 11:16:36	0:20:00	21.9	21.6	19.1	15.1	16.6	16	9	2.6	2.8
	19.01.2013 11:31:36		21.9	21.6	18.3	15.2	16.7	16	9	3.2	2.9
19.01.2013 11:46:36	21.9		22	18.2	15.2	16.9	16	9	2.5	2.9	
20.01.2013 13:16:36	0:15:00	21.2	21.9	18.2	15	16.4	14	8	3.4	3.0	
28.01.2013 16:29:21	1:00:00	23.1	30.7	19.2	14.7	16	17	9	3.0	3.2	
28.01.2013 16:44:21		23.6	31.9	18.6	14.7	16.2	17	9	2.6	3.2	
28.01.2013 16:59:21		23.6	31.9	18.3	14.7	16.4	17	9	3.3	3.2	
28.01.2013 17:14:21		23.6	29.5	18.1	14.8	16.4	17	9	3.1	3.2	
28.01.2013 17:29:21		23.6	28.3	18	14.7	16.4	17	9	3.1	3.4	
FEBRERO	07.02.2013 08:13:14	0:30:00	18.7	19.6	16.5	14.7	15.2	13	6	2.7	3
	07.02.2013 08:28:14		18.7	19.6	16.6	14.6	14.8	13	6	3.2	3
	07.02.2013 08:43:14		18.7	19.6	16.4	14.6	14.7	13	6	3.1	2.9
	13.02.2013 11:33:33	1:00:00	17.9	18.4	15.5	14.3	15.3	14	6	2.7	3.3
	13.02.2013 11:48:33		17.9	18.4	15.4	14.3	15.3	14	6	3.3	3.2
	13.02.2013 12:03:33		17.9	18.4	15.4	14.3	15.5	14	6	2.6	2.9
	13.02.2013 12:18:33		17.9	18.4	15.5	14.4	15.7	14	6	2.8	2.9
	13.02.2013 12:33:33		17.9	18.4	15.5	14.4	15.8	14	6	3	2.9
	15.02.2013 09:47:32	0:20:00	16.7	17.7	14.8	14.4	15.6	15	8	3.3	3.2
	15.02.2013 10:02:32		16.4	17.7	14.9	14.5	15.6	15	8	2.8	2.9
15.02.2013 10:17:32	16.4		17.7	15	14.5	15.8	15	8	3.3	2.9	
Marzo	14.03.2013 07:47:13	0:15:00	19.1	20.2	16.6	14.4	13.4	14	5	3.4	3.1
ABRIL	01.04.2013 13:28:51	0:10:00	21.5	22	19.4	16	17.8	21	10	2.5	3.1
	01.04.2013 13:43:51		20.7	21.6	19.1	16	18	21	10	3	2.8
	01.04.2013 13:58:51		21.5	22	18.9	16	18.3	21	10	3.1	3.3
	01.04.2013 14:13:51		21.5	22.4	18.9	16	18.5	21	10	3	3.2
	01.04.2013 14:28:51		21.5	22.8	18.7	16	18.5	21	10	3.1	2.7

Variación de Temperatura Encendido Pozo Enero - Abril 2013



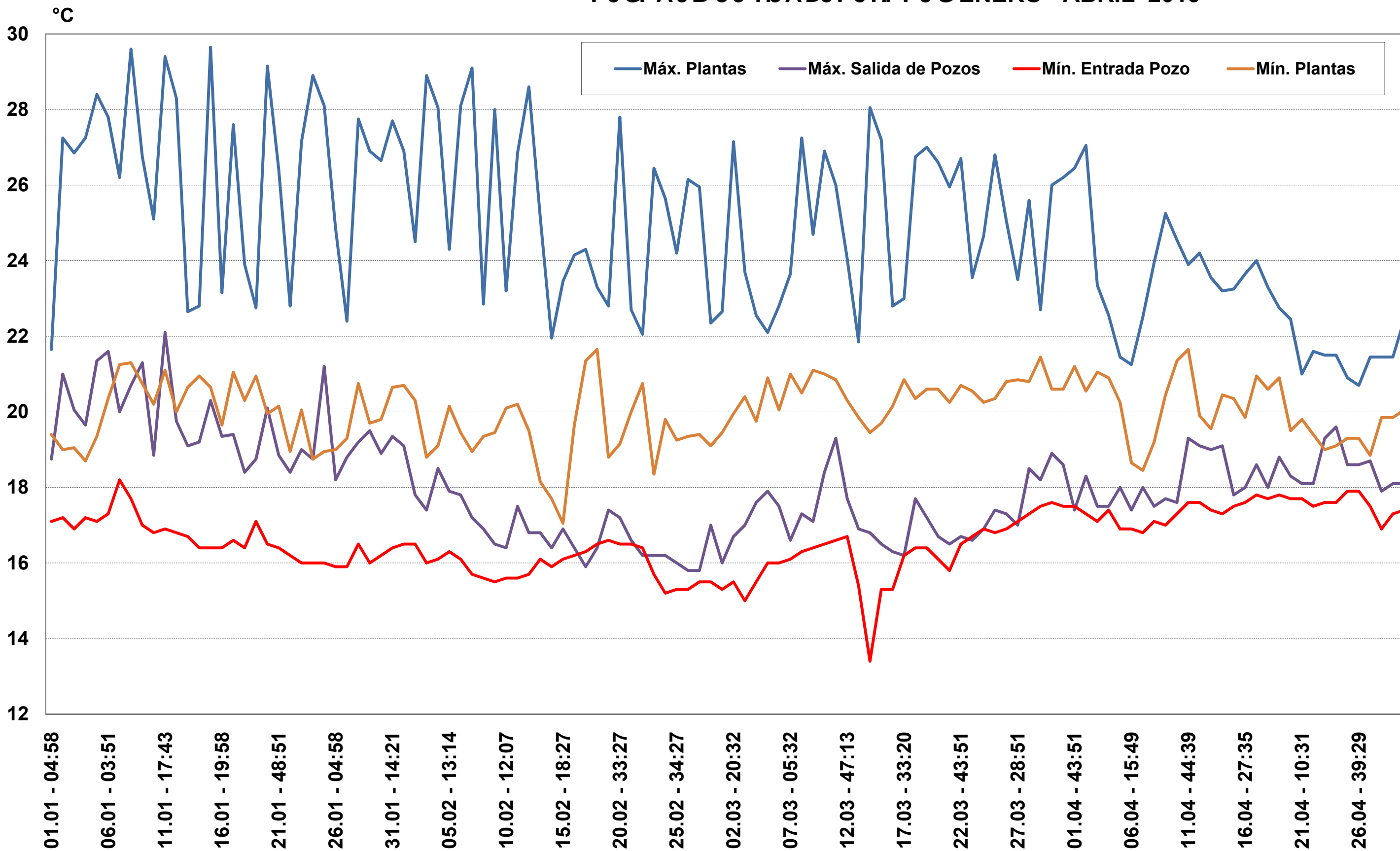
Velocidad del Pozo - Invierno



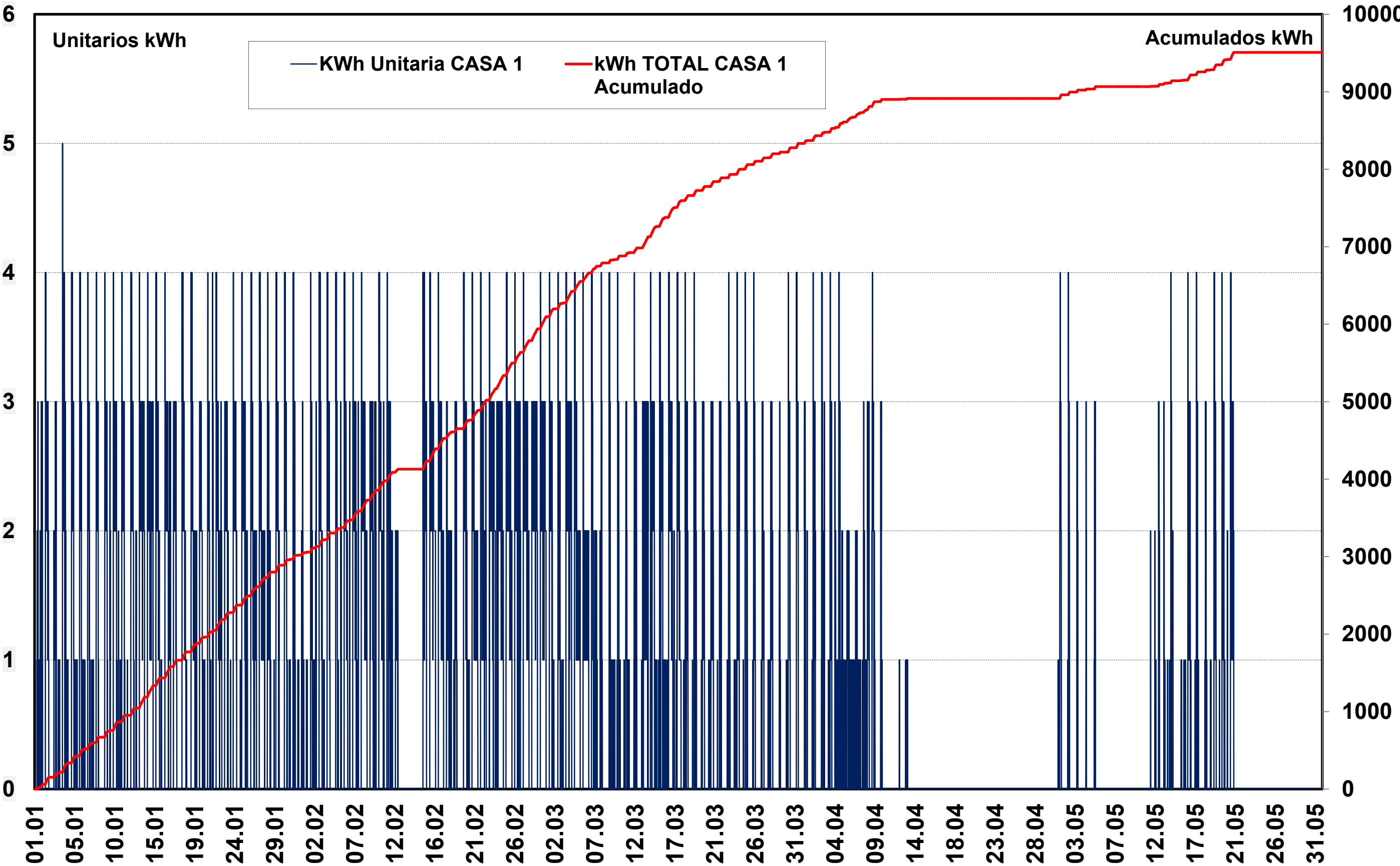
RESUMEN DE TEMPERATURAS INVIERNO - 2013

Mes	Dia	Dia	Horas del Día Temp. Máx.	Máx. Plantas	Horas del Día Temperatura Mínima	Min. Plantas	T ext. máx.	T ext. min	Máx. Salida de Pozos	Min. Entrada Pozo	
ENERO	01.01.2013	01.01 - 04:58	00:04:58	21.65	15:34:58	19.40	12	6	18.75	17.1	
	02.01.2013	02.01 - 19:58	16:19:58	27.25	05:34:58	19.00	15	5	21	17.2	
	03.01.2013	03.01 - 19:58	16:19:58	26.85	08:34:58	19.05	16	4	20.05	16.9	
	04.01.2013	04.01 - 19:58	16:19:58	27.25	05:18:51	18.70	17	6	19.65	17.2	
	05.01.2013	05.01 - 18:51	16:18:51	28.4	07:18:51	19.35	19	7	21.35	17.1	
	06.01.2013	06.01 - 03:51	16:03:51	27.8	03:48:51	20.35	17	9	21.6	17.3	
	07.01.2013	07.01 - 48:51	15:48:51	26.2	00:04:58	21.25	19	8	20	18.2	
	08.01.2013	08.01 - 33:51	16:33:51	29.6	14:03:51	21.30	16	6	20.7	17.7	
	09.01.2013	09.01 - 03:51	16:03:51	26.75	02:33:51	20.75	15	6	21.3	17	
	10.01.2013	10.01 - 48:51	17:48:51	25.1	16:49:58	20.20	14	5	18.85	16.8	
	11.01.2013	11.01 - 17:43	16:17:43	29.4	21:34:58	21.10	16	7	22.1	16.9	
	12.01.2013	12.01 - 32:43	16:32:43	28.3	16:34:58	20.00	14	3	19.75	16.8	
	13.01.2013	13.01 - 48:51	14:48:51	22.65	02:04:58	20.65	10	7	19.1	16.7	
	14.01.2013	14.01 - 04:58	20:04:58	22.8	10:03:51	20.95	13	4	19.2	16.4	
	15.01.2013	15.01 - 32:43	16:32:43	29.65	02:04:58	20.65	13	4	20.3	16.4	
	16.01.2013	16.01 - 19:58	15:19:58	23.15	05:34:58	19.65	14	5	19.35	16.4	
	17.01.2013	17.01 - 48:51	16:48:51	27.6	06:03:51	21.05	14	9	19.4	16.6	
	18.01.2013	18.01 - 48:51	18:48:51	23.9	00:18:51	20.30	12	8	18.4	16.4	
	19.01.2013	19.01 - 18:51	23:18:51	22.75	10:03:51	20.95	16	9	18.75	17.1	
	20.01.2013	20.01 - 31:36	16:31:36	29.15	05:18:51	19.95	14	8	20.1	16.5	
	21.01.2013	21.01 - 48:51	15:48:51	26.4	04:03:51	20.15	14	7	18.85	16.4	
	22.01.2013	22.01 - 04:58	20:04:58	22.8	05:45:29	18.95	12	5	18.4	16.2	
	23.01.2013	23.01 - 45:29	16:45:29	27.15	04:34:58	20.05	13	6	19	16	
	24.01.2013	24.01 - 45:29	16:45:29	28.9	05:30:29	18.75	13	6	18.75	16	
	25.01.2013	25.01 - 18:51	16:18:51	28.1	05:45:29	18.95	16	6	21.2	16	
	26.01.2013	26.01 - 04:58	17:04:58	24.85	05:34:58	19.00	12	6	18.2	15.9	
	27.01.2013	27.01 - 03:51	00:03:51	22.4	03:33:51	19.30	13	5	18.6	15.9	
	28.01.2013	28.01 - 48:51	16:48:51	27.75	02:33:51	20.75	17	9	19.2	16.5	
	29.01.2013	29.01 - 02:43	16:02:43	26.9	02:03:51	19.70	16	7	19.5	16	
	30.01.2013	30.01 - 48:51	16:48:51	26.65	06:34:58	19.80	17	7	18.9	16.2	
	31.01.2013	31.01 - 14:21	16:14:21	27.7	02:04:58	20.65	19	10	19.35	16.4	
FEBRERO	01.02.2013	01.02 - 44:21	16:44:21	26.9	8:44:21	20.7	16.5	21	19.1	16.5	
	02.02.2013	02.02 - 59:21	16:59:21	24.5	07:44:21	20.3	16.5	17.8	16.5	16	
	03.02.2013	03.02 - 28:14	16:28:14	28.9	07:28:14	18.8	16	14	17.4	16	
	04.02.2013	04.02 - 43:14	16:43:14	28.05	06:13:14	19.1	16.1	15	18.5	16.1	
	05.02.2013	05.02 - 13:14	16:13:14	24.3	06:43:14	20.15	16.3	16	17.9	16.3	
	06.02.2013	06.02 - 28:14	16:28:14	28.1	06:43:14	19.45	16.1	14	17.8	16.1	
	07.02.2013	07.02 - 43:14	16:43:14	29.1	06:13:14	18.95	15.7	13	17.2	15.7	
	08.02.2013	08.02 - 58:14	15:58:14	22.85	06:13:14	19.35	15.6	11	16.6	15.6	
	09.02.2013	09.02 - 27:07	16:27:07	28	07:27:07	19.45	15.5	12	16.5	15.5	
	10.02.2013	10.02 - 12:07	17:12:07	23.2	08:12:07	20.1	15.6	15	16.4	15.6	
	11.02.2013	11.02 - 12:07	16:12:07	26.85	09:42:07	20.2	15.6	13	17.5	15.6	
	12.02.2013	12.02 - 33:33	16:33:33	28.6	06:03:33	19.5	15.7	16	16.8	15.7	
	13.02.2013	13.02 - 33:33	16:33:33	25.15	09:18:33	18.15	16.1	14	16.8	16.1	
	14.02.2013	14.02 - 32:32	16:32:32	21.95	11:32:32	17.7	15.9	16	16.4	15.9	
	15.02.2013	15.02 - 18:27	16:18:27	23.45	10:02:27	17.05	16.1	15	16.9	16.1	
	16.02.2013	16.02 - 48:27	15:48:27	24.15	07:48:27	19.65	16.2	14	16.4	16.2	
	17.02.2013	17.02 - 33:27	16:33:27	24.3	07:48:27	21.35	16.3	13	15.9	16.3	
	18.02.2013	18.02 - 03:27	00:03:27	23.3	06:48:27	21.65	16.5	13	16.4	16.5	
	19.02.2013	19.02 - 03:27	16:03:27	22.8	09:48:27	18.8	16.6	14	17.4	16.6	
	20.02.2013	20.02 - 33:27	16:33:27	27.8	06:18:27	19.15	16.5	14	17.2	16.5	
	21.02.2013	21.02 - 33:27	15:33:27	22.7	07:48:27	20	16.5	13	16.6	16.5	
	22.02.2013	22.02 - 04:27	00:04:27	22.05	06:34:27	20.75	16.4	11	17	16.4	
	23.02.2013	23.02 - 34:27	16:34:27	26.45	08:19:27	18.35	15.7	9	16.2	15.7	
	24.02.2013	24.02 - 04:27	16:04:27	25.65	06:19:27	19.8	15.2	12	16.2	15.2	
	25.02.2013	25.02 - 34:27	16:34:27	24.2	06:19:27	19.25	16.3	9	16	15.3	
	26.02.2013	26.02 - 04:27	16:04:27	26.15	06:49:27	19.35	15.3	11	15.8	15.3	
	27.02.2013	27.02 - 04:27	16:04:27	25.95	05:49:27	19.4	15.5	12	15.8	15.5	
	28.02.2013	28.02 - 04:27	00:04:27	22.35	16:34:27	19	15.5	11	16.2	15.6	
	MARCO	01.03.2013	01.03 - 35:32	21:35:32	22.65	06:35:32	19.45	12	7	16	15.3
		02.03.2013	02.03 - 20:32	16:20:32	27.15	07:50:32	19.95	15	7	16.7	15.5
		03.03.2013	03.03 - 20:32	16:20:32	23.7	08:05:32	20.4	15	5	17	15
04.03.2013		04.03 - 50:32	18:50:32	22.55	06:05:32	19.75	13	6	17.6	15.5	
05.03.2013		05.03 - 05:32	01:05:32	22.1	05:20:32	20.9	14	13	17.9	16	
06.03.2013		06.03 - 05:32	18:05:32	22.8	06:05:32	20.05	17	10	17.5	16	
07.03.2013		07.03 - 05:32	15:05:32	23.65	06:05:32	21	20	9	16.6	16.1	
08.03.2013		08.03 - 06:37	16:06:37	27.25	06:37	20.5	20	13	17.3	16.3	
09.03.2013		09.03 - 51:37	17:51:37	24.7	06:36:37	21.1	19	12	17.1	16.4	
10.03.2013		10.03 - 06:37	16:06:37	26.9	06:21:37	21	20	11	18.4	16.5	
11.03.2013		11.03 - 00:36	16:00:36	26	07:36:37	20.85	19	12	19.3	16.6	
12.03.2013		12.03 - 47:13	15:47:13	24.05	07:32:13	20.3	19	10	17.7	16.7	
13.03.2013		13.03 - 47:13	16:02:13	21.85	07:02:13	19.85	17	6	16.9	15.4	
14.03.2013		14.03 - 02:13	16:02:13	28.05	05:02:13	19.45	14	5	16.8	13.4	
15.03.2013		15.03 - 47:13	15:47:13	27.2	06:17:13	19.7	14	5	16.5	15.3	
16.03.2013		16.03 - 33:20	15:33:20	22.8	06:03:20	20.15	15	6	16.3	15.3	
17.03.2013		17.03 - 33:20	15:33:20	23	05:33:20	20.85	15	11	16.2	16.2	
18.03.2013		18.03 - 58:51	15:58:51	26.75	06:48:20	20.35	17	7	17.7	16.4	
19.03.2013		19.03 - 58:51	15:58:51	27	05:28:51	20.6	16	7	17.2	16.4	
20.03.2013		20.03 - 58:51	15:58:51	26.8	05:58:51	20.8	16	7	16.7	16.1	
21.03.2013		21.03 - 58:51	15:58:51	25.95	05:28:51	20.25	16	7	16.5	15.8	
22.03.2013		22.03 - 43:51	15:43:51	26.7	05:43:51	20.7	16	9	16.7	16.5	
23.03.2013		23.03 - 28:51	15:28:51	23.55	07:13:51	20.55	16	10	16.6	16.7	
24.03.2013		24.03 - 43:51	15:43:51	24.65	07:13:51	20.25	15	12	16.9	16.9	
25.03.2013		25.03 - 43:51	15:43:51	26.8	06:43:51	20.35	21	9	17.4	16.8	
26.03.2013		26.03 - 28:51	15:43:51	25.05	05:28:51	20.8	17	12	17.3	16.9	
27.03.2013		27.03 - 28:51	15:28:51	23.5	05:58:51	20.85	16	12	17	17.1	
28.03.2013		28.03 - 28:51	15:28:51	25.6	04:28:51	20.8	18	13	18.5	17.3	
29.03.2013		29.03 - 28:51	13:28:51	22.7	06:43:51	21.45	21	13	18.2	17.5	
30.03.2013		30.03 - 43:51	15:43:51	26	06:13:51	20.6	22	14	18.9	17.6	
31.03.2013		31.03 - 43:51	16:43:51	26.2	07:58:51	20.6	17	11	18.6	17.5	
ABRIL	01.04.2013	01.04 - 43:51	16:43:51	26.45	07:13:51	21.2	21	10	17.4	17.5	
	02.04.2013	02.04 - 43:51	16:43:51	24.85	06:43:51	20.55	21	9	18.3	17.3	
	03.04.2013	03.04 - 28:51	16:28:51	23.35	06:13:51	21.05	16	9	17.5	17.1	
	04.04.2013	04.04 - 28:51	11:28:51	22.55	05:43:51	20.9	16	12	17.5	17.4	
	05.04.2013	05.04 - 13:51	00:13:51	21.45	21:45:49	20.25	13	9	18	16.9	
	06.04.2013	06.04 - 15:49	15:15:49	21.25	08:30:49	18.65	13	7	17.4	16.9	
	07.04.2013	07.04 - 45:49	16:45:49	22.5	07:30:49	18.45	15	8	18	16.8	
	08.04.2013	08.04 - 45:49	16:45:49	23.95	05:00:49	19.2	20	10	17.5	17.1	
	09.04.2013	09.04 - 44:39	16:44:39	25.25	05:14:39	20.45	20	8	17.7	17	
	10.04.2013	10.04 - 44:39	16:44:39	24.55	06:29:39	21.35	19	13	17.6	17.3	
	11.04.2013	11.04 - 44:39	16:44:39	23.9	05:14:39	21.65	21	14	19.3	17.6	
	12.04.2013	12.04 - 43:37	16:43:37	24.2	10:43:37	19.9	21	12	19.1	17.6	
	13.04.2013	13.04 - 58:37	16:58:37	23.55	07:28:37	19.55	19	12	19	17.4	
	14.04.2013	14.04 - 43:37	16:43:37	23.2	11:13:37	19.45	20	11	19.1	17.3	
	15.04.2013	15.04 - 12:35	16:12:35	23.25	07:12:35	20.35	20	12	17.8	17.5	
	16.04.2013	16.04 - 27:35	17:27:35	23.65	08:42:35	19.85	21	15	17.6	17.6	
	17.04.2013	17.04 - 12:35	17:12								

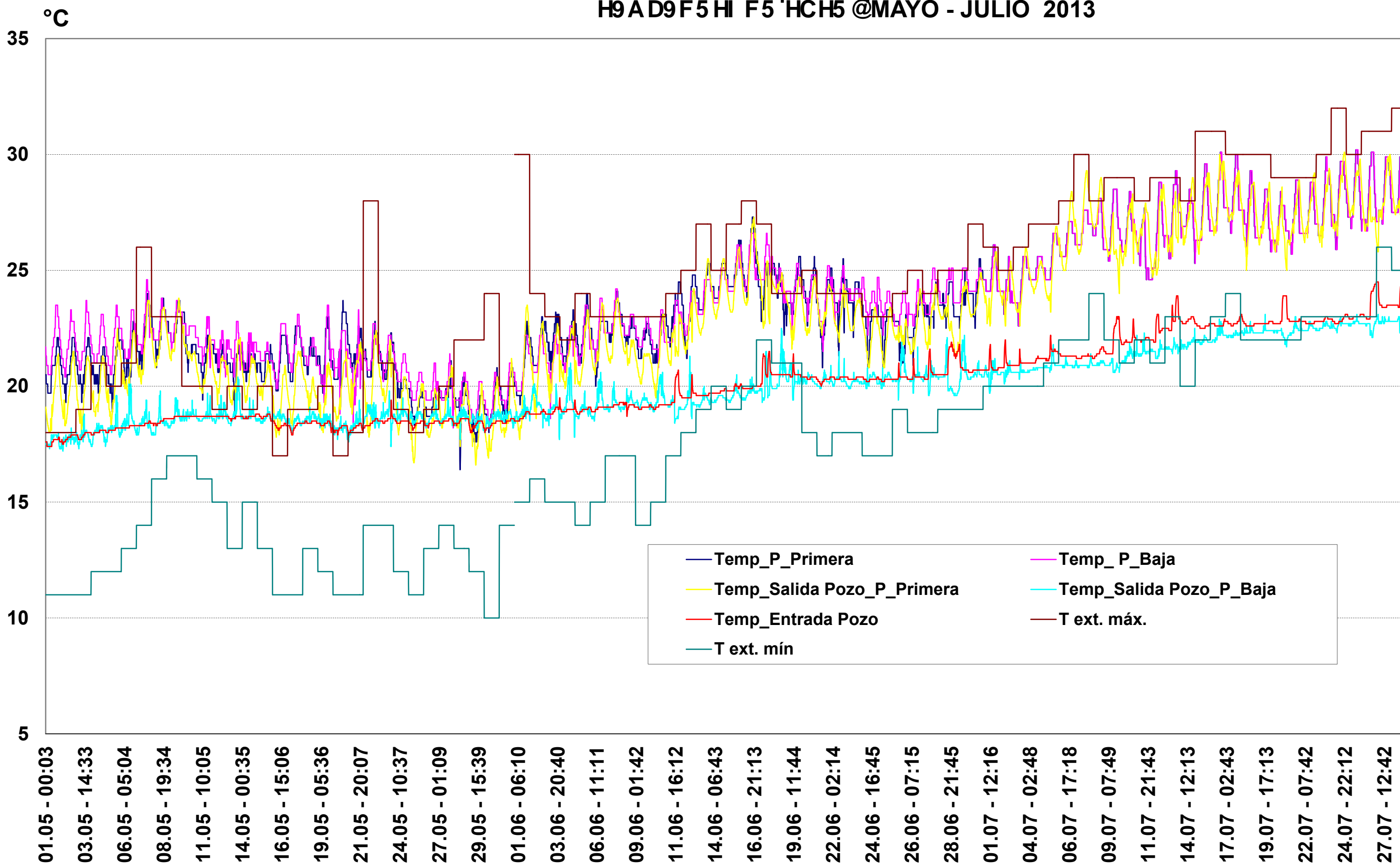
F9GI A9B'89'H9AD9F5HI F5G'ENERO - ABRIL 2013



CALEFACCION CASA 1 - ENERO - MAYO 2013



H9AD9F5HI F5`HCH5 @MAYO - JULIO 2013



Encendido de Pozos Verano

Mes	Data+Hora	Tiempo de encendido del Pozo	Temp_P_Primera	Temp_P_Baja	Temp_Sortida Pozo_P_Primera	Temp_Sortida Pozo_P_Baja	Temp_Entrada Pozo	T ext. máx.	T ext. min	Velocitat Entrada Pozo	Velocitat Sortida Pozo	
JUNIO	03.06.2013 22:56:16	1:00:00	23.1	21.4	22.1	18.8	19	23	15	1.6	1.4	
	03.06.2013 23:11:16		22.6	21.8	20.8	17.8	19	23	15	3.4	3.1	
	03.06.2013 23:26:16		22.6	21.8	20.4	17.8	19.1	23	15	3.1	3.1	
	03.06.2013 23:41:16		22.6	21.8	20.4	17.7	19.3	23	15	3.5	3.1	
	03.06.2013 23:56:16		22.6	21.8	20.2	17.7	19.4	23	15	3.4	3.4	
	04.06.2013 23:26:16	0:45:00	22.3	22.1	20.8	17.8	19	22	15	2.7	2.9	
	04.06.2013 23:41:16		22.3	22.1	20.4	17.8	19.2	22	15	2.7	3.4	
	04.06.2013 23:56:16		21.9	22.1	20.3	17.8	19.3	22	15	3.2	3.3	
	05.06.2013 00:11:16		21.9	22.1	20.1	17.8	19.4	22	14	3.1	2.7	
	11.06.2013 14:42:23		5:13:00	23.5	23.2	22.6	18.6	19.3	24	17	3.7	2.9
	11.06.2013 14:57:23	23.5		23.2	21.6	18.4	19.5	24	17	3.2	3.4	
	11.06.2013 15:12:23	23.5		23.7	21.3	18.5	19.9	24	17	3	3.1	
	11.06.2013 15:27:23	23.5		23.7	21.3	18.5	20.1	24	17	3.4	3.2	
	11.06.2013 15:42:23	24		23.7	21.3	18.5	20.2	24	17	3.1	3.1	
	11.06.2013 15:57:23	24		23.7	21.5	18.6	20.3	24	17	3	2.8	
	11.06.2013 16:12:23	23.5		23.7	21.7	18.6	20.3	24	17	3.1	2.9	
	11.06.2013 16:27:23	23.5		23.7	21.7	18.6	20.4	24	17	3.4	3.4	
	11.06.2013 16:42:23	23.5		23.7	21.7	18.6	20.4	24	17	2.9	3.1	
	11.06.2013 16:57:23	23.5		23.7	21.7	18.6	20.4	24	17	3.2	3	
	11.06.2013 17:12:23	23.5		23.7	21.6	18.6	20.4	24	17	2.9	3	
	11.06.2013 17:27:23	23.5		23.7	21.5	18.6	20.4	24	17	3	3	
	11.06.2013 17:42:23	23.5		23.7	21.5	18.6	20.5	24	17	3.2	3	
	11.06.2013 17:57:23	23.5		23.7	21.5	18.6	20.5	24	17	3.1	3	
	11.06.2013 18:12:23	23.5		23.7	21.5	18.6	20.5	24	17	2.9	3	
	11.06.2013 18:27:23	23.5		23.7	21.5	18.6	20.5	24	17	3.5	3	
	11.06.2013 18:42:23	23.5		23.7	21.4	18.7	20.5	24	17	3.1	3	
	11.06.2013 18:57:23	23.5		23.7	21.4	18.7	20.5	24	17	3.1	3	
	11.06.2013 19:12:23	23.5		23.7	21.4	18.7	20.5	24	17	3.5	2.9	
	11.06.2013 19:27:23	23.5		23.7	21.3	18.7	20.6	24	17	3	3.1	
	11.06.2013 19:42:23	23.5		23.7	21.3	18.7	20.6	24	17	3.3	3	
	11.06.2013 19:57:23	24		23.7	21.3	18.7	20.6	24	17	3.2	3	
	11.06.2013 20:12:23	24		23.2	21.5	18.6	20.6	24	17	3.3	3	
	11.06.2013 20:27:23	24		23.2	21.5	18.6	20.7	24	17	3.2	3.2	
	12.06.2013 16:57:23	1:15:00		24.3	24.1	23.6	18.9	19.5	25	18	3.4	3.3
	12.06.2013 17:12:23		24.3	24.1	22.5	18.7	19.8	25	18	3.2	3.1	
	12.06.2013 17:27:23		24.3	24.1	22.2	18.7	20	25	18	3	3.1	
	12.06.2013 17:42:23		24.3	24.1	22	18.7	20.2	25	18	3.3	3.2	
	12.06.2013 17:57:23		24.3	24.1	21.9	18.7	20.4	25	18	3.4	2.5	
	12.06.2013 18:12:23	24.3	24.1	22.1	18.6	20.5	25	18	3.1	3		
	17.06.2013 09:43:31	4:00:00	22.8	24.6	23.5	19.3	20.2	27	22	2.9	3.1	
	17.06.2013 09:58:31		23.3	24.6	23	19.4	20.5	27	22	2.9	3.2	
	17.06.2013 10:13:31		23.3	24.6	22.8	19.5	20.8	27	22	3.3	2.9	
	17.06.2013 10:28:31		23.3	24.6	22.7	19.5	21	27	22	3.4	2.9	
	17.06.2013 10:43:31		23.3	24.6	22.6	19.5	21.2	27	22	2.8	2.9	
	17.06.2013 10:58:31		23.3	24.6	22.6	19.5	21.2	27	22	2.9	2.8	
	17.06.2013 11:13:31		23.3	24.6	22.5	19.5	21.3	27	22	2.9	3.1	
	17.06.2013 11:28:31		23.3	24.6	22.6	19.5	21.3	27	22	3.1	3.1	
	17.06.2013 11:43:31		23.3	24.6	22.6	19.4	21.4	27	22	2.7	3.1	
	17.06.2013 11:58:31		23.3	24.6	22.6	19.4	21.3	27	22	2.6	3.1	
	17.06.2013 12:13:31		23.8	24.6	22.6	19.4	21.3	27	22	3.0	2.7	
	17.06.2013 12:28:31		23.8	24.6	22.8	19.4	21.3	27	22	3.0	2.9	
	17.06.2013 12:43:31		23.8	24.6	22.8	19.4	21.3	27	22	2.9	3.3	
	17.06.2013 12:58:31		24.3	25.1	22.8	19.4	21.3	27	22	3.1	2.7	
	17.06.2013 13:13:31		24.3	25.1	22.8	19.5	21.3	27	22	3.0	3.2	
	17.06.2013 13:28:31		24.3	25.6	22.7	19.5	21.3	27	22	3.5	2.9	
	17.06.2013 13:43:31		24.8	25.6	22.7	19.5	21.3	27	22	3.2	2.9	
	17.06.2013 18:43:31		2:30:00	24.3	26.1	23.7	19.5	20.6	27	22	3.4	3.2
	17.06.2013 18:58:31			24.8	26.1	23.3	19.6	20.9	27	22	2.9	2.7
	17.06.2013 19:13:31			25.3	26.1	23.1	19.6	21.1	27	22	3.3	3.3
	17.06.2013 19:28:31	25.3		26.1	23	19.6	21.2	27	22	2.9	2.8	
	17.06.2013 19:43:31	25.3		26.1	23	19.6	21.3	27	22	3.4	3.2	
	17.06.2013 19:58:31	25.3		26.1	22.9	19.6	21.4	27	22	2.9	3.3	
	17.06.2013 20:13:31	25.3		26.1	22.9	19.6	21.4	27	22	3.4	2.8	
	17.06.2013 20:28:31	25.3		25.6	22.8	19.6	21.5	27	22	2.9	2.9	
	17.06.2013 20:43:31	25.3		25.6	22.8	19.6	21.5	27	22	3.3	3.3	
	17.06.2013 20:58:31	25.3		25.6	22.7	19.6	21.5	27	22	3.5	3.3	
	17.06.2013 21:13:31	25.3	25.6	22.7	19.6	21.5	27	22	3.1	3.1		
	19.06.2013 09:59:38	1:00:00	23.1	23.3	22.6	19.6	20.5	24	21	3.3	2.9	
	19.06.2013 10:14:38		23.1	23.3	22.4	19.4	20.7	24	21	3.3	2.9	
	19.06.2013 10:29:38		23.1	23.3	22.1	19.4	21	24	21	3.0	3.1	
	19.06.2013 10:44:38		23.6	23.3	22.1	19.5	21.2	24	21	3.6	3.1	
	19.06.2013 10:59:38		23.6	23.8	22	19.5	21.3	24	21	3.1	3.3	
	25.06.2013 09:45:45	1:00:00	22.8	22.6	22.6	19.4	20.4	24	19	3.3	2.8	
	25.06.2013 10:00:45		22.8	22.6	22.2	19.5	20.7	24	19	2.9	3.0	
	25.06.2013 10:15:45		22.8	22.6	21.9	19.5	20.9	24	19	2.8	3.0	
	26.06.2013 09:15:45	0:45:00	20.9	22.6	22.1	19.7	20.5	25	18	2.6	3.2	
	26.06.2013 09:30:45		21.3	22.6	21.8	19.7	20.8	25	18	3.1	3.2	
	26.06.2013 09:45:45		21.3	22.6	21.7	19.7	21	25	18	3.0	3.0	
	26.06.2013 10:00:45		21.7	22.6	21.6	19.7	21.2	25	18	3.2	3.0	
	27.06.2013 09:30:45		2:30:00	23	23.1	22.6	19.8	20.4	24	18	3.3	3.2
	27.06.2013 09:45:45	23		23.1	22.3	19.6	20.7	24	18	2.9	3.3	
	27.06.2013 10:00:45	23		23.1	22.1	19.6	20.9	24	18	3.4	3.0	
	27.06.2013 10:15:45	23		23.1	22	19.6	21.1	24	18	3.2	3.0	
	27.06.2013 10:30:45	23		23.1	21.9	19.6	21.3	24	18	3.5	3.1	
	27.06.2013 10:45:45	23		23.1	21.8	19.6	21.4	24	18	2.8	3.2	
	27.06.2013 11:00:45	22.5		23.1	21.8	19.7	21.5	24	18	3.5	2.9	
	27.06.2013 11:15:45	22.5		23.1	21.8	19.7	21.5	24	18	2.9	3.0	
	27.06.2013 11:30:45	22.5		23.6	21.8	19.7	21.5	24	18	3.0	3.0	
	27.06.2013 11:45:45	22.5		23.6	21.8	19.8	21.6	24	18	3.5	2.8	
	27.06.2013 12:00:45	22.5		23.6	21.8	19.8	21.6	24	18	3.4	3.1	
	28.06.2013 18:30:45			23.5	24.6	23.7	20	20.6	25	19	3.0	3.0
	28.06.2013 18:45:45			23.5	24.6	23.1	19.8	21	25	19	3.1	3.0
	28.06.2013 17:00:45			24	24.6	22.8	19.8	21.1	25	19	3.1	3.2
	28.06.2013 17:15:45			24	24.6	22.7	19.8	21.3	25	19	3.1	2.8
	28.06.2013 17:30:45		24	25.1	22.6	19.9	21.4	25	19	3.2	2.9	
	28.06.2013 17:45:45		24	25.1	22.5	19.9	21.5	25	19	3.4	3.2	
	28.06.2013 18:00:45		24	25.1	22.5	19.9	21.6	25	19	3.1	2.8	

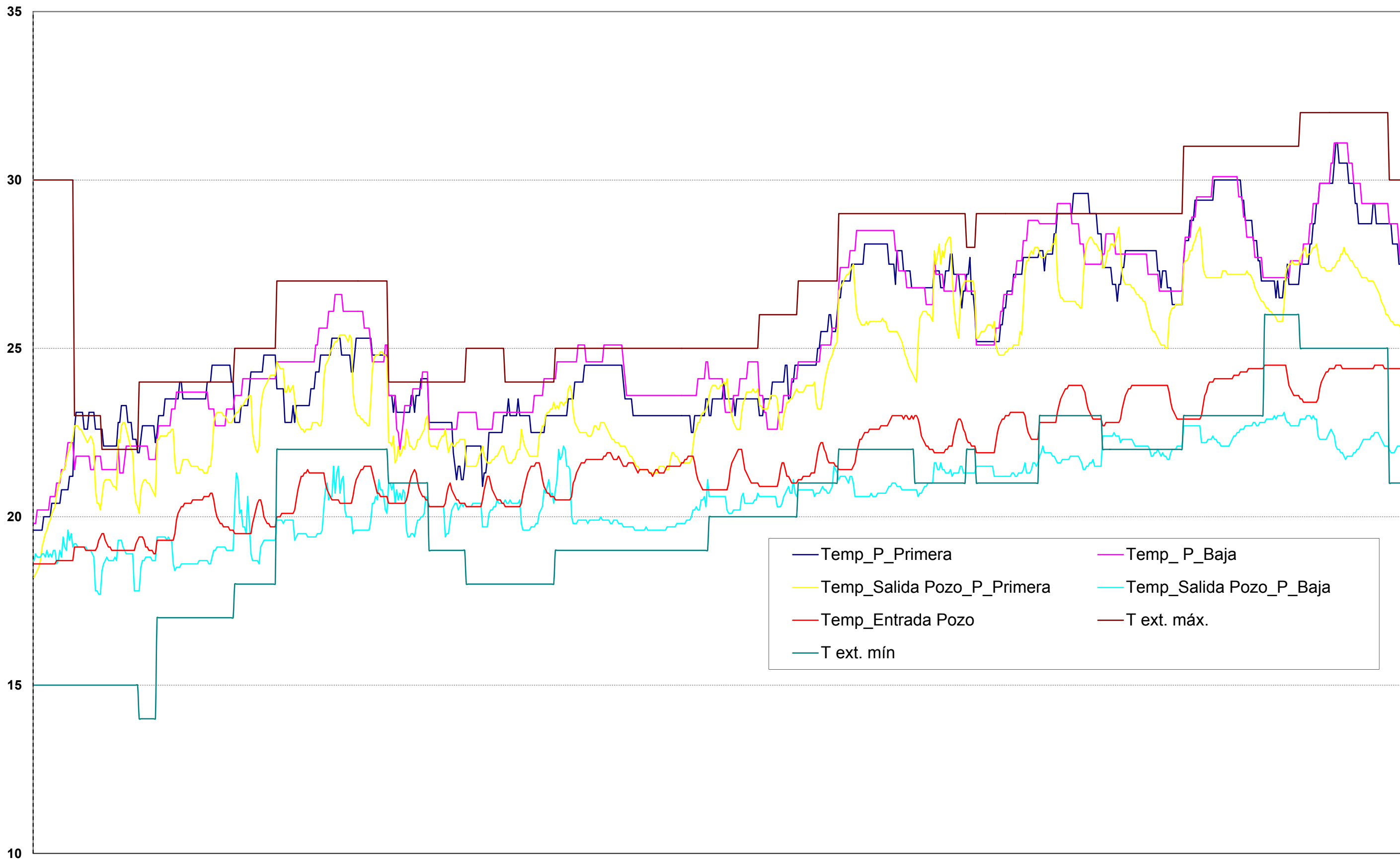
28.06.2013 18:15:45		24	25.1	22.5	19.9	21.6	25	19	3.6	2.9
28.06.2013 18:30:45		24.5	25.1	22.5	19.9	21.6	25	19	3.5	3.1
28.06.2013 18:45:45		24.5	24.6	22.5	19.9	21.7	25	19	3.5	3.1
28.06.2013 19:00:45		24.5	24.6	22.4	19.8	21.7	25	19	3.1	3.0
28.06.2013 19:15:45		24.5	24.6	22.4	19.9	21.7	25	19	3.2	3.0
28.06.2013 19:30:45		24.5	24.6	22.4	19.9	21.7	25	19	3.1	3.1
28.06.2013 19:45:45		24.5	24.6	22.5	19.9	21.7	25	19	3.4	3.1
28.06.2013 20:00:45		24.5	24.6	22.7	19.9	21.7	25	19	3.0	3.2
28.06.2013 20:15:45	7:15:00	24.5	24.6	22.7	19.9	21.7	25	19	3.1	2.7
28.06.2013 20:30:45		24.5	24.6	22.6	19.9	21.7	25	19	3.1	3.3
28.06.2013 20:45:45		24.5	24.6	22.6	19.9	21.7	25	19	2.7	3.3
28.06.2013 21:00:45		24.5	24.6	22.8	20	21.7	25	19	3.1	3.2
28.06.2013 21:15:45		24.5	24.6	22.8	19.9	21.7	25	19	3.6	3.2
28.06.2013 21:30:45		24.5	25.1	22.8	19.9	21.8	25	19	3.4	3.0
28.06.2013 21:45:45		24.5	25.1	22.7	19.9	21.8	25	19	3.1	3.2
28.06.2013 22:00:45		24.5	25.1	22.6	19.9	21.9	25	19	3.4	3.1
28.06.2013 22:15:45		24.5	25.1	22.5	19.9	21.9	25	19	3.1	3.1
28.06.2013 22:31:53		24.5	25.1	22.4	19.8	21.9	25	19	3.2	3.0
28.06.2013 22:46:53		24.5	25.1	22.3	19.8	21.8	25	19	3.4	2.9
28.06.2013 23:01:53		24.5	25.1	22.3	19.9	21.7	25	19	3.2	3.4
28.06.2013 23:16:53		24.5	25.1	22.2	19.9	21.7	25	19	3.7	3.2
28.06.2013 23:31:53		24.5	25.1	22.2	19.9	21.7	25	19	3.4	3.0
28.06.2013 23:46:53		24.5	25.1	22.2	19.8	21.8	25	19	3.5	3.1
29.06.2013 00:01:53		24.5	25.1	22.1	19.8	21.7	25	19	3.4	3.1
29.06.2013 00:16:53		24.5	25.1	22.1	19.8	21.6	25	19	3.1	3.1
29.06.2013 00:31:53		24	24.6	22.1	19.7	21.5	25	19	3.6	3.1
29.06.2013 00:46:53		23.5	24.1	22.1	19.7	21.5	25	19	3.6	2.9
29.06.2013 01:01:53		23.5	23.6	22	19.7	21.5	25	19	3.3	2.8
29.06.2013 01:16:53		23.5	23.6	21.9	19.7	21.6	25	19	3.2	2.8
29.06.2013 01:31:53		23.5	23.6	21.8	19.7	21.6	25	19	3.0	2.8
29.06.2013 01:46:53		23.5	23.6	21.8	19.7	21.6	25	19	3.0	3.2
29.06.2013 02:01:53		23	23.6	21.7	19.7	21.6	25	19	2.6	2.9
29.06.2013 02:16:53		23	23.6	21.6	19.6	21.5	25	19	3.0	2.9
29.06.2013 02:31:53		23	23.6	21.5	19.6	21.4	25	19	3.4	3.3
29.06.2013 02:46:53		23	23.6	21.5	19.6	21.3	25	19	3.6	3.1
29.06.2013 03:01:53		23	23.6	21.4	19.6	21.4	25	19	3.1	2.9
29.06.2013 03:16:53		23	23.6	21.4	19.6	21.4	25	19	3.2	3.2
29.06.2013 03:31:53		23	23.6	21.4	19.6	21.4	25	19	3.0	3.2
29.06.2013 03:46:53		23	23.6	21.4	19.6	21.4	25	19	3.1	3.2
29.06.2013 04:01:53		23	23.6	21.4	19.7	21.4	25	19	2.9	2.8
29.06.2013 04:16:53		23	23.6	21.4	19.6	21.4	25	19	3.1	3.0
29.06.2013 04:31:53		23	23.6	21.3	19.6	21.3	25	19	3.3	3.0
29.06.2013 04:46:53		23	23.6	21.3	19.6	21.3	25	19	2.8	3.1
29.06.2013 05:01:53		23	23.6	21.3	19.6	21.2	25	19	3.0	3.4
29.06.2013 05:16:53		23	23.6	21.3	19.6	21.3	25	19	2.9	3.2
29.06.2013 05:31:53	11:00:00	23	23.6	21.3	19.6	21.4	25	19	3.3	3.1
29.06.2013 05:46:53		23	23.6	21.3	19.6	21.4	25	19	3.2	3.1
29.06.2013 06:01:53		23	23.6	21.5	19.6	21.3	25	19	3.1	3.1
29.06.2013 06:16:53		23	23.6	21.5	19.6	21.3	25	19	3.0	3.1
29.06.2013 06:31:53		23	23.6	21.5	19.6	21.3	25	19	3.2	3.1
29.06.2013 06:46:53		23	23.6	21.5	19.6	21.3	25	19	2.8	3.1
29.06.2013 07:01:53		23	23.6	21.4	19.6	21.4	25	19	3.4	3.1
29.06.2013 07:16:53		23	23.6	21.4	19.7	21.5	25	19	3.3	3.1
29.06.2013 07:31:53		23	23.6	21.4	19.7	21.5	25	19	3.4	3.1
29.06.2013 07:46:53		23	23.6	21.7	19.7	21.5	25	19	3.1	3.1
29.06.2013 08:01:53		23	23.6	21.9	19.7	21.5	25	19	3.0	3.1
29.06.2013 08:16:53		23	23.6	21.9	19.7	21.5	25	19	3.0	3.1
29.06.2013 08:31:53		23	23.6	21.8	19.7	21.5	25	19	3.1	3.1
29.06.2013 08:46:53		23	23.6	21.8	19.8	21.5	25	19	3.4	3.1
29.06.2013 09:01:53		23	23.6	21.7	19.8	21.5	25	19	3.0	3.1
29.06.2013 09:16:53		23	23.6	21.6	19.8	21.5	25	19	3.0	3.1
29.06.2013 09:31:53		23	23.6	21.6	19.8	21.6	25	19	3.2	3.2
29.06.2013 09:46:53		23	23.6	21.6	19.8	21.6	25	19	2.8	2.9
29.06.2013 10:01:53		23	23.6	21.6	19.8	21.7	25	19	3.4	3.2
29.06.2013 10:16:53		23	23.6	21.6	19.9	21.7	25	19	3.1	3.2
29.06.2013 10:31:53		23	23.6	21.6	19.9	21.8	25	19	3.5	3.2
29.06.2013 10:46:53		23	23.6	21.6	19.9	21.8	25	19	3.4	2.8
29.06.2013 11:01:53		22.5	23.6	21.7	20	21.8	25	19	3.4	2.7
01.07.2013 09:46:53		23	24.1	23.8	20.1	20.7	26	20	2.8	3.3
01.07.2013 10:01:53		23	24.1	23.1	19.9	21	26	20	2.9	2.9
01.07.2013 10:16:53		23	24.1	22.8	19.8	21.2	26	20	3.3	2.7
01.07.2013 10:31:53		23	24.1	22.7	19.7	21.4	26	20	3.5	2.8
01.07.2013 10:46:53	2:00:00	23	24.1	22.6	19.8	21.6	26	20	3	3.3
01.07.2013 11:01:53		23	24.1	22.6	19.7	21.6	26	20	3	3.2
01.07.2013 11:16:53		23.5	24.1	22.7	19.7	21.7	26	20	2.9	3.1
01.07.2013 11:31:53		23.5	24.1	22.7	19.8	21.7	26	20	3.1	3.1
01.07.2013 11:46:53		23.5	24.1	22.7	19.8	21.8	26	20	3	3.1
02.07.2013 09:46:53		23.5	23.1	24.1	20.2	20.8	25	20	3.7	3.1
02.07.2013 10:01:53		23.5	23.1	23.5	20.1	21	25	20	3	3.2
02.07.2013 10:16:53		23.5	23.1	23.2	20.1	21.4	25	20	3.5	2.9
02.07.2013 10:31:53		23.5	23.1	23	20.1	21.6	25	20	3.6	3
02.07.2013 10:46:53		23.5	23.6	22.8	20.2	21.7	25	20	3.6	3.4
02.07.2013 11:01:53		23	23.6	22.7	20.2	21.8	25	20	2.9	2.9
02.07.2013 11:16:53		23.5	23.6	22.6	20.2	21.9	25	20	3.1	3.2
02.07.2013 11:31:53		23.5	23.6	22.6	20.2	22	25	20	2.8	3.1
02.07.2013 11:46:53	2:00:00	23.5	24.1	22.6	20.2	22	25	20	3.1	2.8
03.07.2013 09:46:53		24	22.6	23.5	20.3	20.9	26	20	3	3
03.07.2013 10:01:53		24	23.1	22.9	20.3	21.1	26	20	3.4	3
03.07.2013 10:16:53	0:30:00	24	23.1	22.6	20.3	21.4	26	20	3.2	3
05.07.2013 10:33:00		24.5	24.6	24	20.6	21.3	27	21	3.4	2.9
05.07.2013 10:48:00		24.5	24.6	23.4	20.7	21.6	27	21	2.9	2.9
05.07.2013 11:03:00		25	24.6	23.2	20.7	21.9	27	21	3.4	3.3
05.07.2013 11:18:00		25	24.6	23.2	20.7	22.1	27	21	3.5	2.9
05.07.2013 11:33:00	1:00:00	25.5	25.1	23.2	20.8	22.2	27	21	3.4	3.4
09.07.2013 14:49:07		27.5	27.9	26.7	20.6	21.6	29	22	2.9	3.1
09.07.2013 15:04:07		27.5	28.5	26.1	20.6	21.9	29	22	3.1	3.1
09.07.2013 15:19:07		27.5	28.5	25.9	20.6	22.1	29	22	3	3.4
09.07.2013 15:34:07		27.5	28.5	25.8	20.6	22.3	29	22	3.1	3.2
09.07.2013 15:49:07		27.5	28.5	25.7	20.6	22.3	29	22	3.2	3.1
09.07.2013 16:04:07		27.5	28.5	25.7	20.6	22.4	29	22	3.4	2.8

JULIO

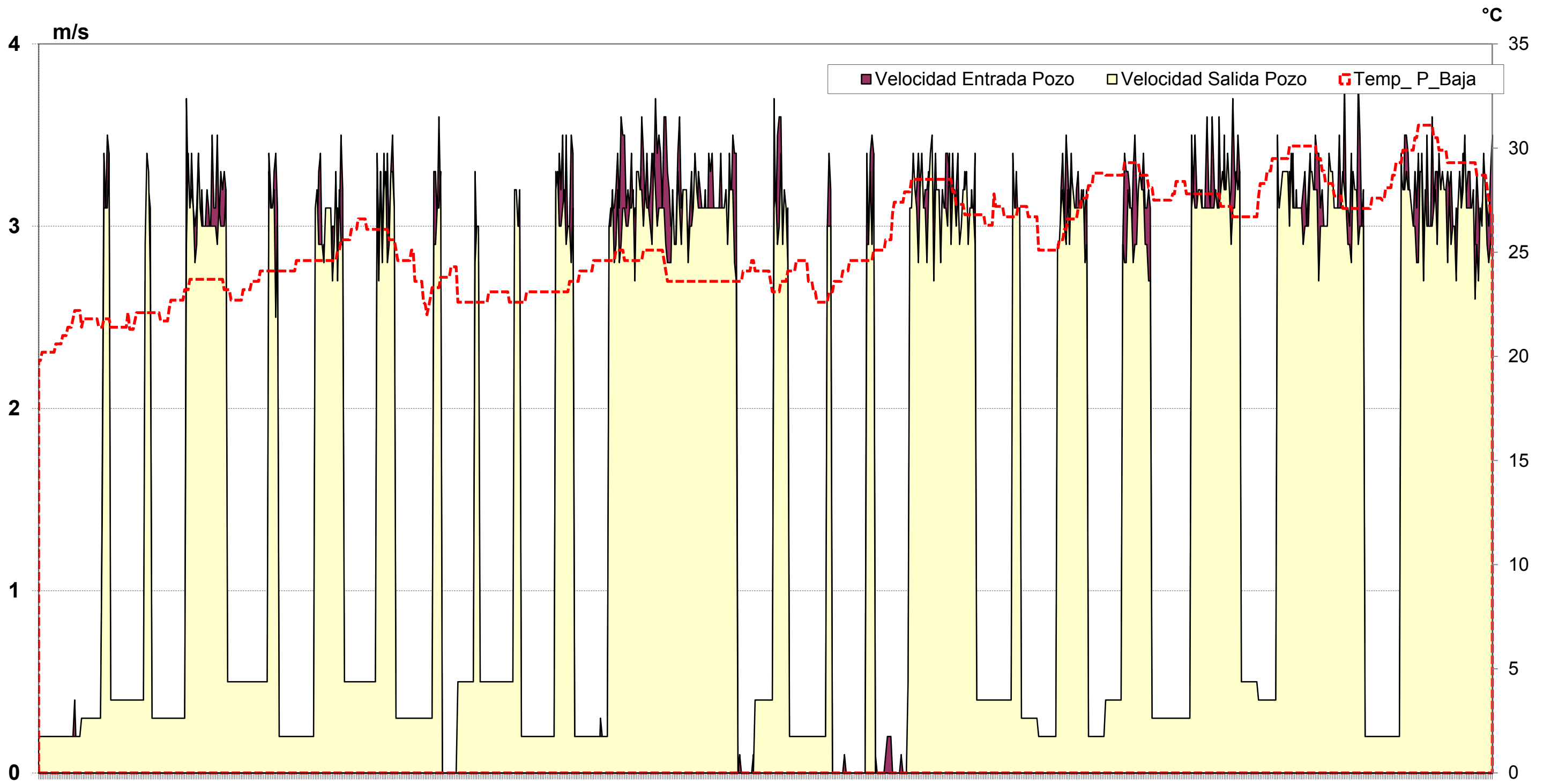
09.07.2013 16:19:07	9:00:00	28.1	28.5	25.7	20.6	22.5	29	22	3.2	3.2	
09.07.2013 16:34:07		28.1	28.5	25.8	20.6	22.5	29	22	2.9	3.4	
09.07.2013 16:49:07		28.1	28.5	25.7	20.6	22.5	29	22	3.1	3.1	
09.07.2013 17:04:07		28.1	28.5	25.8	20.6	22.6	29	22	3.2	3.1	
09.07.2013 17:19:07		28.1	28.5	25.8	20.7	22.6	29	22	3.2	2.8	
09.07.2013 17:34:07		28.1	28.5	25.8	20.6	22.6	29	22	3.3	3.2	
09.07.2013 17:49:07		28.1	28.5	25.8	20.6	22.6	29	22	3	3.4	
09.07.2013 18:04:07		28.1	28.5	25.8	20.6	22.6	29	22	2.9	3.5	
09.07.2013 18:19:07		28.1	28.5	25.8	20.7	22.6	29	22	3.1	2.7	
09.07.2013 18:34:07		28.1	28.5	25.8	20.7	22.6	29	22	3.4	3.2	
09.07.2013 18:49:07		28.1	28.5	25.8	20.7	22.7	29	22	3	3.2	
09.07.2013 19:04:07		28.1	28.5	25.9	20.7	22.7	29	22	3.2	3.2	
09.07.2013 19:19:07		28.1	28.5	25.8	20.7	22.7	29	22	2.8	2.8	
09.07.2013 19:34:07		28.1	28.5	25.8	20.7	22.7	29	22	3.2	3.2	
09.07.2013 19:49:07		28.1	28.5	25.6	20.8	22.7	29	22	2.8	3.1	
09.07.2013 20:04:07		27.5	28.5	25.5	20.9	22.8	29	22	3.4	3.1	
09.07.2013 20:19:07		27.5	28.5	25.5	20.9	22.9	29	22	3.4	3	
09.07.2013 20:34:07		27.5	28.5	25.5	21	23	29	22	3.3	3.4	
09.07.2013 20:49:07		27.5	28.5	25.5	21	23	29	22	3.1	2.9	
09.07.2013 21:04:07		26.9	27.9	25.5	21	23	29	22	3.4	3.2	
09.07.2013 21:19:07		27.9	27.9	25.5	20.9	23	29	22	3	3.2	
09.07.2013 21:34:07		27.9	27.3	25.4	20.9	23	29	22	3.2	3	
09.07.2013 21:49:07		27.9	27.3	25.3	20.9	23	29	22	3.4	3.2	
09.07.2013 22:04:07		27.9	27.3	25.2	20.8	23	29	22	2.7	2.9	
09.07.2013 22:19:07		27.3	27.3	25	20.8	22.9	29	22	2.8	3	
09.07.2013 22:34:07		27.3	27.3	24.8	20.8	23	29	22	3.1	3.2	
09.07.2013 22:49:07		27.3	26.8	24.7	20.8	23	29	22	3.3	3.2	
09.07.2013 23:04:07		27.3	26.8	24.5	20.8	22.9	29	22	3.1	3.3	
09.07.2013 23:19:07		27.3	26.8	24.4	20.8	22.9	29	22	3	2.9	
09.07.2013 23:34:07		26.8	26.8	24.3	20.8	23	29	22	2.9	3.1	
10.07.2013 21:49:07		1:00:00	27.8	26.7	27.2	21.2	22.1	29	21	3	3.4
10.07.2013 22:04:07			27.2	26.7	26.3	21.3	22.4	29	21	3	3.1
10.07.2013 22:19:07			27.2	26.7	25.8	21.3	22.6	29	21	3.3	3.1
10.07.2013 22:34:07			27.2	27.2	25.5	21.3	22.8	29	21	3	3.1
10.07.2013 22:49:07	27.2		27.2	25.3	21.3	22.9	29	21	2.9	3.1	
12.07.2013 09:43:24	4:00:00		25.2	25.1	25.8	21.2	21.9	29	21	2.5	2.9
12.07.2013 09:58:24			25.2	25.6	25.1	21.2	22.2	29	21	2.6	2.9
12.07.2013 10:13:24			25.2	25.6	24.9	21.2	22.5	29	21	3.2	3.1
12.07.2013 10:28:24			25.2	25.6	24.8	21.2	22.7	29	21	3.4	3.2
12.07.2013 10:43:24			25.7	26.1	24.8	21.2	22.8	29	21	3	3
12.07.2013 10:58:24		25.7	26.1	24.8	21.2	22.9	29	21	3.5	2.9	
12.07.2013 11:13:24		26.2	26.6	24.8	21.2	22.9	29	21	3.3	3.2	
12.07.2013 11:28:24		26.2	26.6	24.9	21.2	23	29	21	3.1	2.9	
12.07.2013 11:43:24		26.7	26.6	24.9	21.2	23	29	21	3.4	3.3	
12.07.2013 11:58:24		26.7	26.6	25	21.2	23	29	21	3.1	3.2	
12.07.2013 12:13:24		26.7	26.6	25	21.2	23.1	29	21	2.9	3.1	
12.07.2013 12:28:24		26.7	26.6	25	21.3	23.1	29	21	3.2	3.1	
12.07.2013 12:43:24		27.2	27.1	25.1	21.3	23.1	29	21	3.3	3.1	
12.07.2013 12:58:24		27.2	27.1	25.1	21.2	23.1	29	21	3	3.1	
12.07.2013 13:13:24		27.2	27.6	25.1	21.2	23.1	29	21	3.2	3.1	
12.07.2013 13:28:24		27.2	27.6	25.1	21.3	23.1	29	21	2.9	3.2	
12.07.2013 13:43:24		27.2	27.6	25.5	21.3	23.1	29	21	3.1	2.8	
12.07.2013 13:58:24		27.2	27.6	25.4	21.3	23.1	29	21	3.2	2.9	
13.07.2013 16:58:24		4:00:00	28.4	28.7	28.4	21.7	22.8	29	23	2.9	2.9
13.07.2013 17:13:24			29	29.3	27.1	21.6	23.1	29	23	3.4	2.8
13.07.2013 17:28:24			29	29.3	26.7	21.6	23.3	29	23	3.3	2.8
13.07.2013 17:43:24			29	29.3	26.5	21.6	23.5	29	23	3.3	3.2
13.07.2013 17:58:24			29	29.3	26.5	21.7	23.6	29	23	3.2	3.1
13.07.2013 18:13:24			29	29.3	26.4	21.7	23.7	29	23	2.9	3.1
13.07.2013 18:28:24			29	29.3	26.4	21.7	23.8	29	23	3.3	2.8
13.07.2013 18:43:24			29	29.3	26.4	21.7	23.8	29	23	3.5	2.9
13.07.2013 18:58:24			29	29.3	26.4	21.7	23.9	29	23	3.2	2.9
13.07.2013 19:13:24			29	29.3	26.4	21.8	23.9	29	23	3	3.2
13.07.2013 19:28:24			29	28.7	26.4	21.8	23.9	29	23	2.9	3.3
13.07.2013 19:43:24			29.6	28.7	26.4	21.8	23.9	29	23	3.2	3.2
13.07.2013 19:58:24			29.6	28.7	26.4	21.8	23.9	29	23	3.4	3.2
13.07.2013 20:13:24			29.6	28.7	26.3	21.8	23.9	29	23	3.1	2.9
13.07.2013 20:28:24			29.6	28.7	26.3	21.8	23.9	29	23	3.1	2.9
13.07.2013 20:43:24			29.6	28.1	26.2	21.7	23.9	29	23	3.2	2.7
13.07.2013 20:58:24	29.6		28.1	26.2	21.6	23.9	29	23	3.1	2.7	
20.07.2013 18:13:24	5:45:00		26.9	27.8	27.9	22.2	22.9	29	22	3.5	3.1
20.07.2013 18:28:24			27.4	27.8	27.2	22.3	23.2	29	22	3.2	3.2
20.07.2013 18:43:24			27.4	27.8	27	22.3	23.4	29	22	3.5	3.1
20.07.2013 18:58:24			27.9	27.8	26.9	22.3	23.6	29	22	3.2	3.1
20.07.2013 19:13:24			27.9	27.8	26.9	22.3	23.7	29	22	3	3.2
20.07.2013 19:28:24			27.9	27.8	26.9	22.3	23.8	29	22	3.1	3.2
20.07.2013 19:43:24			27.9	27.8	26.9	22.3	23.8	29	22	3.2	3.1
20.07.2013 19:58:24			27.9	27.8	26.8	22.3	23.9	29	22	2.8	3.1
20.07.2013 20:13:24			27.9	27.8	26.8	22.2	23.9	29	22	3.2	3.1
20.07.2013 20:28:24			27.9	27.8	26.7	22.1	23.9	29	22	3.6	3.1
20.07.2013 20:43:24			27.9	27.8	26.6	22.1	23.9	29	22	3.2	3.1
20.07.2013 20:58:24			27.9	27.8	26.6	22.1	23.9	29	22	3.1	3.1
20.07.2013 21:13:24			27.9	27.8	26.5	22.1	23.9	29	22	3.6	3.1
20.07.2013 21:28:24			27.9	27.8	26.5	22.1	23.9	29	22	3.3	3.1
20.07.2013 21:43:24			27.9	27.8	26.4	22.1	23.9	29	22	3	3.2
20.07.2013 21:58:24			27.9	27.8	26.4	22.1	23.9	29	22	2.8	3.1
20.07.2013 22:13:24			27.9	27.8	26.2	22.1	23.9	29	22	3.6	3.1
20.07.2013 22:28:24		27.9	27.2	26	22.1	23.9	29	22	3.1	3.2	
20.07.2013 22:42:18		27.9	27.2	25.8	22	23.9	29	22	2.8	3.3	
20.07.2013 22:57:18		27.9	27.2	25.6	21.8	23.9	29	22	3.5	3.2	
20.07.2013 23:12:18		27.9	27.2	25.5	21.8	23.9	29	22	2.9	3.2	
20.07.2013 23:27:18		27.9	27.2	25.5	21.9	23.9	29	22	3.2	3.4	
20.07.2013 23:42:18		27.9	27.2	25.4	21.9	23.9	29	22	3.1	3.2	
20.07.2013 23:57:18		27.3	27.2	25.3	22	23.9	29	22	3.2	2.9	
21.07.2013 00:12:18		1:00:00	27.3	26.7	25.2	21.9	23.9	29	22	3.7	3.1
21.07.2013 00:27:18			26.8	26.7	25.1	21.8	23.9	29	22	3.3	3.1
21.07.2013 00:42:18			27.3	26.7	25.1	21.9	23.9	29	22	3.2	3.3
21.07.2013 00:57:18			27.3	26.7	25.1	21.8	23.9	29	22	3.5	3.2

21.07.2013 01:12:18		27.3	26.7	25	21.8	23.9	29	22	3.3	3.3	
26.07.2013 14:12:18	9:45:00	29.4	29.5	28.2	22.2	23	31	23	3.5	3.3	
26.07.2013 14:27:18		29.4	29.5	27.4	22.2	23.3	31	23	2.9	3.1	
26.07.2013 14:42:18		29.4	29.5	27.2	22.2	23.6	31	23	3.0	3.2	
26.07.2013 14:57:18		29.4	29.5	27.1	22.2	23.7	31	23	3.0	3.3	
26.07.2013 15:12:18		29.4	29.5	27.1	22.3	23.9	31	23	3.2	3.3	
26.07.2013 15:27:18		29.4	29.5	27.1	22.3	24	31	23	3.3	3.3	
26.07.2013 15:42:18		29.4	29.5	27.1	22.3	24	31	23	3.1	3.3	
26.07.2013 15:57:18		29.4	30.1	27.1	22.4	24	31	23	3.3	3.0	
26.07.2013 16:12:18		30	30.1	27.1	22.3	24.1	31	23	3.2	3.4	
26.07.2013 16:27:18		30	30.1	27.1	22.3	24.1	31	23	3.4	3.1	
26.07.2013 16:42:18		30	30.1	27.1	22.2	24.1	31	23	2.9	3.1	
26.07.2013 16:57:18		30	30.1	27.1	22.2	24.1	31	23	3.2	3.1	
26.07.2013 17:12:18		30	30.1	27.1	22.1	24.1	31	23	2.9	3.1	
26.07.2013 17:27:18		30	30.1	27.3	22.1	24.1	31	23	3.0	3.1	
26.07.2013 17:42:18		30	30.1	27.3	22.1	24.1	31	23	3.1	3.1	
26.07.2013 17:57:18		30	30.1	27.3	22.1	24.1	31	23	3.2	2.9	
26.07.2013 18:12:18		30	30.1	27.2	22.1	24.1	31	23	3.3	3.0	
26.07.2013 18:27:18		30	30.1	27.2	22.1	24.1	31	23	3.0	3.0	
26.07.2013 18:42:18		30	30.1	27.2	22.2	24.1	31	23	3.2	3.0	
26.07.2013 18:57:18		30	30.1	27.2	22.3	24.1	31	23	3.4	3.3	
26.07.2013 19:12:18		30	30.1	27.2	22.4	24.2	31	23	3.1	3.3	
26.07.2013 19:27:18		30	30.1	27.2	22.4	24.2	31	23	2.9	3.2	
26.07.2013 19:42:18		30	30.1	27.2	22.5	24.2	31	23	3.5	3.2	
26.07.2013 19:57:18		30	29.5	27.2	22.5	24.2	31	23	3.4	3.2	
26.07.2013 20:12:18		30	29.5	27.2	22.6	24.3	31	23	3.4	2.7	
26.07.2013 20:27:18		29.4	29.5	27.2	22.6	24.3	31	23	3.1	3.0	
26.07.2013 20:42:18		29.4	28.9	27.2	22.6	24.3	31	23	3.2	3.0	
26.07.2013 20:57:18		28.8	28.9	27.2	22.7	24.3	31	23	3.0	3.0	
26.07.2013 21:12:18		28.8	28.3	27.3	22.7	24.3	31	23	2.9	3.0	
26.07.2013 21:27:18		28.8	28.3	27.2	22.7	24.4	31	23	3.0	3.0	
26.07.2013 21:42:18		28.8	28.3	27.2	22.7	24.4	31	23	3.0	3.4	
26.07.2013 21:57:18		28.8	28.3	27.1	22.7	24.4	31	23	3.1	3.3	
26.07.2013 22:12:18		28.2	28.3	27	22.8	24.4	31	23	3.1	3.3	
26.07.2013 22:27:18		28.2	27.7	26.8	22.8	24.4	31	23	3.0	3.1	
26.07.2013 22:42:18		28.2	27.7	26.7	22.7	24.4	31	23	2.9	3.1	
26.07.2013 22:57:18		27.6	27.7	26.6	22.7	24.4	31	23	3.1	3.1	
26.07.2013 23:12:18		27.6	27.7	26.5	22.8	24.4	31	23	3.5	3.1	
26.07.2013 23:27:18		27	27.7	26.4	22.8	24.4	31	23	3.1	3.1	
26.07.2013 23:42:18		27	27.1	26.4	22.8	24.4	31	23	3.0	3.3	
26.07.2013 23:57:18		27	27.1	26.3	22.8	24.5	31	26	3.8	3.2	
27.07.2013 00:12:18	2:30:00	27	27.1	26.2	22.9	24.5	31	26	3.1	3.1	
27.07.2013 00:27:18		27	27.1	26.2	22.9	24.5	31	26	3.1	2.9	
27.07.2013 00:42:18		27	27.1	26.1	22.9	24.5	31	26	3.0	2.9	
27.07.2013 00:57:18		27	27.1	26.1	22.9	24.5	31	26	3.4	2.8	
27.07.2013 01:12:18		27	27.1	26	22.9	24.5	31	26	2.9	3.3	
27.07.2013 01:27:18		27	27.1	26	23	24.5	31	26	3.0	3.2	
27.07.2013 01:42:18		26.5	27.1	25.9	22.9	24.5	31	26	2.9	3.2	
27.07.2013 01:57:18		27	27.1	25.8	23	24.5	31	26	3.8	2.9	
27.07.2013 02:12:18		26.5	27.1	25.8	23	24.5	31	26	3.5	3.0	
27.07.2013 02:27:18		26.5	27.1	25.8	23	24.5	31	26	3.0	3.0	
27.07.2013 02:42:18		26.5	27.1	25.8	23	24.5	31	26	3.2	3.0	
28.07.2013 13:12:18		10:45:00	29.3	29.3	27.8	22.4	23.5	32	25	3.4	3.3
28.07.2013 13:27:18			29.9	29.9	27.5	22.3	23.8	32	25	2.9	3.2
28.07.2013 13:42:18			29.9	29.9	27.4	22.3	24	32	25	3.5	3.2
28.07.2013 13:57:18			29.9	29.9	27.4	22.3	24.1	32	25	3.5	3.3
28.07.2013 14:12:18			29.9	29.9	27.4	22.3	24.2	32	25	3.4	3.2
28.07.2013 14:27:18	29.9		29.9	27.3	22.3	24.3	32	25	3.1	3.2	
28.07.2013 14:42:18	29.9		29.9	27.3	22.4	24.3	32	25	3.0	3.1	
28.07.2013 14:57:18	29.9		29.9	27.3	22.5	24.4	32	25	3.0	3.0	
28.07.2013 15:12:18	29.9		30.5	27.3	22.6	24.4	32	25	3.3	3.0	
28.07.2013 15:27:18	29.9		30.5	27.4	22.5	24.4	32	25	3.1	2.8	
28.07.2013 15:42:18	30.5		31.1	27.4	22.4	24.4	32	25	3.4	2.8	
28.07.2013 15:57:18	31.1		31.1	27.5	22.1	24.5	32	25	3.0	3.3	
28.07.2013 16:12:18	31.1		31.1	27.6	22	24.5	32	25	3.4	3.3	
28.07.2013 16:27:18	30.5		31.1	27.6	22	24.5	32	25	3.0	2.7	
28.07.2013 16:42:18	30.5		31.1	27.8	21.9	24.5	32	25	2.8	3.2	
28.07.2013 16:57:18	30.5		31.1	27.8	21.9	24.4	32	25	3.5	3.0	
28.07.2013 17:12:18	30.5		31.1	28	21.8	24.4	32	25	3.0	3.0	
28.07.2013 17:27:18	30.5		31.1	27.8	21.7	24.4	32	25	2.9	3.0	
28.07.2013 17:42:18	30.5		31.1	27.8	21.8	24.4	32	25	3.6	3.0	
28.07.2013 17:57:18	29.9		30.5	27.7	21.8	24.4	32	25	3.1	3.1	
28.07.2013 18:12:18	29.9		30.5	27.6	21.8	24.4	32	25	3.3	3.2	
28.07.2013 18:27:18	29.9		30.5	27.6	21.8	24.4	32	25	3.3	2.9	
28.07.2013 18:42:18	29.9		29.9	27.5	21.9	24.4	32	25	3.0	3.4	
28.07.2013 18:57:18	29.3		29.9	27.4	21.9	24.4	32	25	2.8	3.2	
28.07.2013 19:12:18	29.3		29.9	27.4	22	24.4	32	25	2.6	3.3	
28.07.2013 19:27:18	28.7		29.9	27.3	22	24.4	32	25	3.1	3.2	
28.07.2013 19:42:18	28.7		29.9	27.2	22.1	24.4	32	25	3.2	3.2	
28.07.2013 19:57:18	28.7		29.3	27.1	22.2	24.4	32	25	3.3	2.8	
28.07.2013 20:12:18	28.7		29.3	27.1	22.3	24.4	32	25	3.2	3.2	
28.07.2013 20:27:18	28.7		29.3	27.1	22.3	24.4	32	25	3.3	2.9	
28.07.2013 20:42:18	28.7		29.3	27.1	22.3	24.4	32	25	3.0	3.0	
28.07.2013 20:57:18	28.7		29.3	27	22.3	24.4	32	25	2.8	3.0	
28.07.2013 21:12:18	28.7		29.3	27	22.3	24.4	32	25	3.1	2.7	
28.07.2013 21:27:18	28.7		29.3	27	22.4	24.4	32	25	3.0	3.1	
28.07.2013 21:42:18	29.3		29.3	27	22.4	24.4	32	25	3.3	3.3	
28.07.2013 21:57:18	29.3		29.3	26.9	22.5	24.5	32	25	3.1	3.1	
28.07.2013 22:12:18	28.7		29.3	26.8	22.5	24.5	32	25	3.4	3.2	
28.07.2013 22:27:18	28.7		29.3	26.7	22.5	24.5	32	25	3.1	3.5	
28.07.2013 22:42:18	28.7		29.3	26.6	22.4	24.5	32	25	3.2	3.1	
28.07.2013 22:57:18	28.7		29.3	26.4	22.3	24.5	32	25	3.3	3.1	
28.07.2013 23:12:18	28.7	29.3	26.3	22.2	24.5	32	25	3.3	3.1		
28.07.2013 23:27:18	28.7	29.3	26.2	22.1	24.4	32	25	2.9	3.1		
28.07.2013 23:42:18	28.7	29.3	26	22.1	24.4	32	25	2.9	3.2		
28.07.2013 23:57:18	28.7	29.3	26	22.1	24.4	32	25	2.9	2.6		

Variación de Temperatura Encendido Pozo Mayo - Julio 2013



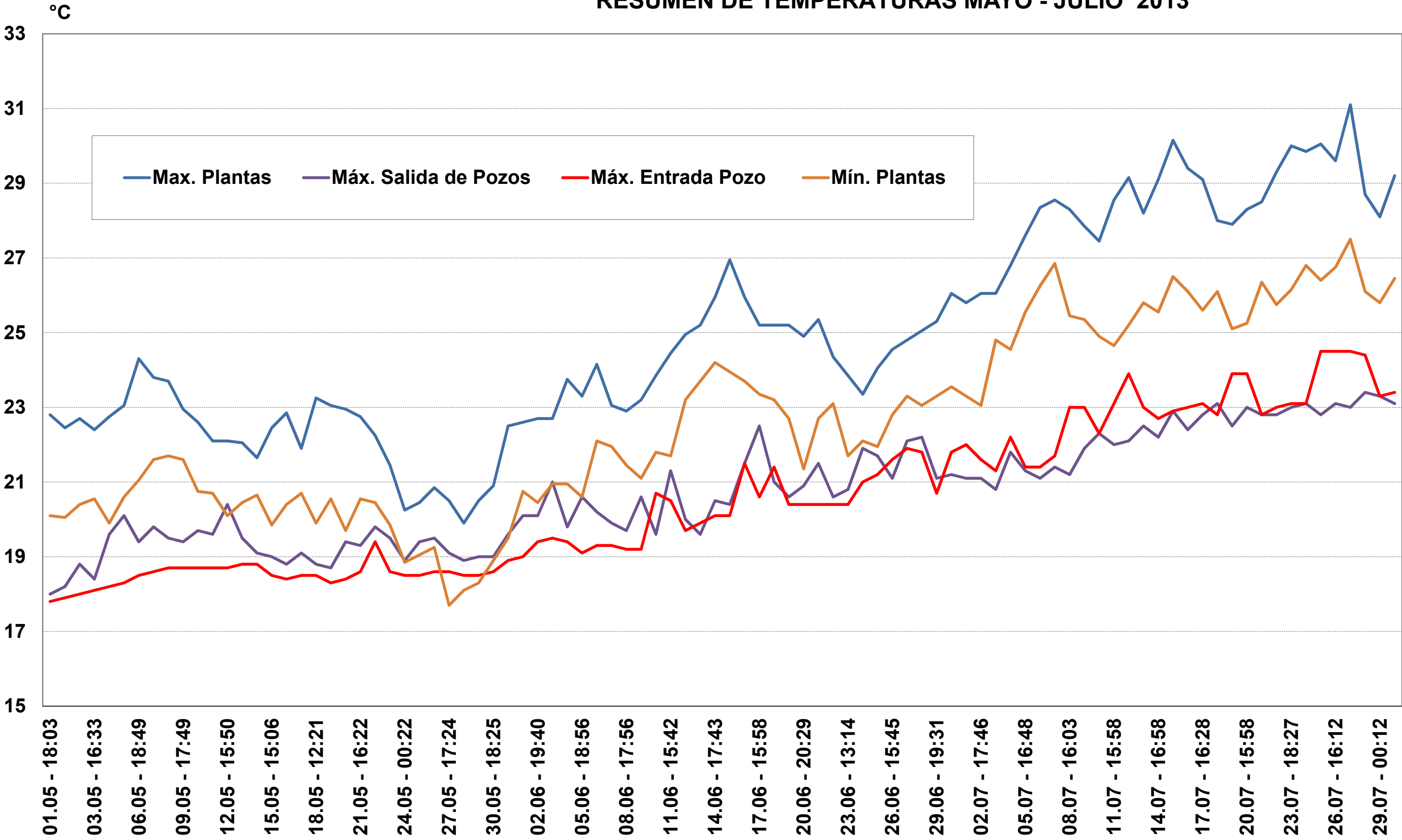
Velocidad del Pozo - Verano



RESUMEN DE TEMPERATURAS VERANO- 2013

Mes	Día		Horas del Día	Max. Plantas	Horas del Día	Min. Plantas	T ext. máx.	T ext. mín	Máx. Salida de Pozos	Máx. Entrada Pozo
	Día	Día	Temperatura Máxima		Temperatura Mínima					
MAYO	01.05.2013	01.05 - 18:03	18:03:31	22.8	03:48:31	20.10	18	11	18	17.8
	02.05.2013	01.05 - 18:03	17:48:31	22.45	06:18:31	20.05	18	11	18.2	17.9
	03.05.2013	02.05 - 17:48	16:33:31	22.7	05:33:31	20.40	19	11	18.8	18
	04.05.2013	03.05 - 16:33	18:48:31	22.4	11:18:31	20.55	21	12	18.4	18.1
	05.05.2013	04.05 - 18:48	18:34:31	22.75	09:34:31	19.90	20	12	19.6	18.2
	06.05.2013	05.05 - 18:34	18:49:31	23.05	12:34:31	20.60	21	13	20.1	18.3
	07.05.2013	06.05 - 18:49	17:19:31	24.3	08:34:31	21.05	26	14	19.4	18.5
	08.05.2013	07.05 - 17:19	16:04:31	23.8	07:04:31	21.60	23	16	19.8	18.6
	09.05.2013	08.05 - 16:04	17:49:31	23.7	07:34:31	21.70	23	17	19.5	18.7
	10.05.2013	09.05 - 17:49	00:50:39	22.95	09:05:39	21.60	20	17	19.4	18.7
	11.05.2013	10.05 - 00:50	16:35:39	22.6	09:50:39	20.75	20	16	19.7	18.7
	12.05.2013	11.05 - 16:35	15:50:39	22.1	09:20:39	20.70	19	15	19.6	18.7
	13.05.2013	12.05 - 15:50	15:05:39	22.1	10:50:39	20.10	20	13	20.4	18.7
	14.05.2013	13.05 - 15:05	10:50:39	22.05	06:05:39	20.45	19	15	19.5	18.8
	15.05.2013	14.05 - 10:50	15:06:46	21.65	06:36:46	20.65	20	13	19.1	18.8
	16.05.2013	15.05 - 15:06	14:06:46	22.45	06:06:46	19.85	17	11	19	18.5
	17.05.2013	16.05 - 14:06	15:36:46	22.85	05:36:46	20.40	19	11	18.8	18.4
	18.05.2013	17.05 - 15:36	12:21:46	21.9	07:06:46	20.70	19	13	19.1	18.5
	19.05.2013	18.05 - 12:21	15:06:46	23.25	07:51:46	19.90	20	12	18.8	18.5
	20.05.2013	19.05 - 15:06	15:52:54	23.05	02:07:54	20.55	17	11	18.7	18.3
	21.05.2013	20.05 - 15:52	16:22:54	22.95	08:07:54	19.70	18	11	19.4	18.4
	22.05.2013	21.05 - 16:22	18:37:54	22.75	06:37:54	20.55	28	14	19.3	18.6
	23.05.2013	22.05 - 18:37	19:52:54	22.25	08:07:54	20.45	21	14	19.8	19.4
	24.05.2013	23.05 - 19:52	00:22:54	21.45	09:07:54	19.85	19	12	19.5	18.6
	25.05.2013	24.05 - 00:22	00:09:01	20.25	09:24:01	18.85	18	11	18.9	18.5
	26.05.2013	25.05 - 00:09	17:54:01	20.45	04:24:01	19.05	19	13	19.4	18.5
	27.05.2013	26.05 - 17:54	17:24:01	20.85	22:24:01	19.25	20	14	19.5	18.6
	28.05.2013	27.05 - 17:24	15:54:01	20.5	09:39:01	17.70	22	13	19.1	18.6
	29.05.2013	28.05 - 15:54	17:24:01	19.9	08:24:01	18.10	22	12	18.9	18.5
	30.05.2013	29.05 - 17:24	18:25:08	20.5	07:55:08	18.30	24	10	19	18.5
	31.05.2013	30.05 - 18:25	18:55:08	20.9	08:40:08	18.90	20	14	19	18.6
JUNIO	01.06.2013	31.05 - 18:55	19:55:08	22.5	09:10:08	19.5	30	15	19.6	18.9
	02.06.2013	01.06 - 19:55	19:40:08	22.6	08:10:08	20.75	24	16	20.1	19
	03.06.2013	02.06 - 19:40	17:40:08	22.7	08:40:08	20.45	23	15	20.1	19.4
	04.06.2013	03.06 - 17:40	19:26:16	22.7	05:26:16	20.95	22	15	21	19.5
	05.06.2013	04.06 - 19:26	18:56:16	23.75	06:41:16	20.95	24	14	19.8	19.4
	06.06.2013	05.06 - 18:56	16:56:16	23.3	09:11:16	20.6	23	15	20.6	19.1
	07.06.2013	06.06 - 16:56	17:41:16	24.15	06:56:16	22.1	23	17	20.2	19.3
	08.06.2013	07.06 - 17:41	17:56:16	23.05	09:26:16	21.95	23	17	19.9	19.3
	09.06.2013	08.06 - 17:56	17:27:23	22.9	05:27:23	21.45	23	14	19.7	19.2
	10.06.2013	09.06 - 17:27	17:57:23	23.2	12:12:23	21.1	23	15	20.6	19.2
	11.06.2013	10.06 - 17:57	15:42:23	23.85	07:27:23	21.8	24	17	19.6	20.7
	12.06.2013	11.06 - 15:42	18:57:23	24.45	09:42:23	21.7	25	18	21.3	20.5
	13.06.2013	12.06 - 18:57	19:12:23	24.95	05:12:23	23.2	27	19	20	19.7
	14.06.2013	13.06 - 19:12	17:43:31	25.2	05:13:31	23.7	25	20	19.6	19.9
	15.06.2013	14.06 - 17:43	17:43:31	25.95	03:13:31	24.2	27	19	20.5	20.1
	16.06.2013	15.06 - 17:43	17:58:31	26.95	09:13:31	23.95	28	20	20.4	20.1
	17.06.2013	16.06 - 17:58	15:58:31	25.95	08:13:31	23.7	27	22	21.5	21.5
	18.06.2013	17.06 - 15:58	00:13:31	25.2	20:58:31	23.35	24	21	22.5	20.6
	19.06.2013	18.06 - 00:13	17:44:38	25.2	09:44:38	23.2	24	21	21	21.4
	20.06.2013	19.06 - 17:44	20:29:38	25.2	09:14:38	22.7	25	18	20.6	20.4
	21.06.2013	20.06 - 20:29	16:59:38	24.9	09:14:38	21.35	24	17	20.9	20.4
	22.06.2013	21.06 - 16:59	17:59:38	25.35	10:44:38	22.7	24	18	21.5	20.4
	23.06.2013	22.06 - 17:59	13:14:38	24.35	10:44:38	23.1	24	18	20.6	20.4
	24.06.2013	23.06 - 13:14	00:15:45	23.85	09:00:45	21.7	23	17	20.8	20.4
	25.06.2013	24.06 - 00:15	21:45:45	23.35	12:15:45	22.1	24	19	21.9	21
	26.06.2013	25.06 - 21:45	15:45:45	24.05	09:30:45	21.95	25	18	21.7	21.2
	27.06.2013	26.06 - 15:45	21:15:45	24.55	11:00:45	22.8	24	18	21.1	21.6
	28.06.2013	27.06 - 21:15	18:30:45	24.8	10:00:45	23.3	25	19	22.1	21.9
	29.06.2013	28.06 - 18:30	19:31:53	25.05	11:01:53	23.05	25	19	22.2	21.8
	30.06.2013	29.06 - 19:31	18:16:53	25.3	11:31:53	23.3	27	19	21.1	20.7
	JULIO	01.07.2013	30.06 - 18:16	18:46:53	26.05	09:16:53	23.55	26	20	21.2
02.07.2013		01.07 - 18:46	17:46:53	25.8	06:01:53	23.3	25	20	21.1	22
03.07.2013		02.07 - 17:46	17:31:53	26.05	08:16:53	23.05	26	20	21.1	21.6
04.07.2013		03.07 - 17:31	16:48:00	26.05	04:48:00	24.8	27	20	20.8	21.3
05.07.2013		04.07 - 16:48	16:48:00	26.8	07:18:00	24.55	27	21	21.8	22.2
06.07.2013		05.07 - 16:48	18:03:00	27.6	05:48:00	25.55	28	22	21.3	21.4
07.07.2013		06.07 - 18:03	18:48:00	28.35	04:03:00	26.25	30	22	21.1	21.4
08.07.2013		07.07 - 18:48	16:03:00	28.55	23:19:07	26.85	28	24	21.4	21.7
09.07.2013		08.07 - 16:03	16:19:07	28.3	08:19:07	25.45	29	22	21.2	23
10.07.2013		09.07 - 16:19	14:49:07	27.85	09:34:07	25.35	29	21	21.9	23
11.07.2013		10.07 - 14:49	15:58:24	27.45	23:28:24	24.9	28	22	22.3	22.3
12.07.2013		11.07 - 15:58	16:43:24	28.55	01:43:24	24.65	29	21	22	23.1
13.07.2013		12.07 - 16:43	17:13:24	29.15	07:28:24	25.2	29	23	22.1	23.9
14.07.2013		13.07 - 17:13	16:58:24	28.2	23:43:24	25.8	28	20	22.5	23
15.07.2013		14.07 - 16:58	15:43:24	29.1	00:13:24	25.55	31	22	22.2	22.7
16.07.2013		15.07 - 15:43	16:28:24	30.15	03:28:24	26.5	31	23	22.9	22.9
17.07.2013		16.07 - 16:28	16:28:24	29.4	07:28:24	26.1	30	24	22.4	23
18.07.2013		17.07 - 16:28	18:13:24	29.1	10:28:24	25.6	30	22	22.8	23.1
19.07.2013		18.07 - 18:13	14:58:24	28	23:13:24	26.1	30	22	23.1	22.8
20.07.2013		19.07 - 14:58	15:58:24	27.9	07:43:24	25.1	29	22	22.5	23.9
21.07.2013		20.07 - 15:58	20:27:18	28.3	09:12:18	25.25	29	22	23	23.9
22.07.2013		21.07 - 20:27	15:12:18	28.5	01:12:18	26.35	29	23	22.8	22.8
23.07.2013		22.07 - 15:12	18:27:18	29.3	09:12:18	25.75	32	23	22.8	23
24.07.2013		23.07 - 18:27	19:12:18	30	07:27:18	26.15	32	23	23	23.1
25.07.2013		24.07 - 19:12	15:27:18	29.85	05:12:18	26.8	31	23	23.1	23.1
26.07.2013		25.07 - 15:27	16:12:18	30.05	07:42:18	26.4	31	26	22.8	24.5
27.07.2013		26.07 - 16:12	14:57:18	29.6	07:42:18	26.75	32	26	23.1	24.5
28.07.2013		27.07 - 14:57	15:57:18	31.1	00:57:18	27.5	32	25	23	24.5
29.07.2013		28.07 - 15:57	00:12:18	28.7	09:57:18	26.1	30	21	23.4	24.4
30.07.2013		29.07 - 00:12	21:41:15	28.1	06:41:15	25.8	29	22	23.3	23.3
31.07.2013		30.07 - 21:41	21:41:15	29.2	09:11:15	26.45	30	22	23.1	23.4

RESUMEN DE TEMPERATURAS MAYO - JULIO 2013



D.1 ANEXO: MODELO COMPUTACIONAL

Monthly Temperaturas, aumentos del calor y consumo de energía - Casa Pomaret, Casa Pomaret

EnergyPlus Salida

1 Jan - 31 Dec

Evaluación

	Mes											
DHW () (kWh)	2958,79	2672,45	2958,79	2863,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2958,79	2863,34	2958,79
Electricidad del sitio (kWh)	96,38	87,05	96,38	93,27	96,38	93,27	96,38	96,38	93,27	96,38	93,27	96,38
Caldera 1 (kWh)	638,03	313,77	249,01	7,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220,82
Temperatura del aire (°C)	18,90	19,45	19,28	20,11	20,96	24,11	26,53	27,53	27,21	24,81	22,92	20,23
Temperatura radiante (°C)	19,12	19,68	19,46	20,28	21,09	24,27	26,64	27,70	27,47	24,99	23,18	20,48
Temperatura operativa (°C)	19,01	19,56	19,37	20,19	21,02	24,19	26,59	27,61	27,34	24,90	23,05	20,35
Temperatura de bulbo seco exterior (°C)	8,80	9,55	11,05	12,85	15,95	19,70	22,86	23,01	21,05	17,10	12,48	9,64
El esmaltar (kWh)	-1117,93	-949,84	-921,84	-776,36	-525,25	-465,98	-385,24	-506,06	-702,23	-857,05	-1139,48	-1138,18
Paredes (kWh)	-1348,99	-1150,92	-998,22	-860,29	-704,56	-724,99	-776,08	-924,97	-1048,89	-1240,73	-1445,31	-1442,87
Techos (internos) (kWh)	52,45	11,14	31,26	21,21	-25,65	-3,23	-16,82	28,28	80,04	46,55	111,47	64,38
Pisos (internos) (kWh)	-42,89	-36,17	-36,08	-34,64	-43,87	-49,42	-62,87	-59,42	-45,33	-39,70	-17,44	-22,84
Plantas bajas (kWh)	-106,39	-128,75	-116,67	-132,28	-186,94	-234,35	-311,62	-304,78	-247,20	-231,68	-141,47	-119,04
Particiones (internas) (kWh)	-5,51	-54,33	-17,70	-47,95	-299,07	-228,09	-335,57	-95,94	237,52	119,06	480,34	194,42
Azoteas (kWh)	-535,12	-470,02	-412,05	-334,29	-266,25	-210,23	-189,39	-214,97	-255,33	-374,54	-443,77	-526,10
Pisos (extensión) (kWh)	-21,86	-16,74	-15,62	-13,87	-16,31	-14,36	-16,49	-12,71	-6,38	-11,22	-6,62	-15,77
Infiltración externa (kWh)	-497,38	-439,94	-402,48	-341,58	-241,88	-203,28	-172,62	-212,45	-282,16	-369,90	-491,50	-520,50
Respiradero natural externo. (kWh)	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,20	-159,47	-137,88	-197,73	-302,84	0,00	0,00	0,00
Energía radiante del calentador (kWh)	414,72	203,95	161,86	4,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	143,53
Aumentos generales de la iluminación (kWh)	96,38	87,05	96,38	93,27	96,38	93,27	96,38	96,38	93,27	96,38	93,27	96,38
Aumentos de la ocupación (kWh)	230,33	204,83	226,10	208,09	204,69	151,47	113,68	96,90	103,63	154,24	184,55	225,57
Aumentos solares transmitidos (kWh)	2878,77	2743,90	2417,60	2235,72	2143,38	2085,67	2238,56	2346,92	2400,97	2731,58	2816,08	3044,13

Monthly Comodidad - Casa Pomaret, Casa Pomaret

1 Jan - 31 Dec

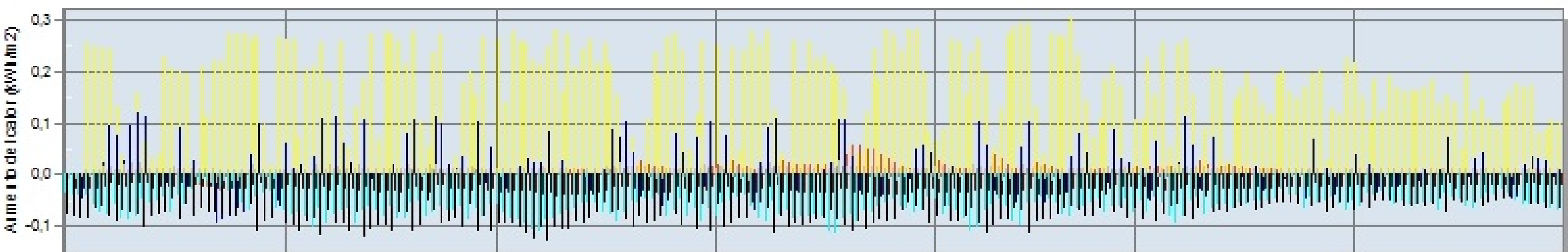
	Mes											
Temperatura del aire (°C)	18,90	19,45	19,28	20,11	20,44	23,39	25,84	26,63	26,14	24,35	22,86	20,22
Temperatura radiante (°C)	19,12	19,68	19,46	20,28	20,68	23,65	26,04	26,92	26,56	24,51	23,12	20,47
Temperatura operativa (°C)	19,01	19,56	19,37	20,19	20,56	23,52	25,94	26,77	26,35	24,43	22,99	20,35
Temperatura de bulbo seco exterior (°C)	8,80	9,55	11,05	12,85	15,95	19,70	22,86	23,01	21,05	17,10	12,48	9,64
Humedad relativa (%)	39,36	42,52	42,84	49,00	52,26	55,77	58,39	56,73	55,03	51,43	43,06	40,50

Daily Temperaturas, aumentos del calor y consumo de energía - Casa Pomaret, Casa Pomaret

EnergyPlus Salida

1 Oct - 30 Apr

Evaluación

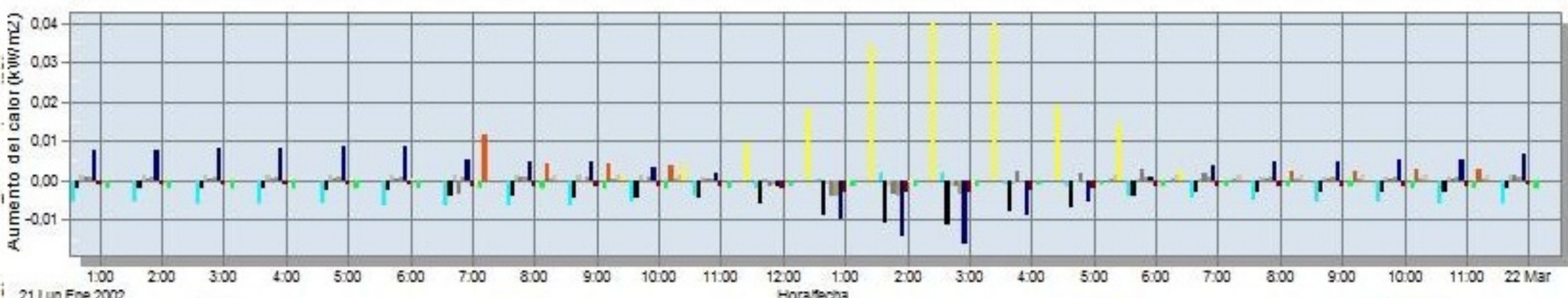
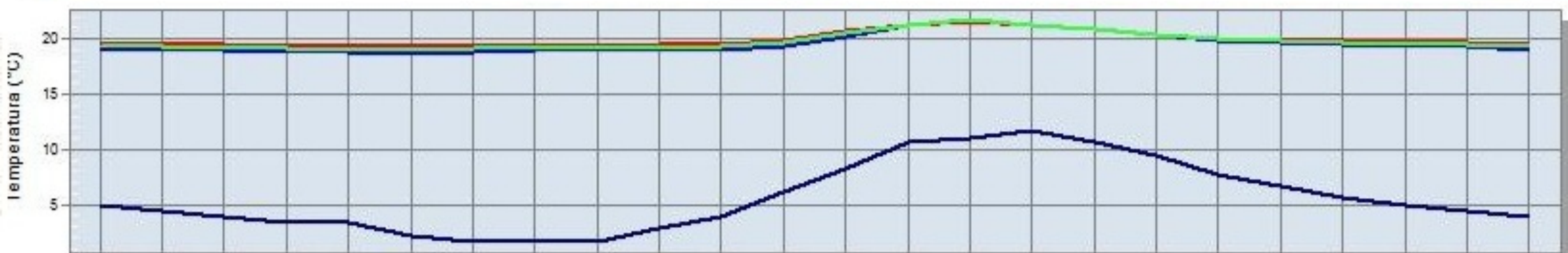


Hourly Temperaturas, aumentos del calor y consumo de energía - Casa Pomaret, Casa Pomaret

EnergyPlus Salida

21 Jan - 21 Jan

Evaluación



21 Lun Ene 2002 Hora/fecha

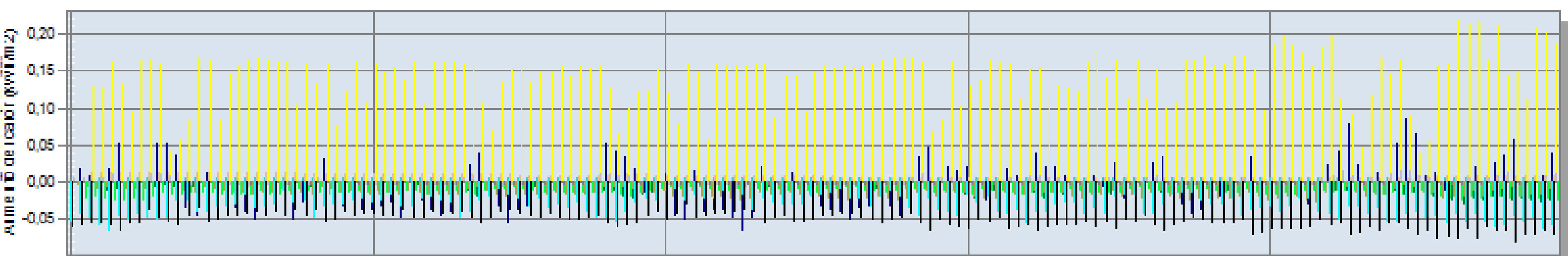
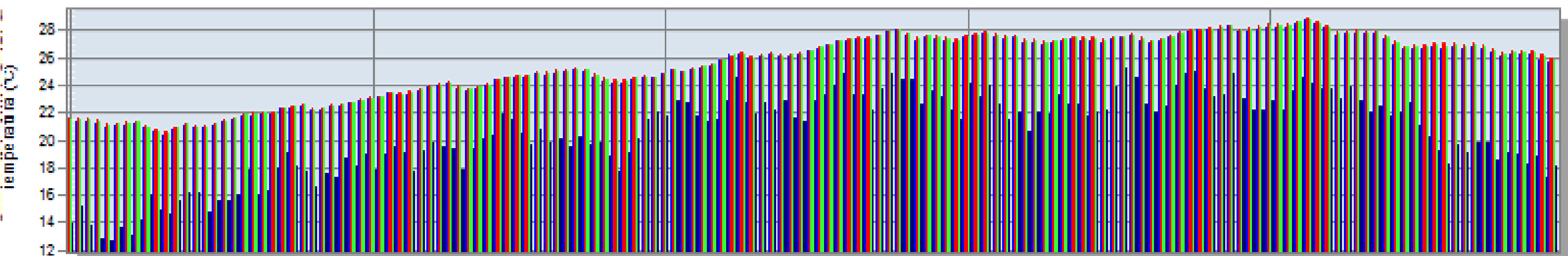
- | | | | | |
|-----------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| DHW () | Electricidad del sitio | Caldera 1 | Temperatura del aire | Temperatura radiante |
| Temperatura operativa | Temperatura de bulbo seco exterior | El esmalter | Paredes | Techos (Internos) |
| Pisos (Internos) | Plantas bajas | Particiones (Internas) | Azoteas | Pisos (extensión) |
| Infiltración externa | Energía radiante del calentador | Aumentos generales de la iluminación | Aumentos de la ocupación | Aumentos solares transmitidos |

Daily Temperaturas, aumentos del calor y consumo de energía - Casa Pomaret, Casa Pomaret

EnergyPlus Salida

1 May - 30 Sep

Evaluación

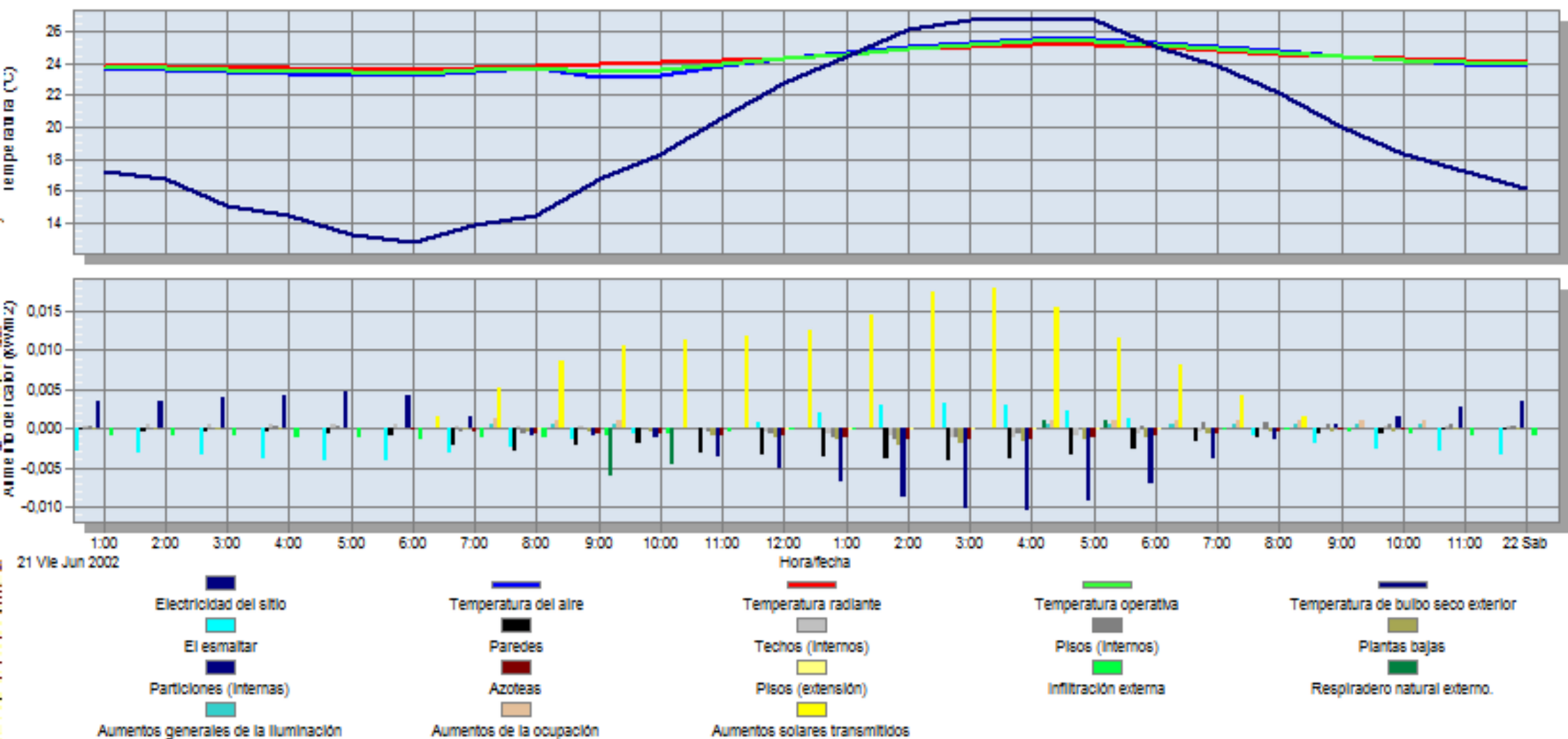


Hourly Temperaturas, aumentos del calor y consumo de energía - Casa Pomaret, Casa Pomaret

EnergyPlus Salida

21 Jun - 21 Jun

Evaluación



Asset rating Divulgue para Casa Pomaret

El edificio *Casa Pomaret* ha sido el usar determinado *1-EnergyPlus* método del cálculo usando los indicadores del funcionamiento de la energía descritos en el prEN 15217 (bosquejo). Esta página resume el funcionamiento del edificio.

Resumen

Nombre	Casa Pomaret
Fecha	23/09/2013
Tipo del edificio	GENERAL
Superficie cubierta tratada	278,63
Tipo del gravamen	Asset rating
Dimensión	Interno
Método del cálculo	1-EnergyPlus
Localización baja del clima	ESP_Barcelona_SWEC
Grado-días de la calefacción	1420
Grado-días que se refrescan	2070

Salida

Intensidad real del carbón del edificio	17,95kilogramo CO2/m2
Intensidad variable obediente del carbón de las regulaciones	17,95kilogramo CO2/m2
Intensidad variable media común del carbón	N/A
Grado de funcionamiento de la energía del activo	1,0000
Clase	B

Casa Pomaret tiene una clase del grado del activo B