

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Diseño Industrial



“Sistema de acondicionamiento térmico para áreas de oficinas:
destinado a espacios cerrados de hasta cincuenta metros cúbicos”

Informe de proyecto de graduación para optar por el grado de
Bachiller en Ingeniería en Diseño Industrial

Esteban Morales Moya

Cartago, Noviembre 2010

Índice	2, 3
--------	------

Fase 1 Definición estratégica

Reseña de la Compañía	4
Justificación	5
Supuestos y limitaciones	5
Definición de la necesidad	6
Estado perjudicial	6
Definición del Problema	7
Estado ideal	7
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
Marco lógico del proyecto	8
Cuadro de los interesados	9
Resultados y actividades	9
Metodología	10
Actividades programadas	10
Etapas del proceso de diseño	11

Marco Teórico

Aspectos fisiológicos	12
El método de Fanger	13
Aspectos técnicos	14
Consumo de energía	15
Unidades claves	16
Normativa	17
Medición de datos	18
Cálculo de resultados	19
Conceptualización del proyecto	20
Estrategia de diseño	21

Fase 2 Diseño de Conceptos

Propuesta 1	22
Propuesta 2	24
Propuesta 3	26
Propuesta 4	28
Propuesta 5	30
Propuesta 6	32
Propuesta 7	34
Selección de propuestas	36
Propuesta seleccionada	37

Fase 3 Detalles y validación

Vista General de despiece	38
División de subsistemas	39
Subsistema 1	40
Montaje de componentes	40
Extracción del aire	41
Distribución del agua	41
Subsistema 2	42
Circulación continua del agua dentro del sistema	42
Funcionamiento de la cortina de agua dentro del sistema	43
Proceso de enfriamiento	44
Características operativas del climatizador	45
Subsistema 3	46
Display visual	47
Control de encendido	47
Alertas visuales	47
Ángulos de visión	48
Ubicación y traslado	49
Biomecánica	49
Reabastecimiento	50
Refrigerante	50
Manipulación del sistema	51
Mantenimiento y limpieza	51

Fase 4 Ingeniería del Producto

Componentes semielaboarados	52
Materiales seleccionados	53
Extrusión de perfiles	54
Termoformado	54
Moldeo rotacional	55
Gradientes de Mejora	56
Aportes del Proyecto	58
Resultados alcanzados	59
Planos de Producción 1-9	60-68
Bibliografía consultada	69
Índice de figuras	70
Índice de tablas	71

Reseña de la Compañía

Energía Natural de Centroamérica crea soluciones energéticas amigables con el ambiente proporcionando ahorro de costos a nuestros clientes.

A través de la consulta, el diseño, y su ejecución, ayudamos a las empresas a reducir su consumo total de energía.

Energía Natural de Centroamérica es un equipo de individuos unidos por el objetivo común de encontrar mejores maneras de aprovechar la energía. Entendemos que se necesitan personas que trabajen juntas para transformar grandes ideas en las mejores soluciones, con lo que siempre incluimos a nuestros clientes como parte integral del proceso. Juntos podemos avanzar, aplicando tecnologías de ahorro energético para ayudar a combatir el calentamiento global y reducir los costos de energía para las empresas.

Estamos orgullosos de ser parte de los esfuerzos ecológicos en Costa Rica. Desde la sede en San José, la capital del país, nos acercamos a nuestros vecinos en Centroamérica participando en muchas iniciativas ecológicas de la región. Actualmente, se tienen proyectos en Guatemala y México, y se amplían las operaciones para aportar soluciones a todos los países de Centroamérica.

Misión:

Ofrecer las mejores soluciones de energía para lograr un ahorro de costos para nuestros clientes y combatir el calentamiento global.

Visión:

Ser una empresa líder en Centroamérica en el descubrimiento y aplicación de soluciones a los problemas ambientales de manera que el mejor curso de acción para las empresas en nuestra región, es decir elegir la sostenibilidad.



Justificación

Costa Rica no escapa del acelerado calentamiento de la Tierra, este es un fenómeno que afecta a todos los rincones del planeta. Las actuales olas de calor incrementan sus efectos en espacios cerrados con una ventilación incorrecta. Los síntomas más frecuentes provocados por las temperaturas elevadas son los desmayos, espasmos, el agotamiento por calor, el golpe de calor, etc. El mundo empresarial está consciente de que la productividad depende de empleados altamente calificados, y los negocios se están centrando en cómo mantener esa productividad en el tiempo y cómo retener a los empleados.

El diseño interior de una oficina puede llegar a tener un alto grado de sofisticación, tanto por los artefactos tecnológicos de comunicación y datos, así como atributos estéticos de imagen corporativa y belleza del espacio de trabajo. Sin embargo, esto último no asegura la calidad de salud de sus ocupantes en la jornada laboral si la infraestructura del edificio es inadecuada.

La exposición a ambientes calurosos, desde el punto de vista conductual

Puede provocar la pérdida de motivación por la actividad

Apatía y fatiga,

La disminución de la concentración y de la atención

Agotamiento por deshidratación.

Supuestos y Limitaciones

La amplia diversidad de oficinas condiciona el cumplimiento de los objetivos de climatización, el proyecto se destinará a espacios cerrados de hasta cincuenta metros cúbicos con cielo raso, puede tener ventanas o celosías con apertura al exterior. Se entiende por espacio de trabajo para oficinas un espacio en donde se realizan actividades laborales de alguna especialidad determinada, en condiciones de reposo. Con un área libre de 2 m² y 10 m³ de espacio libre por persona* y por lo tanto una mayor cantidad de carga térmica asociada al calor emitido por el cuerpo humano, además de la emisión de calor debido a los artefactos electrónicos que apoyan dichas labores (iluminación, computación) El alcance del proyecto propiamente es la de describir detalladamente el diseño del sistema, incluidos principios de funcionamiento, materiales y procesos de fabricación implicados en el desarrollo del sistema con el interés de validar la factibilidad del producto. Aunque la construcción de un prototipo funcional no se abarcará dentro del proyecto, todos los planos con vistas y explicaciones explícitas si se harán.

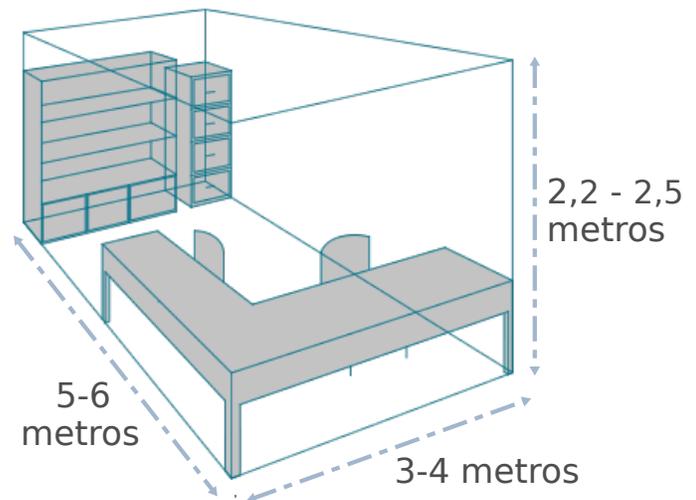
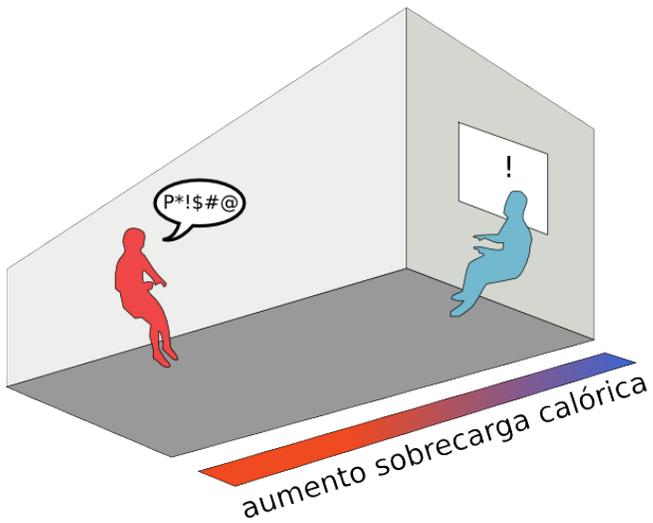


Figura 1. Dimensiones del área de trabajo

* Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo, sección de superficie y cubicación.

Definición de la Necesidad

En la investigación "Trabajadores costarricenses expuestos a sobrecarga térmica" la máster en salud ocupacional Dra. Lourdes Arce Espinoza expone una serie de implicaciones en la salud y la productividad debido a las condiciones desfavorables en los espacios de oficinas. Durante el verano se producen condiciones extremas de sobrecarga calórica dentro de las oficinas, que afectan el rendimiento laboral de los funcionarios. El estudio expone posibles soluciones para mejorar el ambiente de trabajo que incluyen una correcta ventilación, climatización del aire, hidratación adecuada y periodos de descanso para disminuir el agotamiento físico y mental causado por la constante tensión calórica en los puestos de trabajo.



Estado perjudicial.

Condiciones de tensión térmico que afectan el desempeño del funcionario en el desarrollo de sus actividades laborales. Provocan pérdida de la concentración, apatía, fatiga y agotamiento por deshidratación.

Figura 2. Estado inicial insatisfactorio

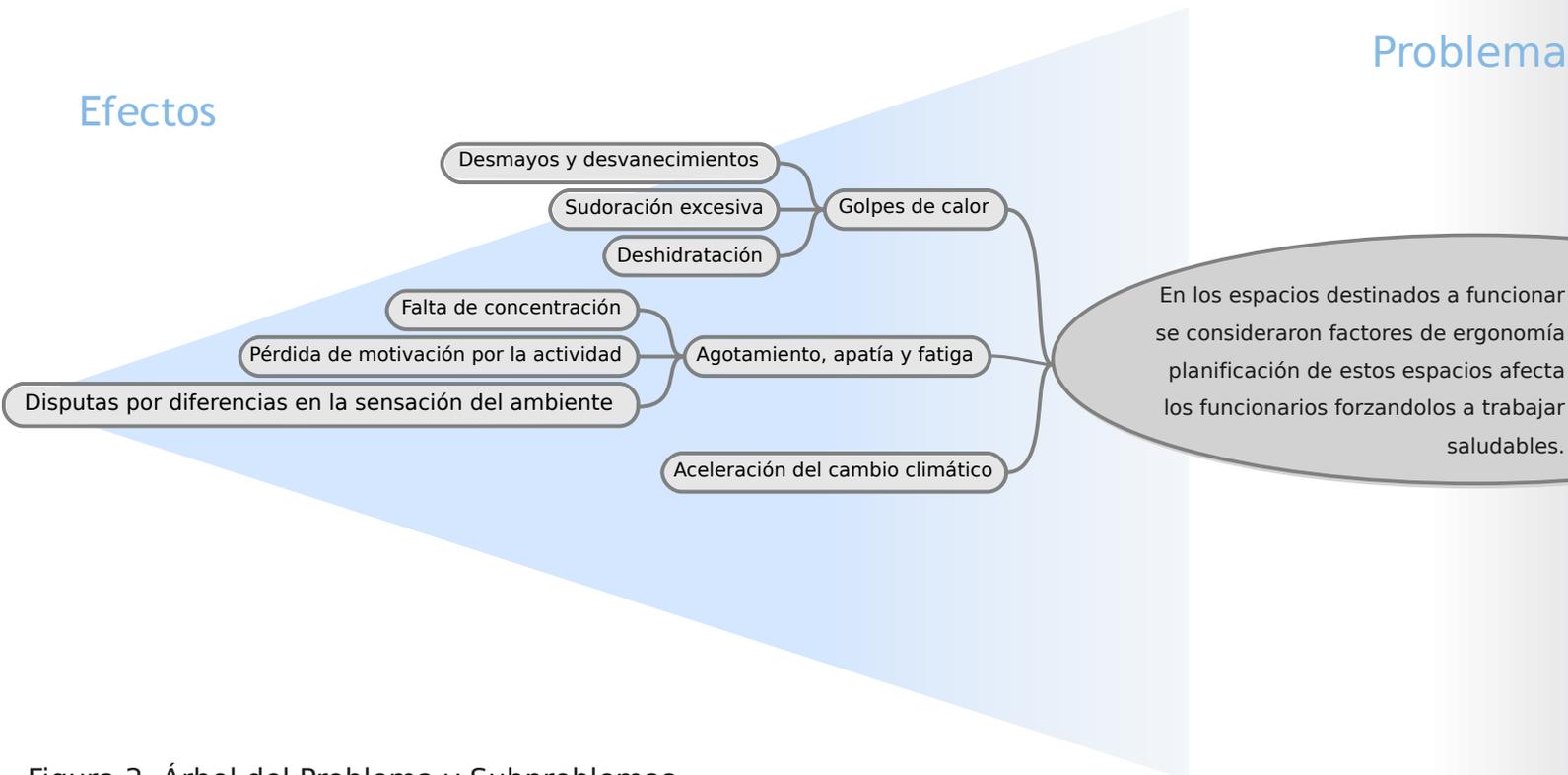
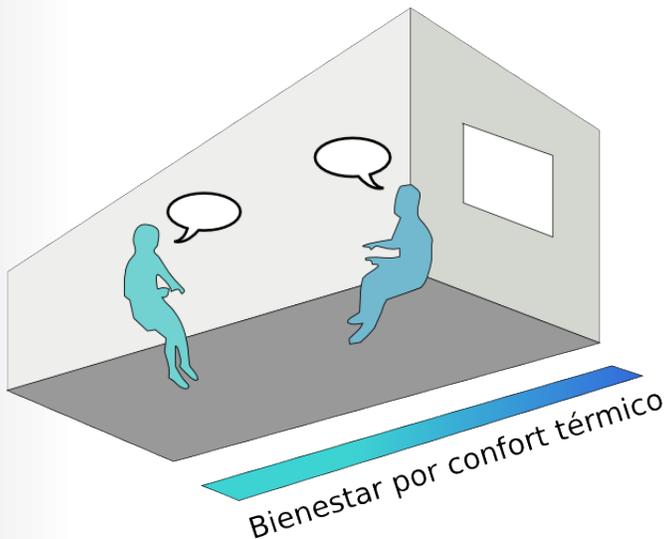


Figura 3. Árbol del Problema y Subproblemas

Definición del Problema

En muchos de los espacios destinados a funcionar como oficinas nunca se consideraron factores de ergonomía ambiental, la falta de planificación de estos espacios afecta el rendimiento de los funcionarios forzándolos a trabajar en ambientes poco saludables.



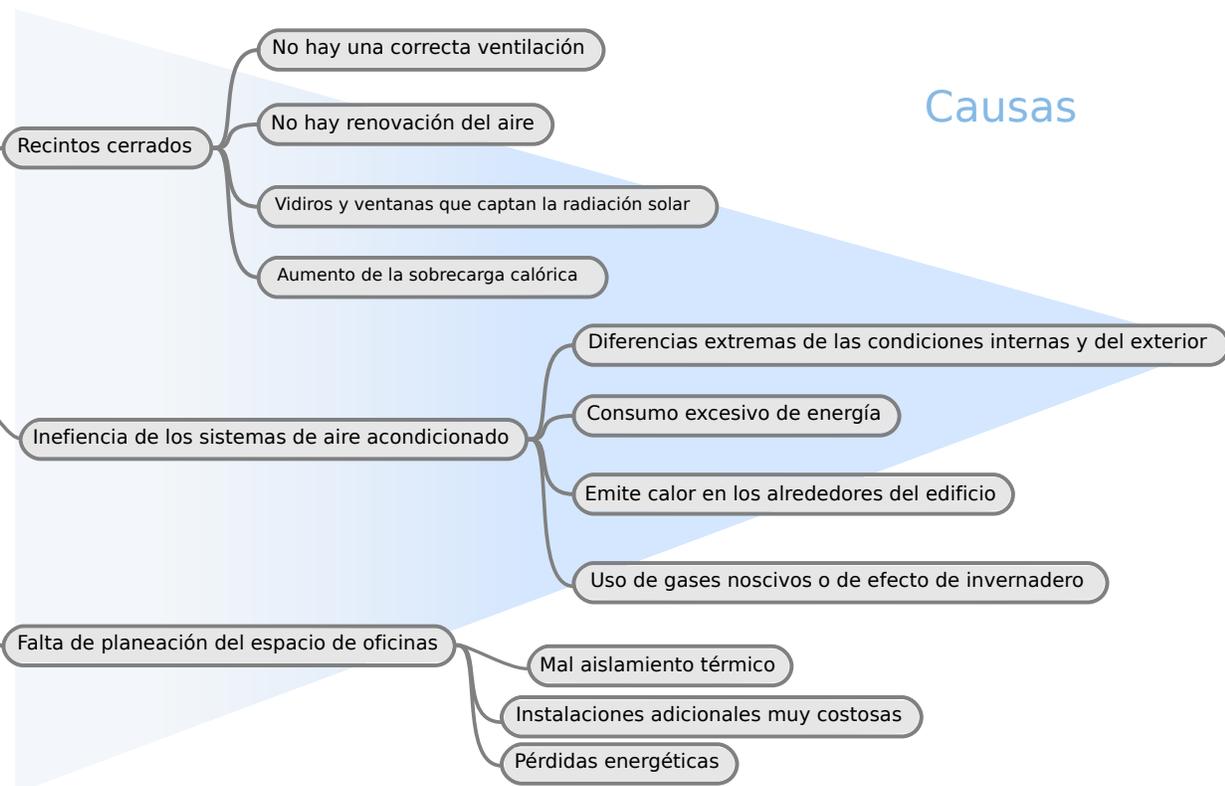
Estado ideal.

Bienestar térmico que propicia el buen desempeño de las labores, calidad del trabajo y del rendimiento, un ambiente sociable y saludable que incrementa la motivación y sirve de estímulo para el cumplimiento de las obligaciones laborales.

Figura 4. Estado ideal

Central

como oficinas nunca ambiental, la falta de el rendimiento de los en ambientes poco



Causas

Objetivo General

Generar las condiciones de confort térmico que le permitan al usuario el desarrollo de sus actividades laborales sedentarias, mediante un método económico de climatización.

Objetivos Específicos

- Mantener un rango térmico de temperatura entre 20°C y 24°C con una humedad relativa inferior al 70% en los espacios de oficinas.
- Disminuir al menos en un 10% el consumo de energía empleado en acondicionar el área de trabajo de los funcionarios.
- Operación simple y económica.

Marco lógico del Proyecto

Fuentes de verificación

Indicadores verificables

Factores externos y supuestos

Generar las condiciones de confort térmico que le permitan al usuario el desarrollo de sus actividades laborales sedentarias, mediante un método económico de climatización.	Diagramas de eficiencia y confort confeccionado por el Laboratorio ASHRAE (American Society of Heating and Air-Conditioning Engineers)	Simulación y ensayos del desempeño técnico del Diseño propuesto.	Recurso financiero de la empresa y capacidad de procesar el cálculo y la simulación del sistema.
Mantener un rango térmico de temperatura entre los 20°C - 24°C con una humedad relativa inferior al 70% en los espacios de oficinas.	NTP 74: evalúa el confort térmico en un puesto de trabajo.	Software OFITERM 1.0 como herramienta de cálculo para evaluar el método Fanger.	Medidor térmico de área marca Questemp. Este dispositivo mide humedad, temperatura ambiental y calor producido por objetos o personas.
Disminuir al menos en un 10% el consumo de energía empleado en acondicionar el área de trabajo de los funcionarios.	Ahorro significativo de la cuenta del recibo de electricidad.	Vatímetro, medidor de consumo eléctrico.	Cálculo del retorno de la inversión ROI por adquisición del sistema de climatización.
Operación simple y económica.	Despliegue de funciones de calidad del sistema.	Estandarización del sistema.	Asesoramiento técnico y capacitación en procesos refrigerantes de acondicionamiento térmico.

Tabla 1. Marco Lógico del Proyecto

	Intereses	Problemas percibidos	Recursos y mandatos	Interés en las estrategias	Conflictos potenciales
Funcionarios	Comodidad y bienestar durante el desarrollo de sus ocupaciones laborales	Olas de calor. Agotamiento y deshidratación	NTP 74: evalúa el confort térmico en un puesto de trabajo.	Práctico y conveniente, adaptable a las preferencias y necesidades personales.	Irritabilidad. Diferencias y disputas por la sensación del ambiente.
Gerencia de la Institución	Ambientes de trabajo saludables. Buen desempeño de las actividades laborales.	Ausencias de empleados. Bajo rendimiento laboral.	Recurso económico y poder de decisión.	Precio accesible de adquisición. Ahorro en el recibo de electricidad.	Falta de planificación en los espacios de oficina. Instalaciones complicadas.
Empresa productora	Desarrollo de tecnologías ecológicas aplicadas en los trópicos.	Sistemas ineficientes de alto consumo energético.	Investigación, diseño y ejecución para implementar la mejor solución posible.	Energías renovables y tecnologías híbridas que combatan el cambio climático.	Diversidad de espacios de oficina. Falta de aislamiento térmico.
Personal de mantenimiento	Mantenimiento simple del sistema. Fácil de reparar.	Equipos de mucha complejidad.	Herramientas e instrumentos de mantenimiento.	Estandarización del sistema, fácil de manipular.	Refacciones difíciles de conseguir.

Tabla 2. Cuadro de los interesados

	Medios	Costos	Factores externos y supuestos
Resultados	Enlace de las condiciones ambientales favorables con los procesos de generar y controlar una climatización satisfactoria.	Táctica y combinatoria de tecnologías limpias emergentes.	Incorporación al sistema tecnologías híbridas amigables con el ambiente.
Actividades	Recopilación de normativas y postulados ergonómicos pertinentes.	Toma de mediciones de las variables involucradas en los espacios de trabajo.	Poseer equipos de mediciones y personal para el análisis de datos.

Tabla 3. Actividades y resultados esperados

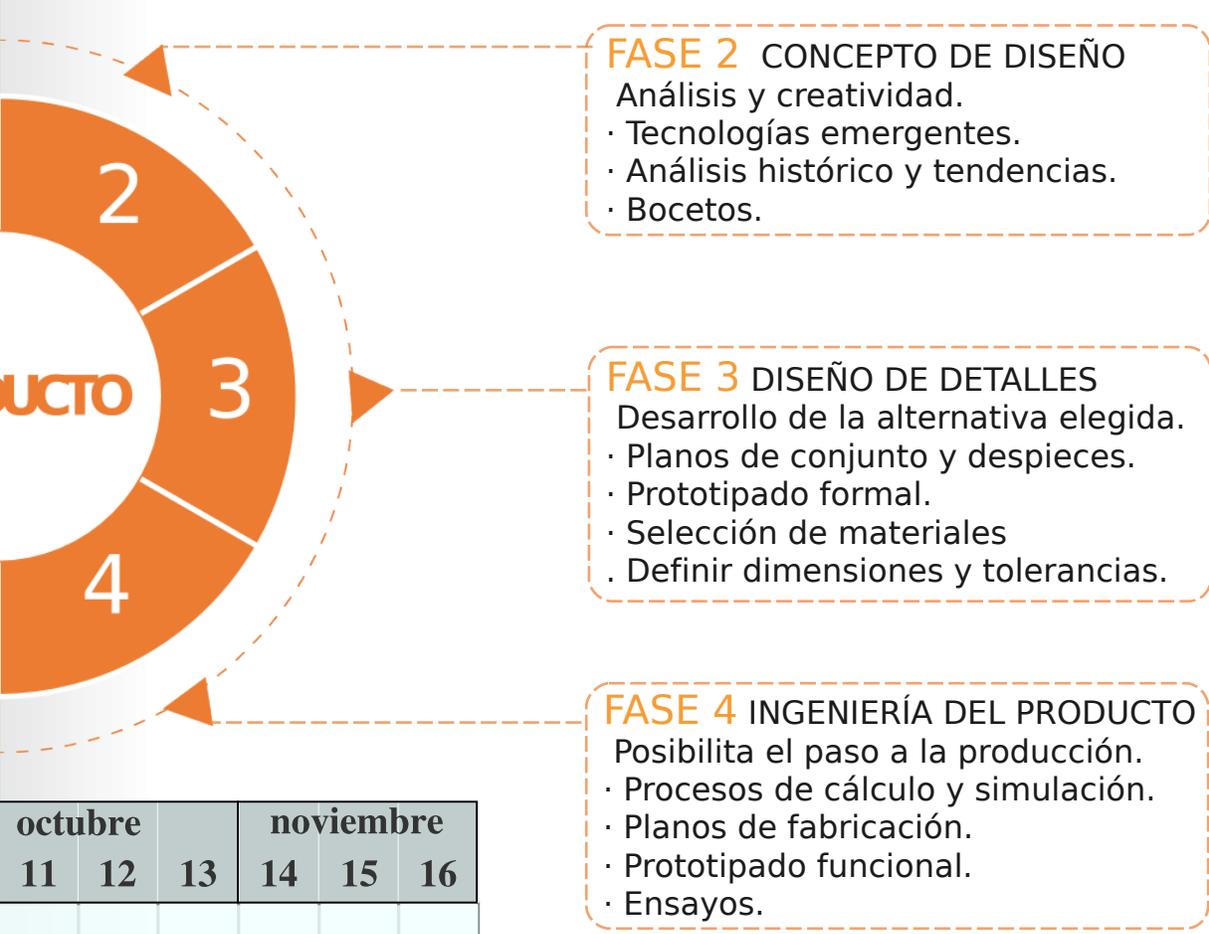


Fig 5. Metodología del proyecto

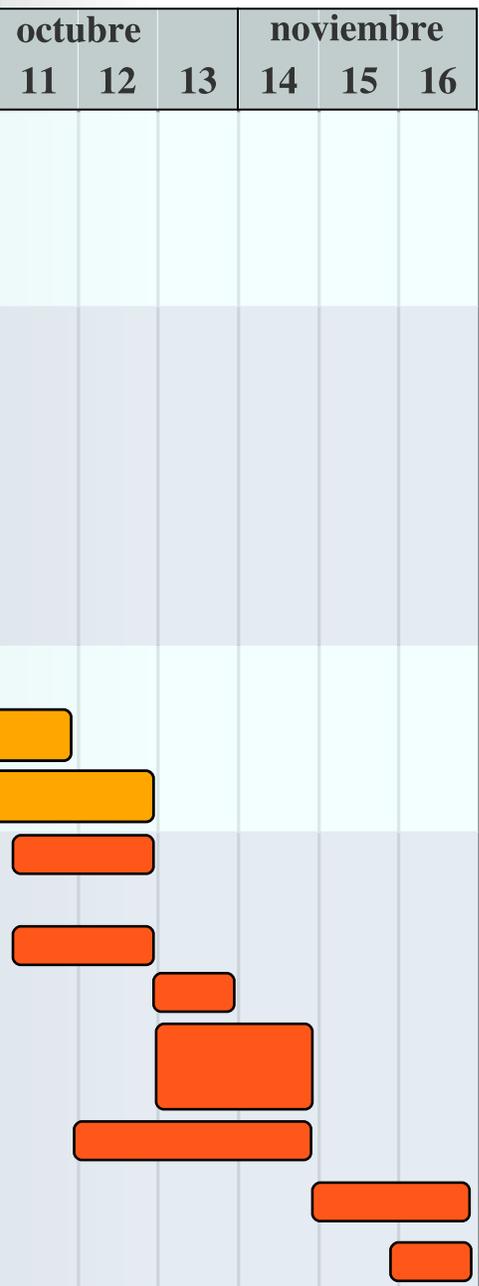


Fig 6. Gráfico del cronograma de actividades

Aspectos Fisiológicos

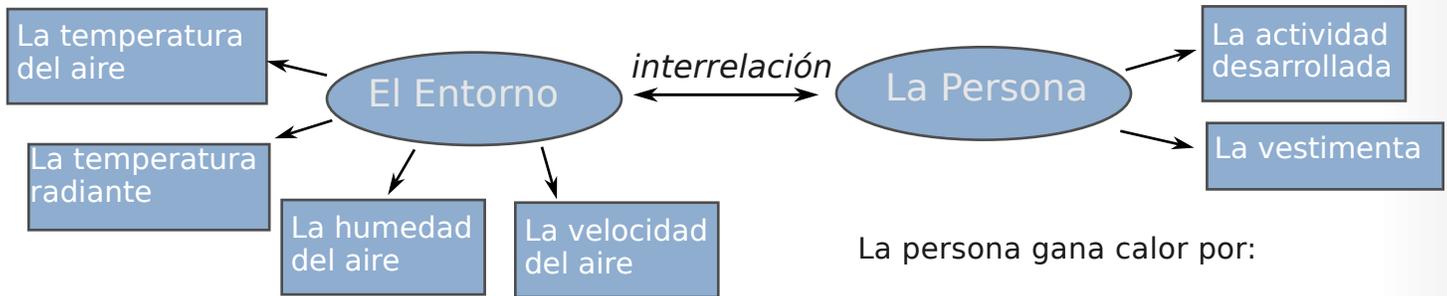
Marco Teórico

La exposición a ambientes calurosos, desde el punto de vista conductual, puede provocar la pérdida de motivación por la actividad, la disminución de la concentración y de la atención.

La disminución de la calidad del trabajo y del rendimiento, afirman algunos autores puede decaer hasta en un 40% según Pedro Mondelo, "Confort y estrés térmico"

Fisiológicamente el estrés calórico puede provocar deshidratación, sudoración abundante, ingestión de grandes cantidades de agua, y si la exposición continua por varios días causa agotamiento, pérdida de sal y deshidratación.

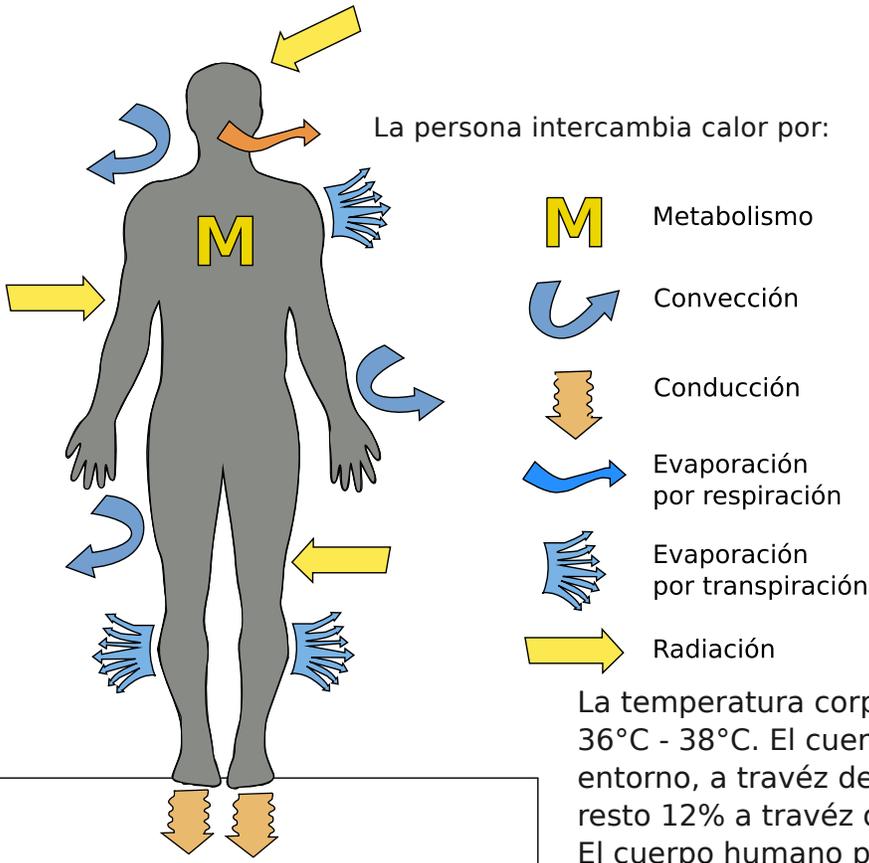
Existen 6 variables de interrelación entre la persona y el ambiente térmico:



La persona gana calor por:

1. Por su metabolismo, las actividades que realice
2. Por convección al recibir calor del aire
3. Por conducción, al recibir calor de cuerpos sólidos en contacto directo con él
4. Por respiración al inspirar aire caliente o mayor a la de su temperatura corporal
5. Por evaporación de la sudoración
6. Radiación de calor, que recibe de cuerpos en su entorno

La persona intercambia calor por:



La temperatura corporal normal de una persona oscila entre los 36°C - 38°C. El cuerpo mantiene un equilibrio térmico con su entorno, a través de la piel transmite el 88% de calor total y el resto 12% a través de los pulmones.

El cuerpo humano produce calor en función de la actividad o clase de trabajo que realice. Para labores en postura sedente con movimientos moderados de oficina se producen 99,76 Kcal/h equivalente a 161 Watts por unidad de tiempo.

Por cada aumento de 1°C en la temperatura corporal la frecuencia cardiaca sube 10 pulsaciones por minuto, si la temperatura corporal sobrepasa los 40°C de forma brusca se desarrolla un cuadro de agotamiento con debilidad, cansancio, vértigo, dolor de cabeza, sed, náuseas y calambres musculares.

Fig 7. Intercambio de calor del cuerpo humano

El Método de Fanger

La ecuación de confort desarrollada por el método de Fanger, es una herramienta operativa con la cual al medir unos parámetros físicos podemos evaluar las condiciones de confort térmico en un espacio cerrado. Es el método más avanzado que se ha elaborado, pues incluye todas las variables que influyen en los intercambios térmicos persona-ambiente: nivel de la actividad metabólica, aislamiento térmico de la vestimenta, temperatura del aire, humedad del aire, temperatura de las superficies del entorno y velocidad del aire.

Las curvas de confort muestran las condiciones de temperatura y humedad más adecuadas para el trabajo en oficinas. A causa de la variabilidad psicofisiológica entre las personas se utiliza un índice de valoración subjetivo que experimentan un grupo de personas que se evalúa mediante la siguiente escala (Tabla 4) al valor resultante se le denomina índice de valoración media IVM que, llevado a la curva que se muestra abajo, nos permite conocer el porcentaje de personas insatisfechos PPI para esta situación.

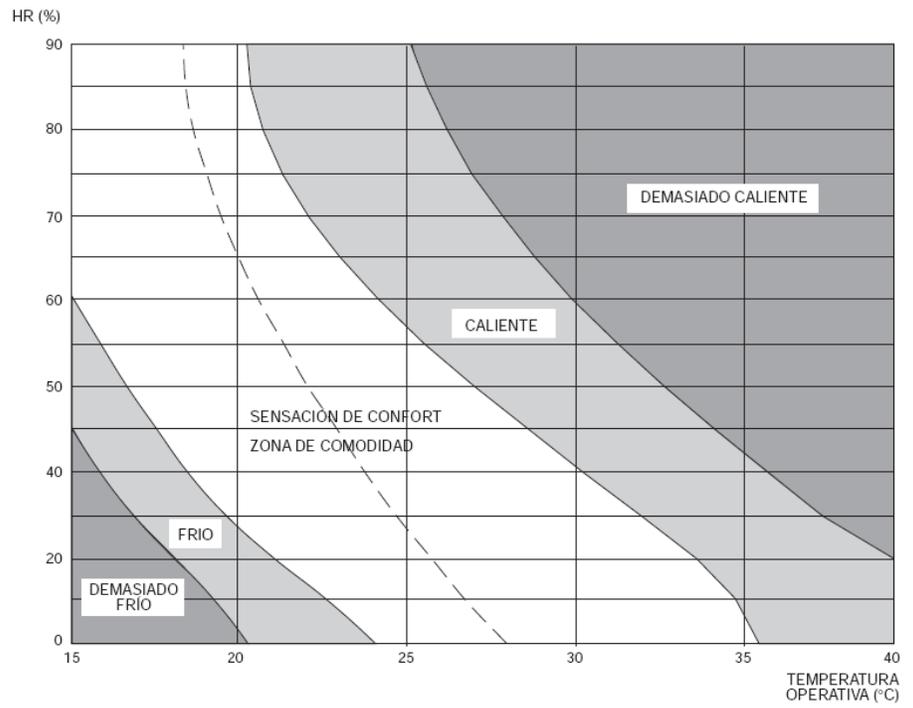


Fig 8. Curvas de confort térmico

GRADO DE CONFORT	Puntuación
Hace mucho calor	+3
Hace bastante calor	+2
Hace un poco de calor	+1
Confortable, Ni frío ni calor	0
Hace un poco de frío	-1
Hace bastante frío	-2
Hace mucho frío	-3

Tabla 4. Índice de valoración medio de Fanger

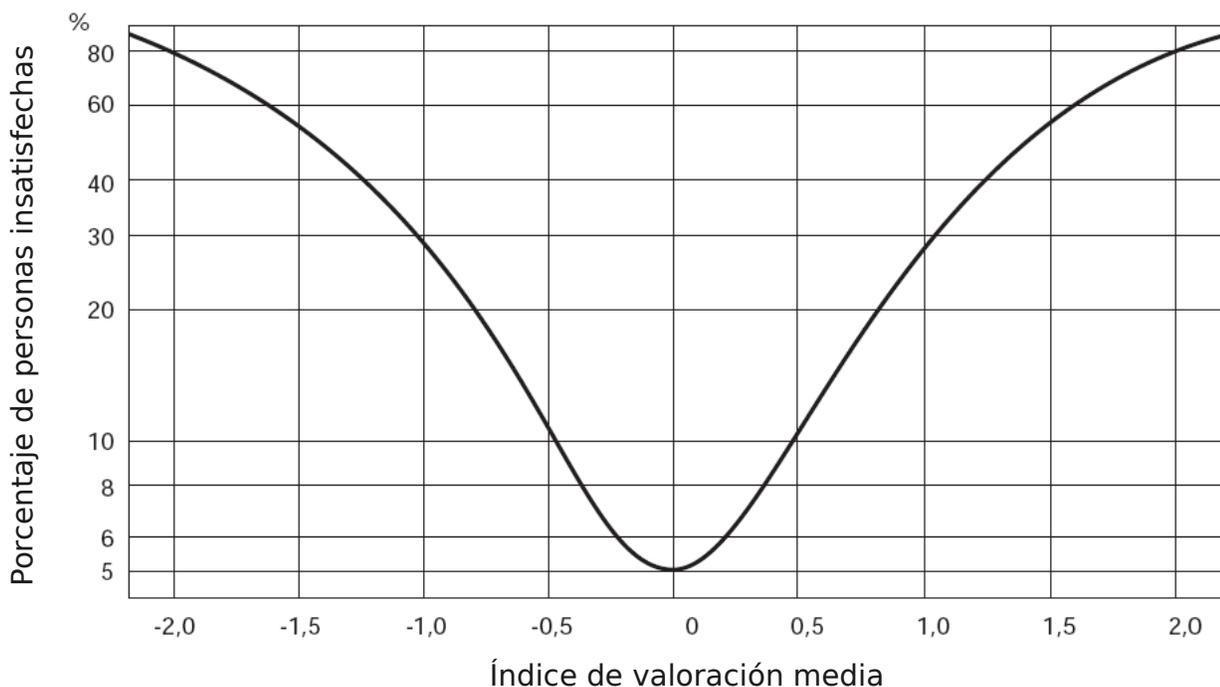


Fig 9. Gráfico del Porcentaje de Personas Insatisfechas

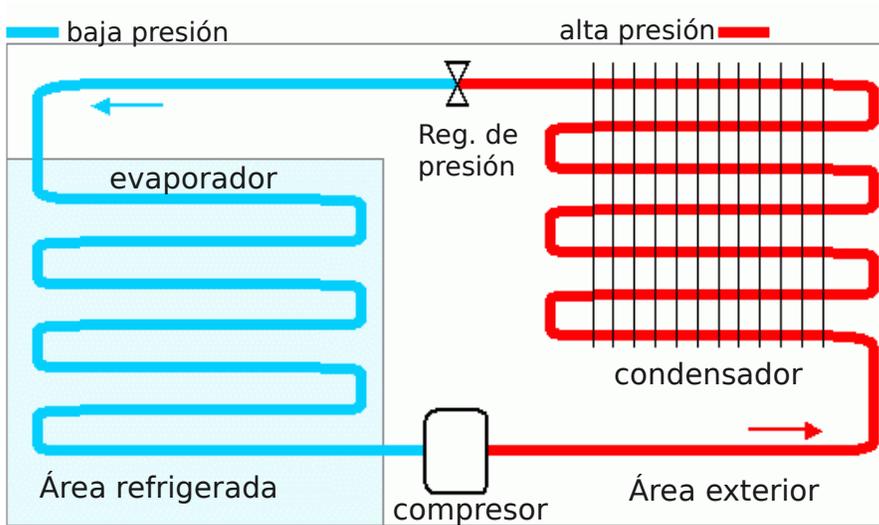


Fig 10. Ciclo de refrigeración

La refrigeración por compresión consiste en forzar mecánicamente la circulación de un fluido en un circuito cerrado creando zonas de alta y baja presión con el propósito de que el fluido absorba calor en un lugar y lo disipe en el otro.

Se logra evaporando un gas refrigerante en estado líquido a través de un dispositivo denominado evaporador. Durante el cambio de estado del refrigerante a estado de vapor absorbe energía térmica del medio en contacto con el evaporador. De esta manera, el refrigerante en estado líquido, puede evaporarse nuevamente a través de la válvula de expansión y repetir el ciclo de refrigeración.

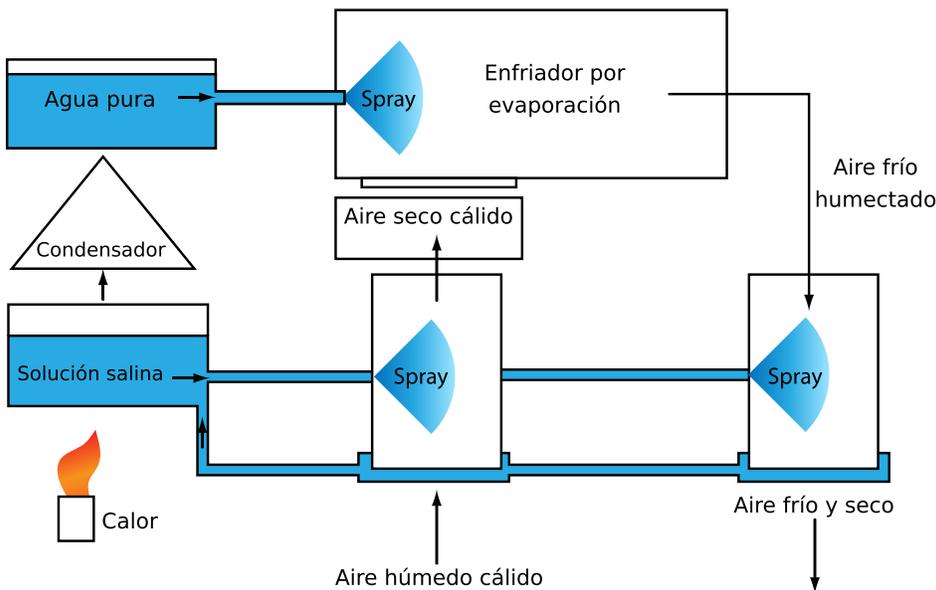


Fig 11. Refrigeración por absorción

El sistema de refrigeración por absorción es un medio de producir frío que, aprovecha que ciertas sustancias absorben calor al cambiar de estado líquido a gaseoso. El ciclo se basa físicamente en la capacidad que tienen algunas sustancias, como el bromuro de litio, de absorber otra sustancia, tal como el agua, en fase de vapor.

Más en detalle, el agua (refrigerante), en un circuito a baja presión, se evapora en un intercambiador de calor, llamado evaporador, el cual enfría un fluido secundario, que refrigerará ambientes o cámaras. Acto seguido el vapor es absorbido produciendo una solución salina concentrada. Esta solución pasa al calentador, donde se separan disolvente y soluto por medio de calor; el agua vuelve al evaporador, y el soluto al absorbedor para reiniciar el ciclo.

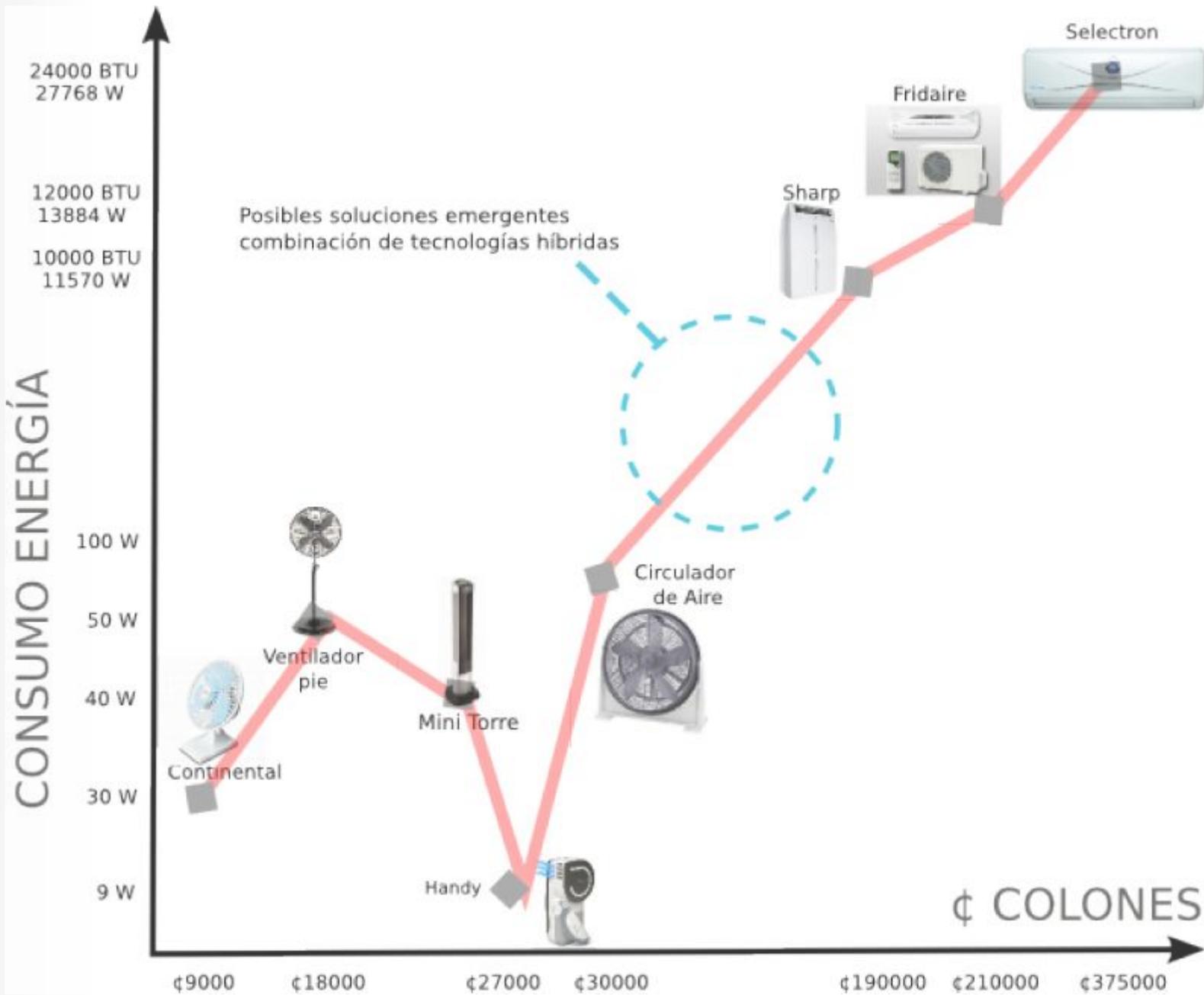


Fig 12. Gráfica de Energía vrs. Costos

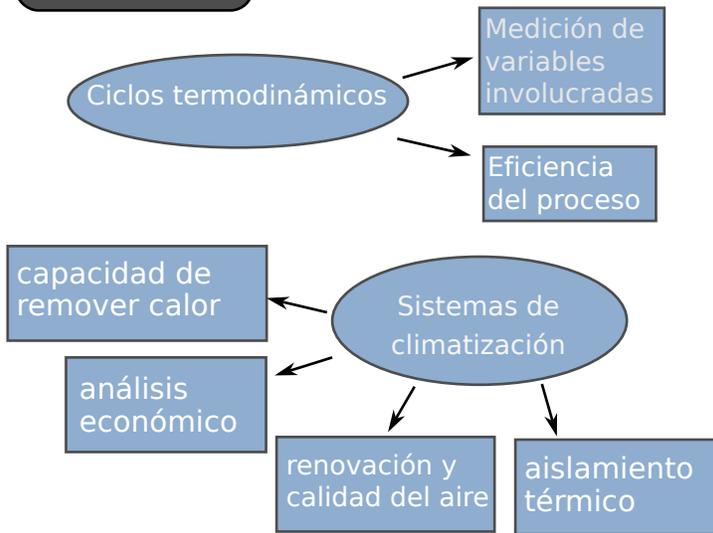
La gráfica demuestra el consumo energético de cada equipo comparado a su costo de adquisición. Aunque los ventiladores usan eficientemente la energía a un costo relativamente bajo, su función de aclimatar es limitada pues no controla la humedad ni la temperatura, por otra parte los equipos de aire acondicionado son generalmente caros, difíciles de instalar y tienen un consumo excesivo de energía.

El precio de adquisición de estos equipos es muy variable, mientras que los ventiladores cuestan un rango de ₡18 000 - ₡30 000,

Los aires acondicionados cuestan diez veces esa suma o incluso más.

La solución más habitual en lugares de trabajo y oficinas frente a la amenaza del calor es el uso de ventiladores y aparatos de aire acondicionado. Sin embargo los ventiladores convencionales son ruidosos y hacen circular aire caliente que el usuario inspira aumentando su temperatura corporal, igualmente el uso inadecuado de los aires acondicionados crean ambientes poco saludables cuyos efectos van desde el resfriado hasta la irritación ocular, pasando por procesos alérgicos e infecciones respiratorias.

Marco Teórico



El beneficio clave es la de ofrecer a los funcionarios de las oficinas un sistema económico y eficiente para generar comodidad térmica en su lugar de trabajo, con el interés de garantizar la calidad de las labores y un buen rendimiento durante el desempeño de sus ocupaciones.

La ambición del proyecto es la de diseñar un sistema de climatización que incorpore tecnologías ecológicas que sean razonables con el cambio climático que permitan el acondicionamiento térmico óptimo dentro del recinto donde se trabaja sin provocar un choque en el organismo por los cambios bruscos de las condiciones internas y del exterior, que crean los ambientes poco saludables.

Los equipos con mayor eficiencia del consumo energético, potencian la imagen ecológica de la institución o empresa donde se labora.

El control de las emisiones de gases con efecto invernadero reflejan la importancia de su contribución en la lucha contra el calentamiento global.



Ventilador



= 300 watts



= 100 watts



Aire Acondicionado



= 31 500 watts

Fig 13. Gráfico comparativo del consumo energético

Unidades Claves

La **BTU** es una unidad de energía inglesa. Una **BTU** representa la cantidad de energía que se requiere para elevar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua en condiciones atmosféricas normales.

Una **BTU** equivale aproximadamente a: 252,2 **calorías** = 1.055 **julios**

12.000 BTU/h = 1 Tonelada de refrigeración = 3.000 frigorías/h.

La **frigoría** es una unidad de energía informal para medir la absorción de energía térmica. Equivale a una kilocaloría negativa. Podría definirse, como la energía que hay que sustraer de un kilogramo de agua a 15,5 °C, a presión normal, para reducir su temperatura en 1 °C.

Como unidad de potencia, debe expresarse como **frigoría/hora** y sirve para expresar la potencia de un sistema de refrigeración. Un aparato comercial de aire acondicionado doméstico posee una capacidad de enfriamiento de aproximadamente entre 2000 y 3000 **frigorías/hora**.

Una frigoría/hora es equivalente a 1,157 **watt**, por lo tanto un vatio es equivalente aproximadamente a 0,864 **frigorías/hora**.

El **vatio** o **watt** (símbolo W), es la unidad de potencia del Sistema Internacional de Unidades. La potencia eléctrica de los aparatos eléctricos se expresa en vatios, si son de mediana o gran potencia se expresa en **kilovatios** (kW) que equivale a 1000 vatios.

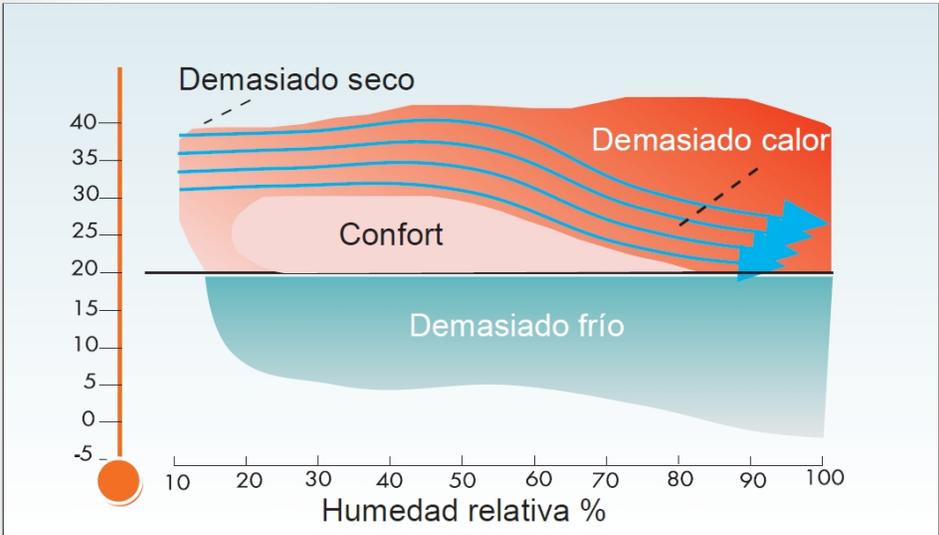


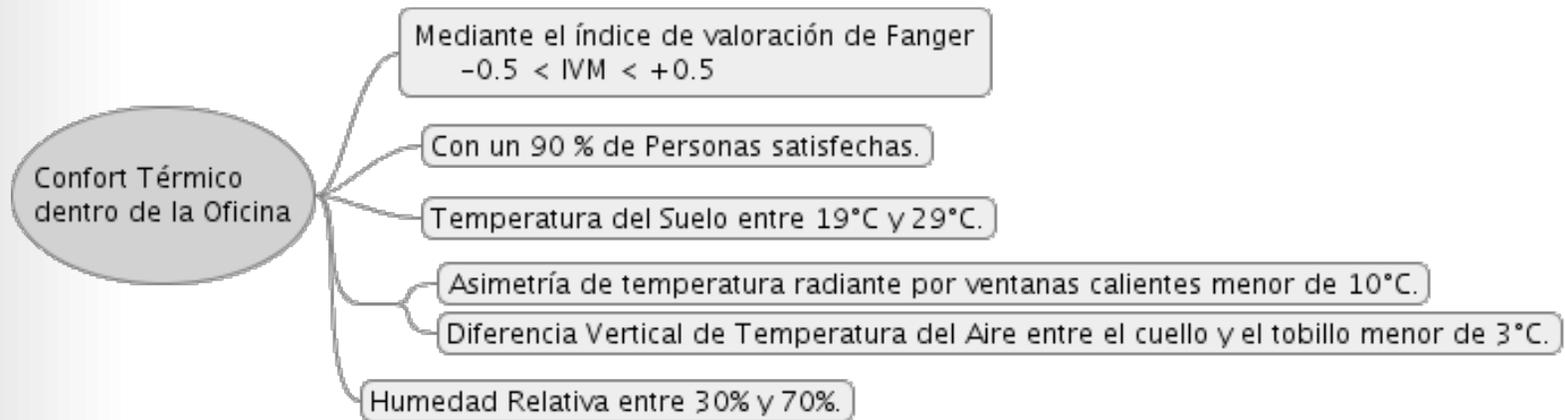
Fig 14. Condiciones de la normativa para el confort térmico en las áreas de oficinas

El Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) es reconocido como el Ente Nacional de Normalización asegurando que sea conveniente el desarrollo socio-económico del país y que promuevan el mejoramiento de la calidad de los procesos, productos y servicios diseñados. Para mantener el confort térmico dentro de los espacios de trabajo se establece la norma UNE-EN-ISO-7730: Ambientes térmicos moderados, y para calcular el nivel de confort térmico se utiliza la norma técnica NTP 74, Método de Fanger.

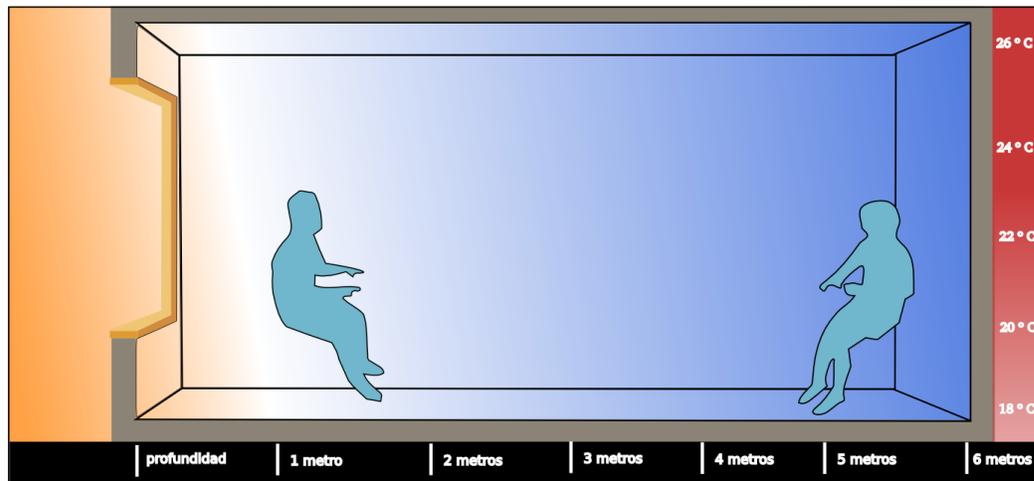
Temperatura	De 17 a 27 °C para trabajos sedentarios De 14 a 25 °C para trabajos ligeros
Humedad	Del 30 % al 70 % Del 50 % al 70 % si hay riesgos por electricidad estática
Velocidad del aire	0,25 m/s para trabajos en ambientes no calurosos 0,50 m/s para trabajos sedentarios en ambientes calurosos 0,75 m/s para trabajos no sedentarios en ambientes calurosos
Renovación mínima de aire limpio	30 m³ por hora y trabajador en trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados 50 m³ por hora y trabajador en los casos restantes

Tabla 5. Resumen de las condiciones de la normativa para el confort térmico en las áreas de oficinas.

La norma **ISO 7730** propone valorar las siguientes condiciones de comodidad térmica para un lugar ocupado por personas realizando una actividad sedentaria:



Medición de datos



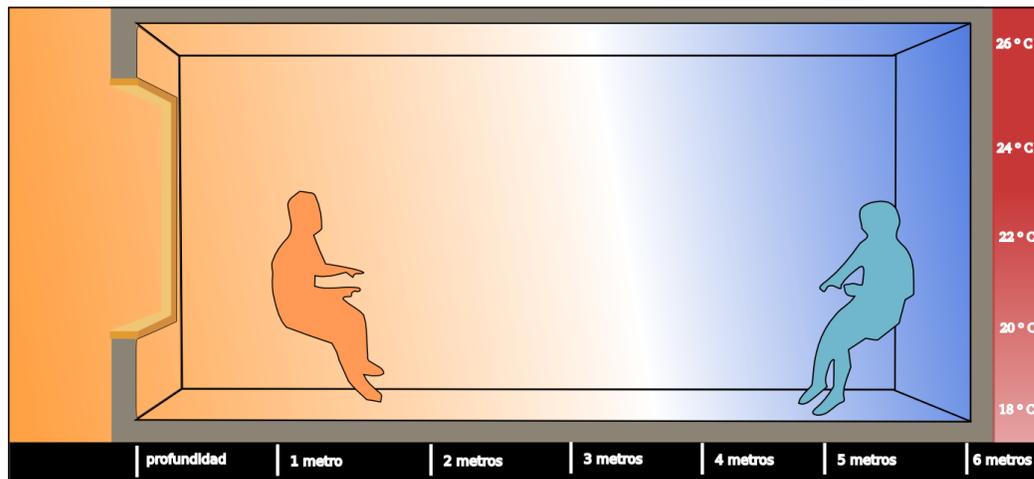
9:00 a.m.

Temperatura del aire : 20°C

Temperatura operativa : 21°C

Humedad relativa : 33%

Velocidad del aire : 0,10 m/s



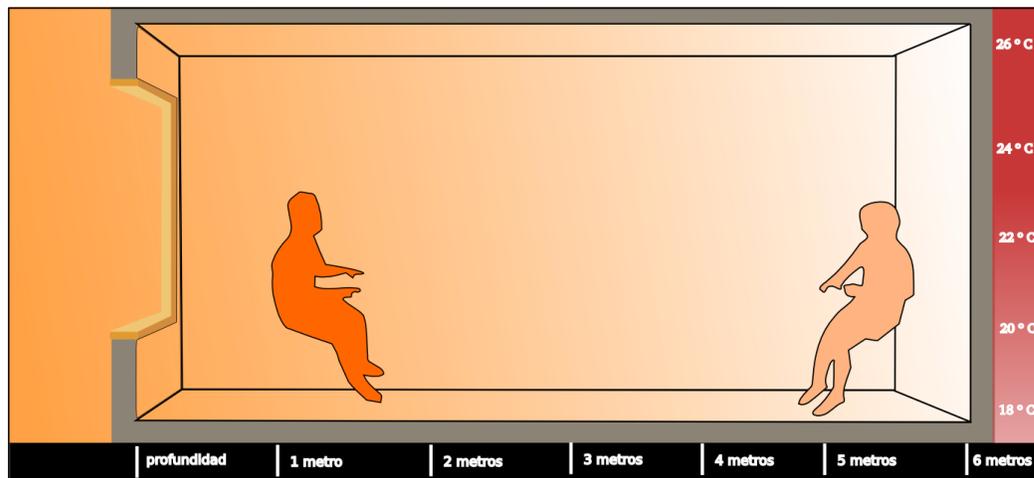
11:00 a.m.

Temperatura del aire : 22°C

Temperatura operativa : 24°C

Humedad relativa : 35%

Velocidad del aire : 0,12 m/s



3:00 p.m.

Temperatura del aire : 25°C

Temperatura operativa : 26°C

Humedad relativa : 51%

Velocidad del aire : 0,15 m/s

Fig 15-17. Ambiente térmico, situación de estudio.

Se evaluó un espacio de trabajo de 40 m³ con 6 metros de profundidad ocupado por dos funcionarios. La oficina poseía cielo raso y un ventanal sin apertura orientado al sur.

Las lecturas se obtuvieron usando un higrotermómetro digital debidamente calibrado y se realizaron en dos días consecutivos durante tres horas específicas: 8:00 am, 11:00 am y 3:00 pm

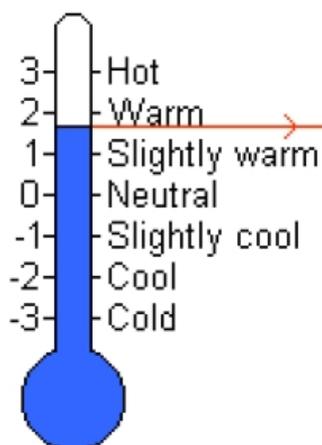
A los ocupantes se les midió la diferencia vertical de temperatura del aire y las corrientes de aire, al nivel del cuello y del tobillo. Se realizó el cálculo de **la temperatura operativa** que expresa el efecto compuesto de la temperatura del aire y la humedad relativa sobre el cuerpo.

Los datos obtenidos se adjuntas en las figuras 15 a 17 de la página anterior, donde se observa cómo el calor avanzó desde la zona del ventanal hacia el interior de la habitación, lo que produjo la sobrecarga calórica de todo el recinto.



Fig 18. Higrotermómetro digital

PMV scale



PPD

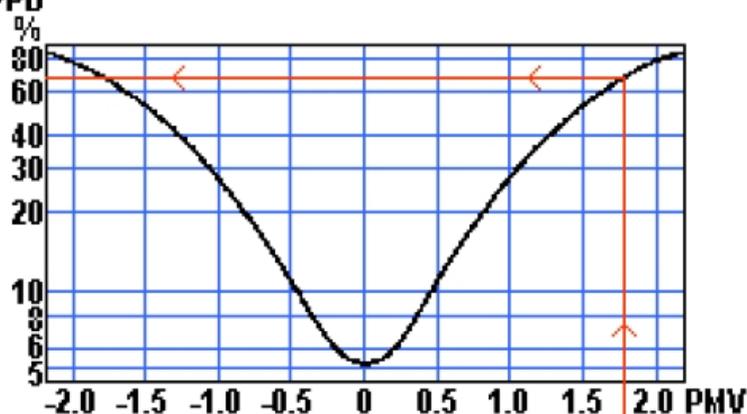
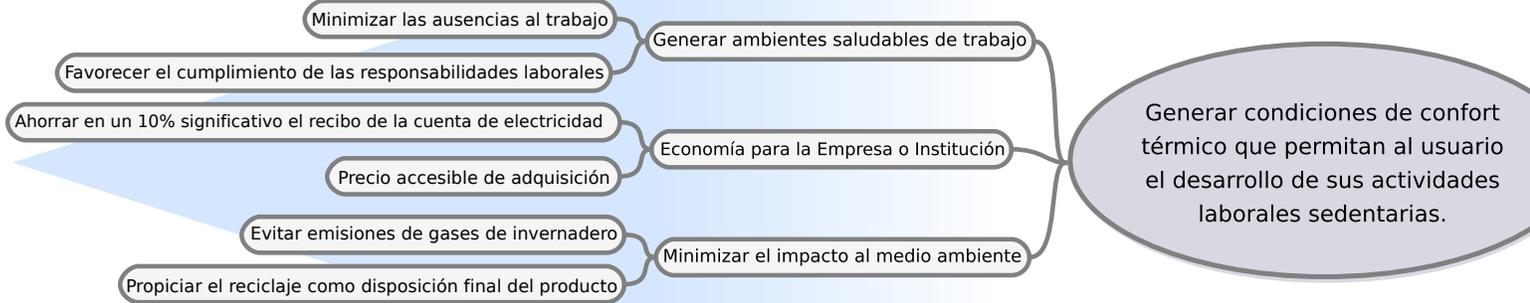


Fig 19. Escala de valoración media y Curva de personas insatisfechas correspondientes a la situación en estudio.

Para evaluar el espacio de la oficina con varios puestos de trabajo, sin sistema de acondicionamiento ambiental, se utilizó la norma técnica NTP 74 del método de Fanger y se determinó un índice del grado de incomodidad de 1,7 (cercano al valor de caluroso) que, llevado a la curva PPI-IVM de la figura 19, nos permite conocer el porcentaje de un 64% de personas insatisfechas para esta situación.

Conceptualización

Árbol de Conceptos



Fines

Despliegue	Despliegue nivel 1	Despliegue nivel 2	Despliegue nivel 3	grado de importancia	Clasificación/División															
					Características del Sistema de Climatización															
					Control				Mandos del usuario					Servicio						
					Control de Temperatura	Control de Humedad	Variar velocidad del Aire	Regular flujo de Aire	Claridad de controles	Tamaño de los botones	tiempo de respuesta	informaciones gráficas	Jerarquía de los controles	Dimensiones adecuadas	Manipulación del sistema	Funcionamiento silencioso	Mantenimiento sencillo	Mínima complejidad partes	Estandarizar el sistema	
Despliegue de Funciones del Sistema	Requerimientos demandados	Confort Térmico	Temperatura del Aire	8	○		△													
			Humedad relativa del Aire	9		○							○							
			Renovación del Aire	4				○	○				○	○						
			Velocidad del Aire	7			○	○						○						
		Usabilidad	velocidad de aprendizaje del sistema	4								○		○		△				
			buen entendimiento de la operación	5							○	○	○	○	○					
			higiene al utilizar el sistema	8																
			calidad de uso de los controles de mando	7	○	○	○	△	○		○		○							
		Producción factible	Posibilita su traslado	5									△			○				
			disponibilidad de partes y refacciones	10															○	○
			facilita una instalación rápida y simple	9												○			△	○
			Equipo de pocas partes	6														○	○	○
			Mantenimiento de fácil entendimiento	8							○		○					○		○
			Apariencia agradable	7							○				○	○		○		
Dimensiones óptimas	3								○				○	○				○		

Tabla 6. Matriz de requerimientos del sistema a diseñar

 alta importancia
 mediana importancia

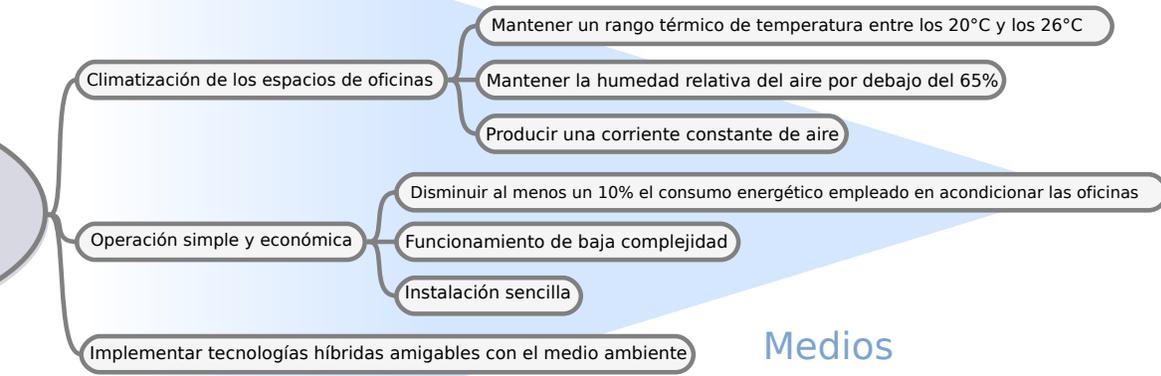


Fig 20. Árbol de conceptos.

Señalización						
Climatización						
Seguridad			Salud			
Señalización	Protección al usuario	Tecnologías seguras	Instrucciones emergencia	Ambiente saludable	Materiales inocuos	limpieza del sistema
		○				○
		○		○		○
	○			○		○
○						○
○		○			○	○
	○				○	○
			△			
	○			○		
	○	○				
○		○			△	
	○	○				
	○			○		○
	○					

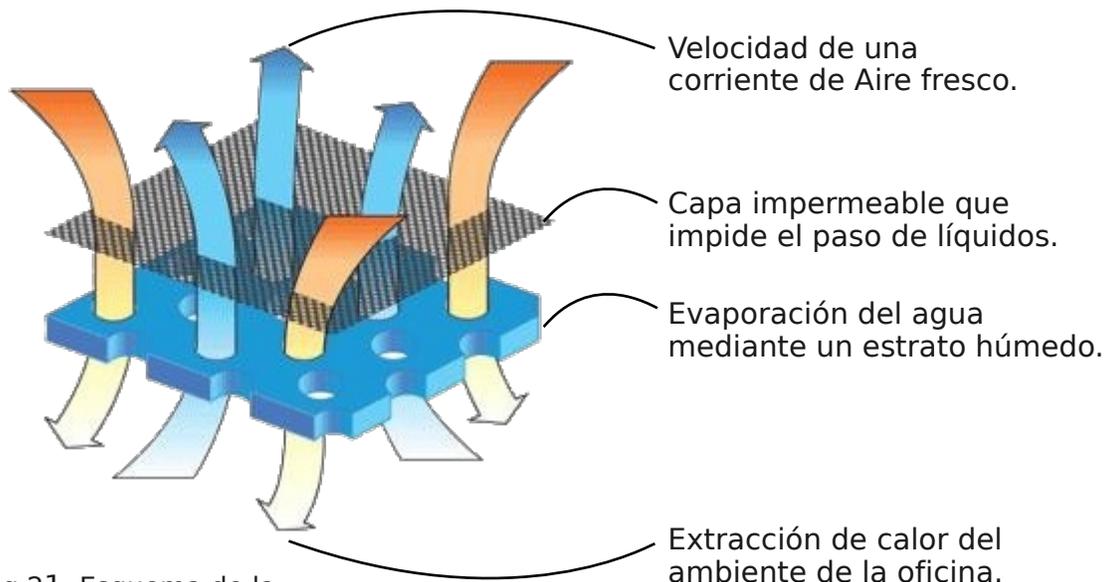
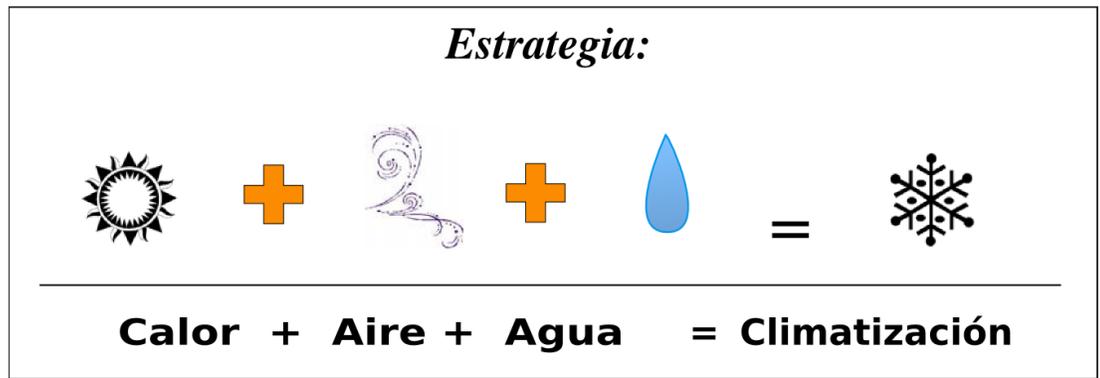
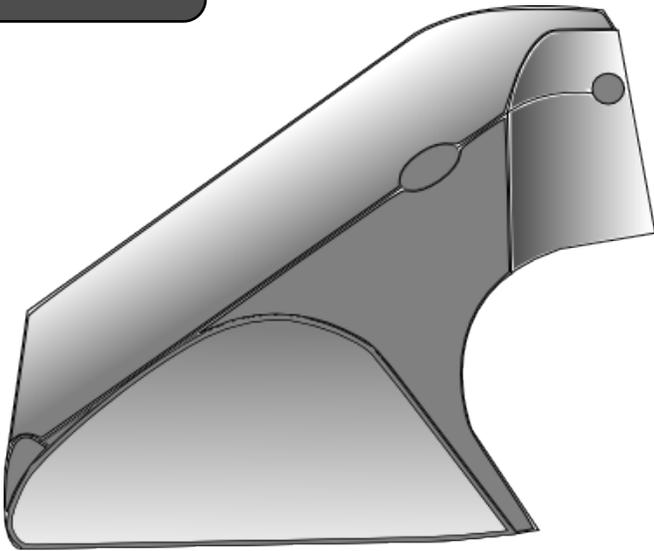


Fig 21. Esquema de la estrategia de Diseño

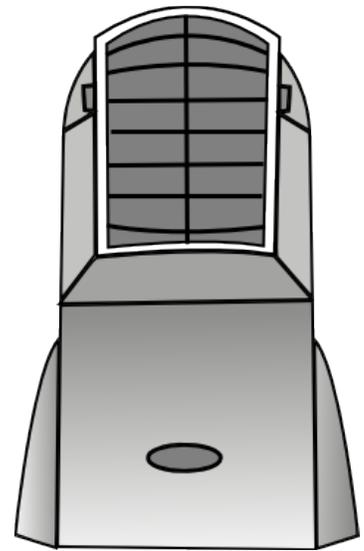
coorrelacion:
 ○ alta
 ○ mediana
 △ alguna

Propuesta 1

Vista lateral



Vista frontal

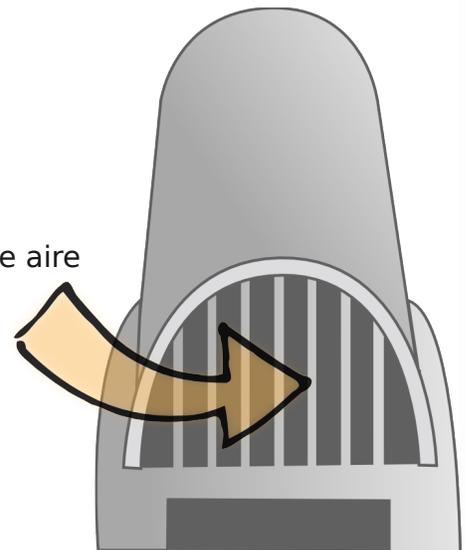


El dispositivo alberga una botella de agua congelada que el usuario coloca dentro de la carcasa, dentro se acciona un motor pequeño que impulsa una propela de aire.

El aire se enfría por estar en contacto directo con la botella de agua congelada.

Vista trasera

Entrada de aire caliente



Vista de Perspectiva

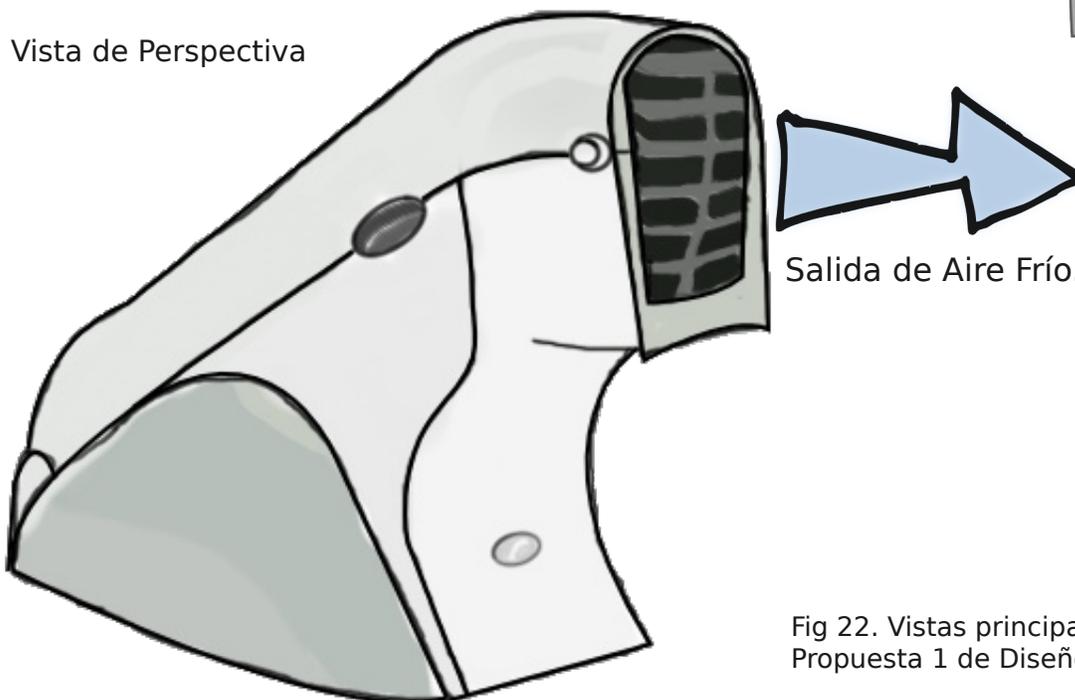
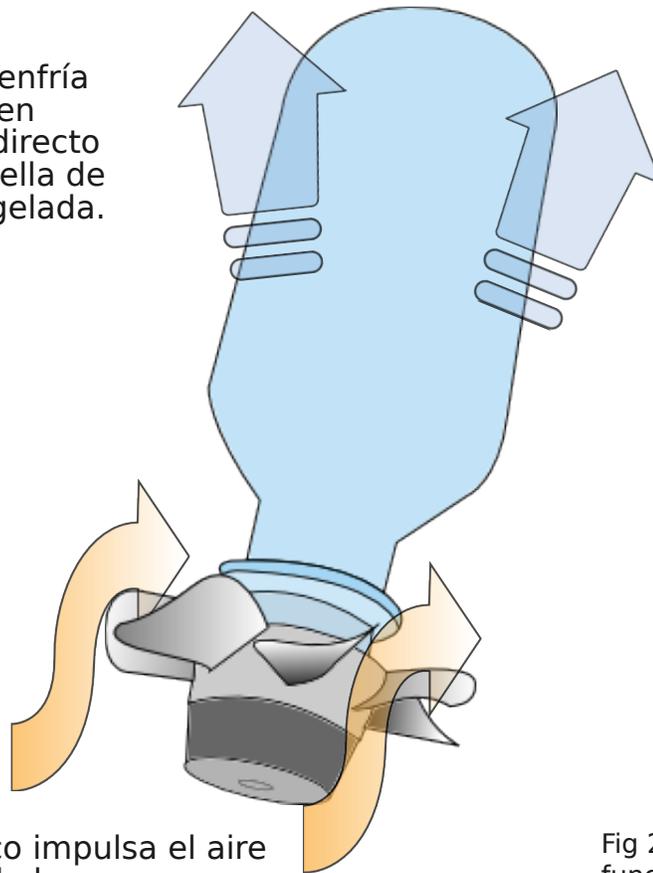


Fig 22. Vistas principales de la Propuesta 1 de Diseño

El aire se enfría por estar en contacto directo con la botella de agua congelada.



Un abanico impulsa el aire a través de la carcasa.

Fig 23. Principio de funcionamiento de la Propuesta 1

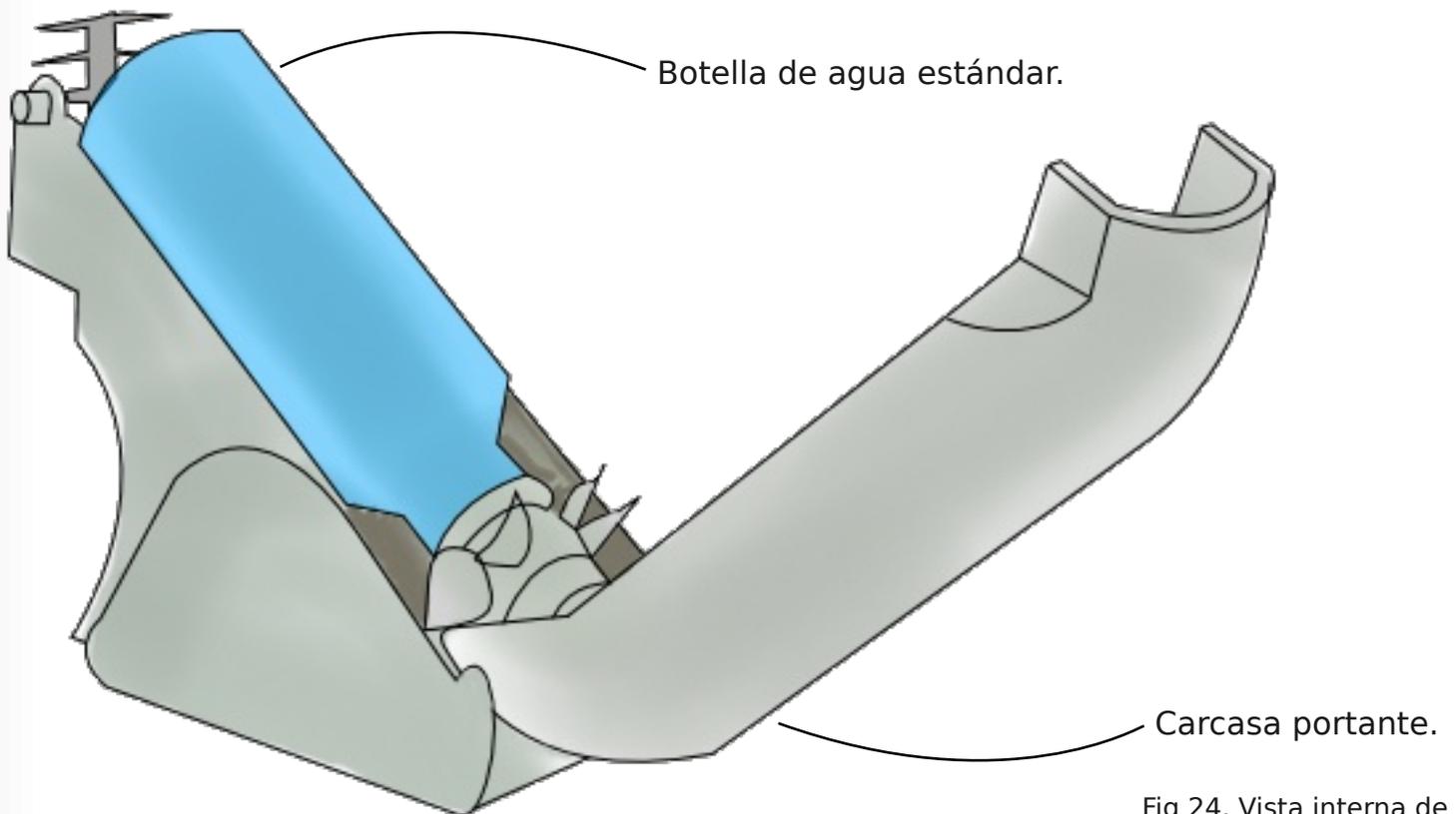


Fig 24. Vista interna de la Propuesta 1

Propuesta 2

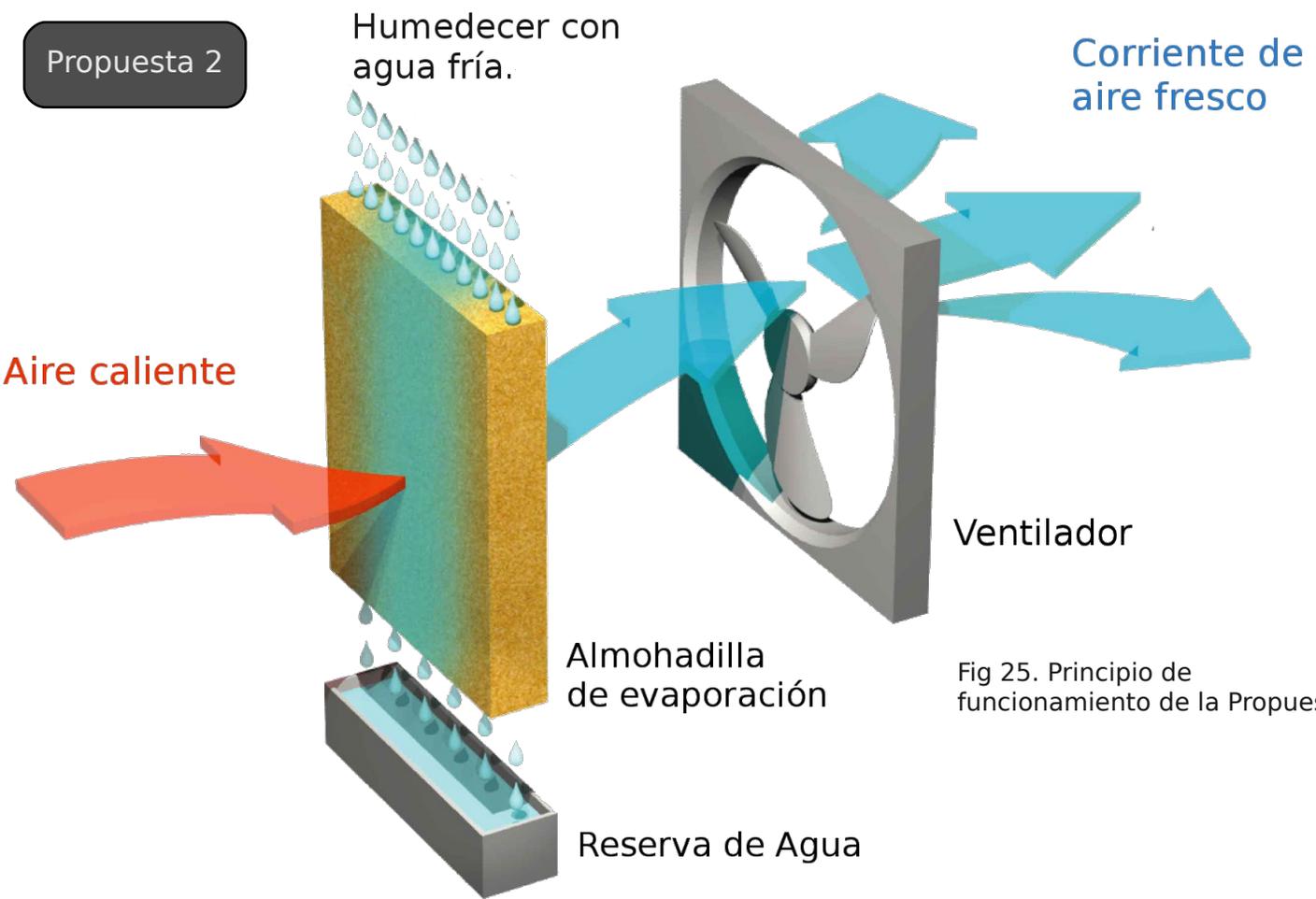
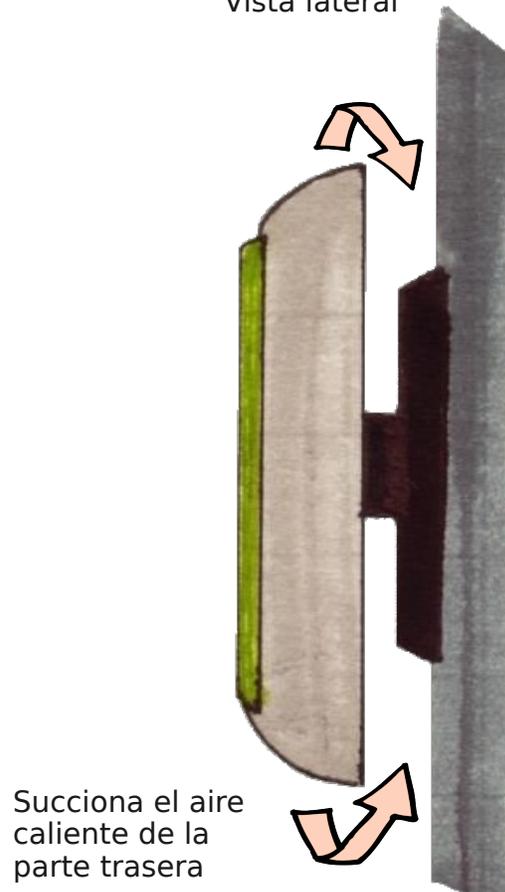
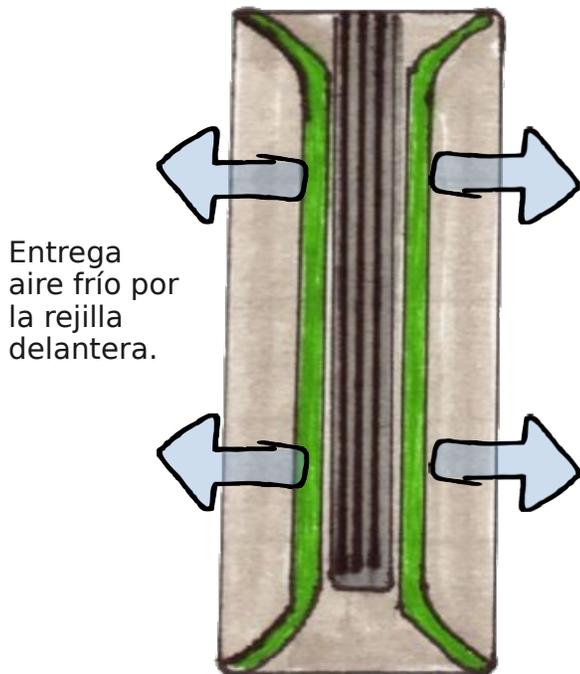


Fig 25. Principio de funcionamiento de la Propuesta 2

Vista frontal

Vista lateral



Propuesta 2

El enfriamiento por evaporación es un concepto simple. El sistema consiste en hacer circular aire a través de una superficie mojada para provocar la evaporación y bajar la temperatura del aire que atraviesa la almohadilla de evaporación.

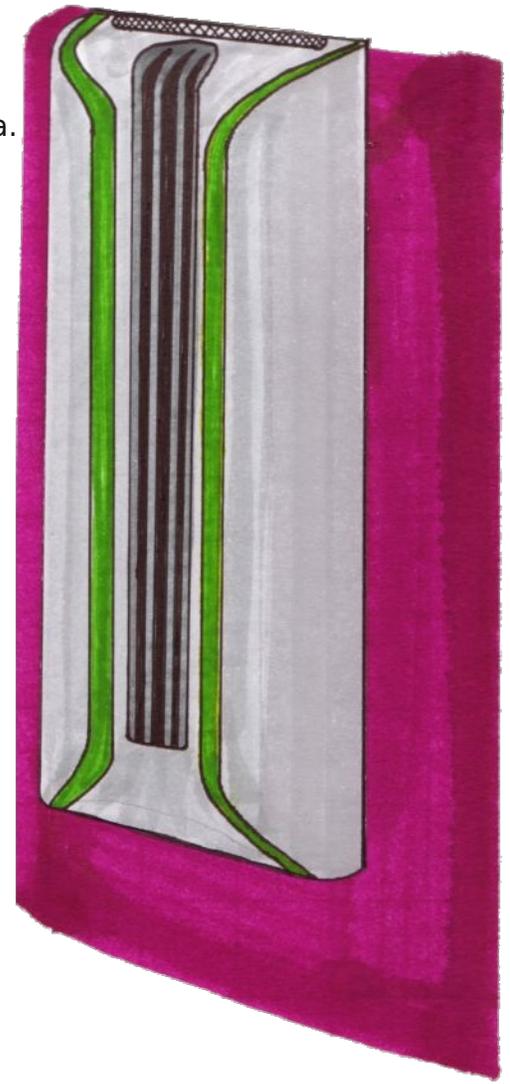
Los componentes son mínimos apenas un ventilador y un sustrato o almohadilla húmeda, es decir es un método p sivo de acondicionamiento térmico que trabaja mediante la evaporación del agua, un proceso totalmente natural.

Los sistemas evaporativos utilizan el proceso natural de evaporación de agua para enfriar el aire, consumiendo hasta un 90% menos de energía eléctrica que los equipos convencionales.

El nivel ideal de humedad para los seres humanos esta alrededor del 60% con una temperatura de aire cercana a los 23 C.

Vista de Perspectiva.

Empotrado sobre la pared.



Se agrega agua regularmente

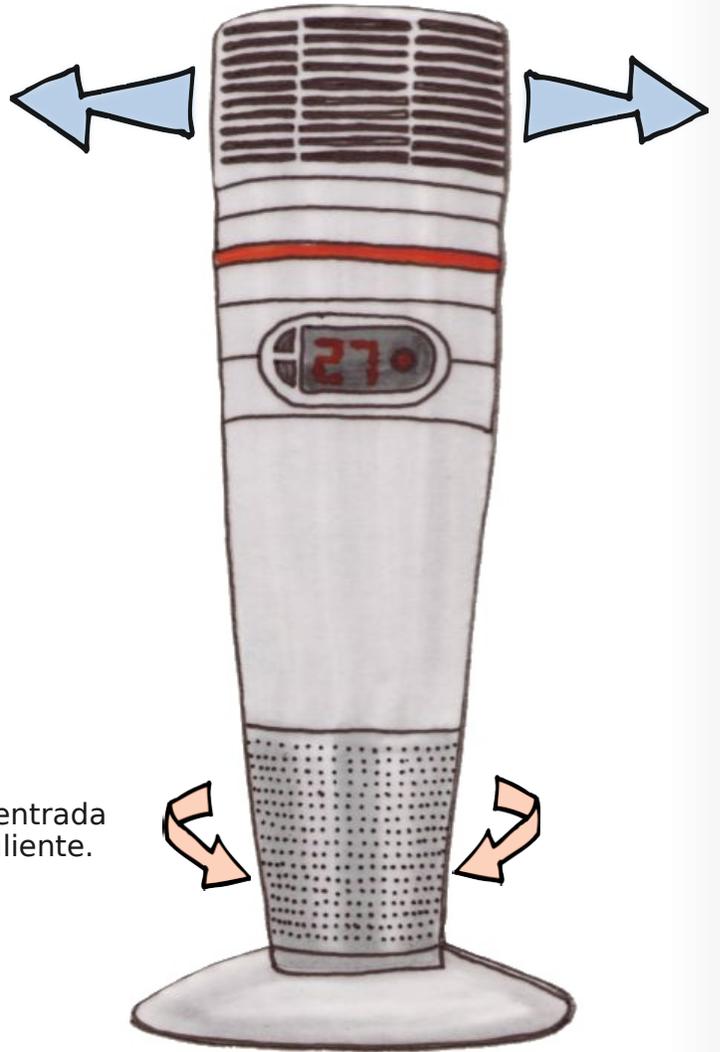
Salida de Aire Frío.



Salida de Aire Frío.



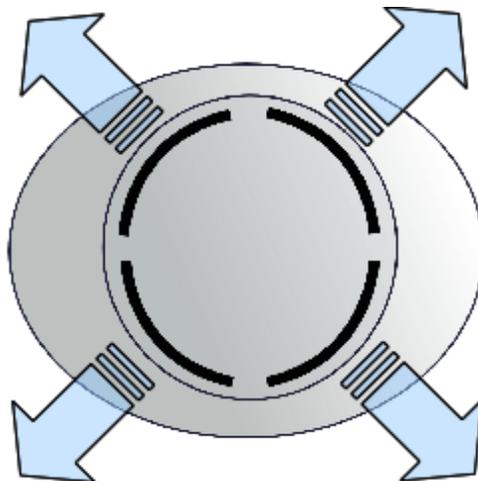
Vista de Perspectiva.



Rejilla de entrada del aire caliente.

Vista frontal

Distribución de una brisa de aire frío alrededor de los 360°



Vista superior

Fig 26. Vistas principales de la Propuesta 3 de Diseño

Propuesta 3

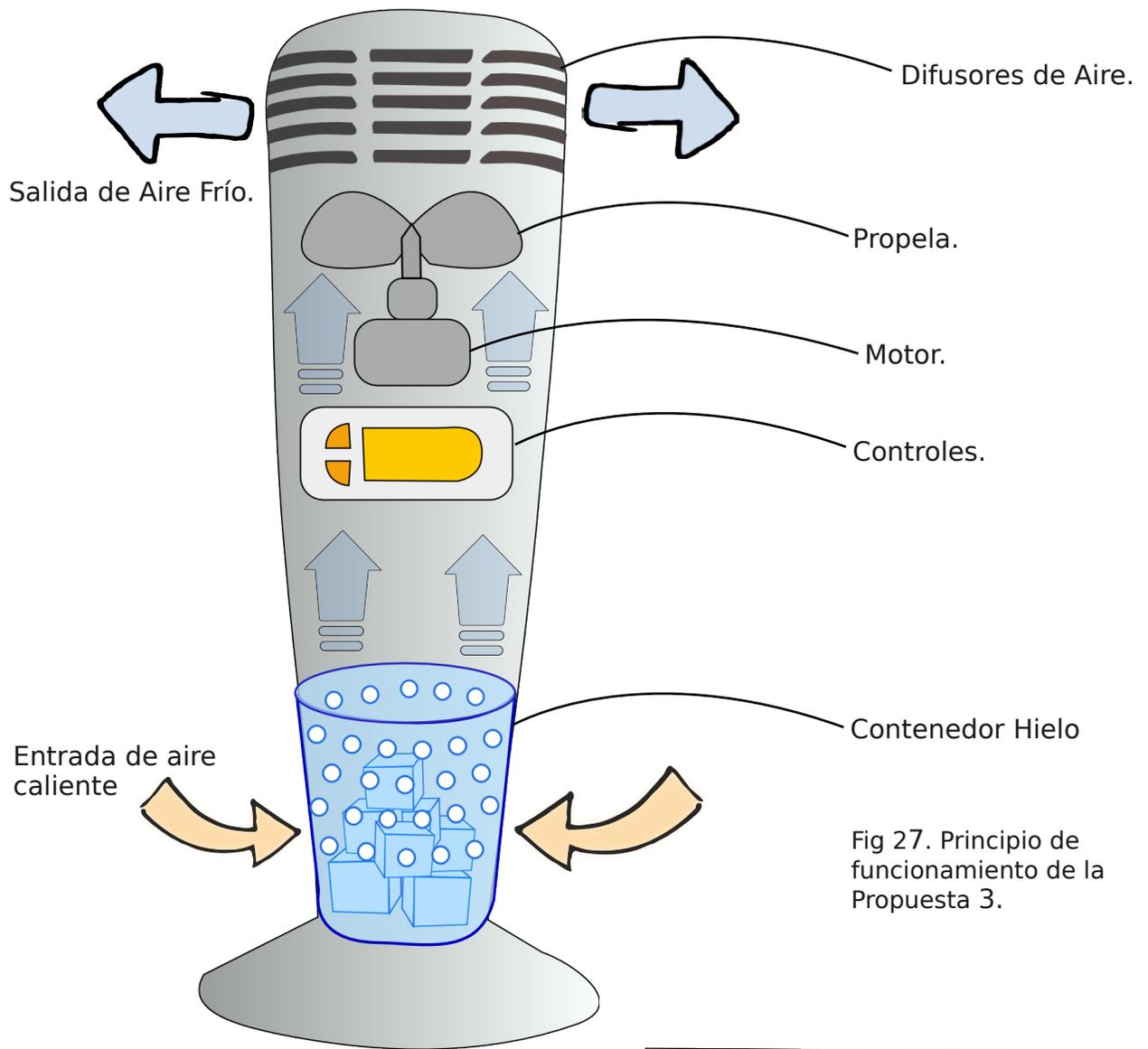
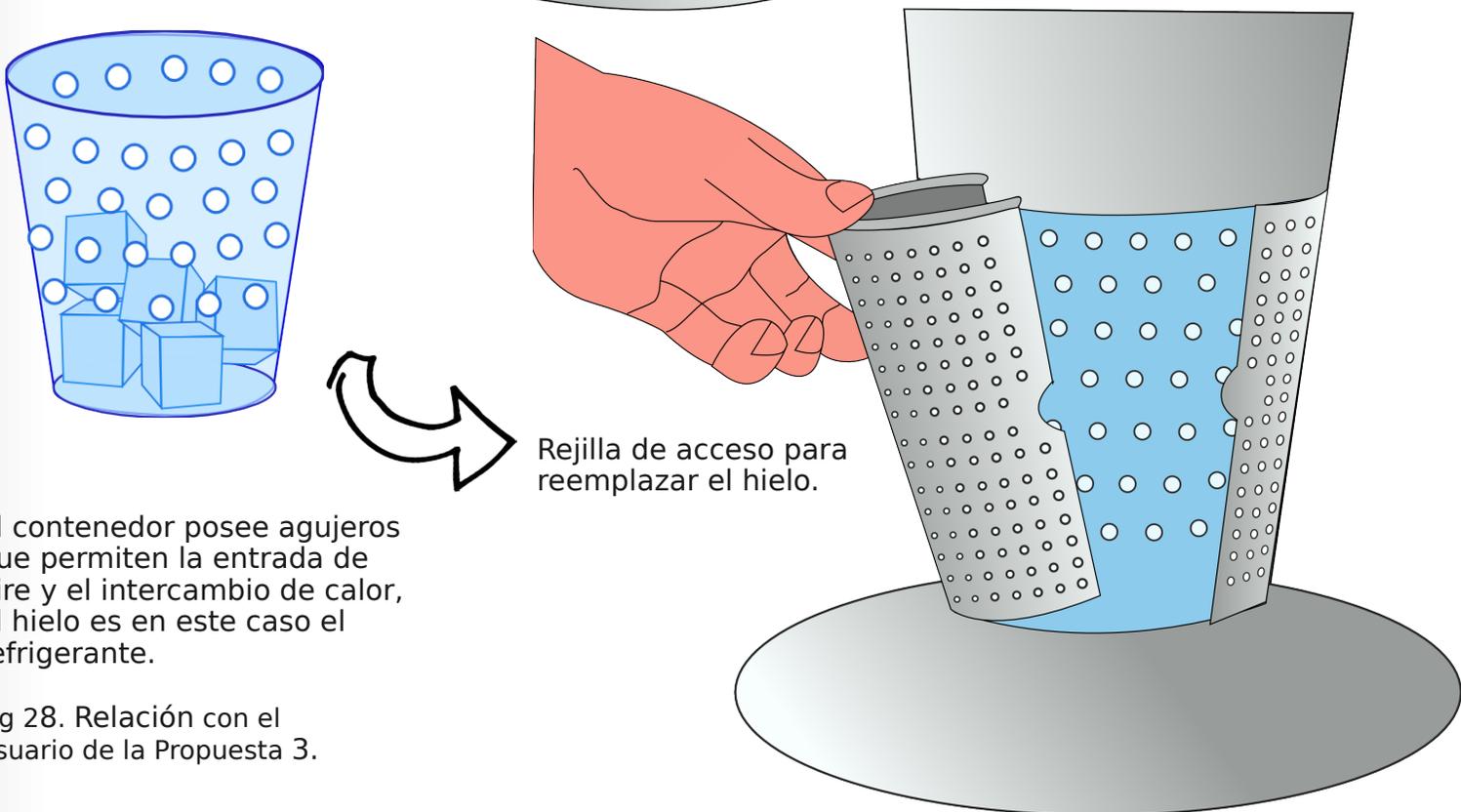


Fig 27. Principio de funcionamiento de la Propuesta 3.



El contenedor posee agujeros que permiten la entrada de aire y el intercambio de calor, el hielo es en este caso el refrigerante.

Fig 28. Relación con el usuario de la Propuesta 3.

Propuesta 4



Las dimensiones del sistema son mayores para que la eficiencia del proceso de evaporación tengan una capacidad frigorífica suficiente para climatizar espacios mayores.

Fig 29. Visualización general de la Propuesta 4.

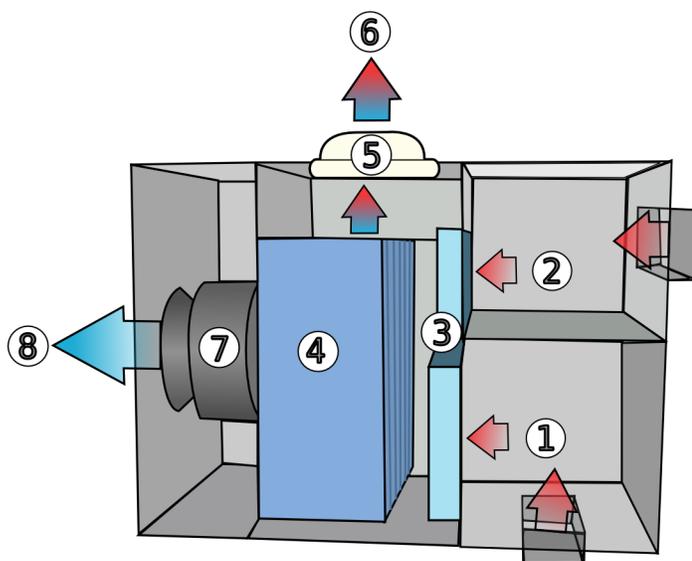


Fig 30. Componentes internos del sistema en la Propuesta 4.

- | | | |
|---------------------------|---|--|
| ① retorno de aire interno | ④ paneles de intercambio de calor | ⑦ el ventilador impulsa aire acondicionado |
| ② entrada de aire externo | ⑤ extractor de calor | ⑧ aire de climatización control de temperatura y humedad |
| ③ filtros purificadores | ⑥ salida de aire caliente saturado de humedad | |

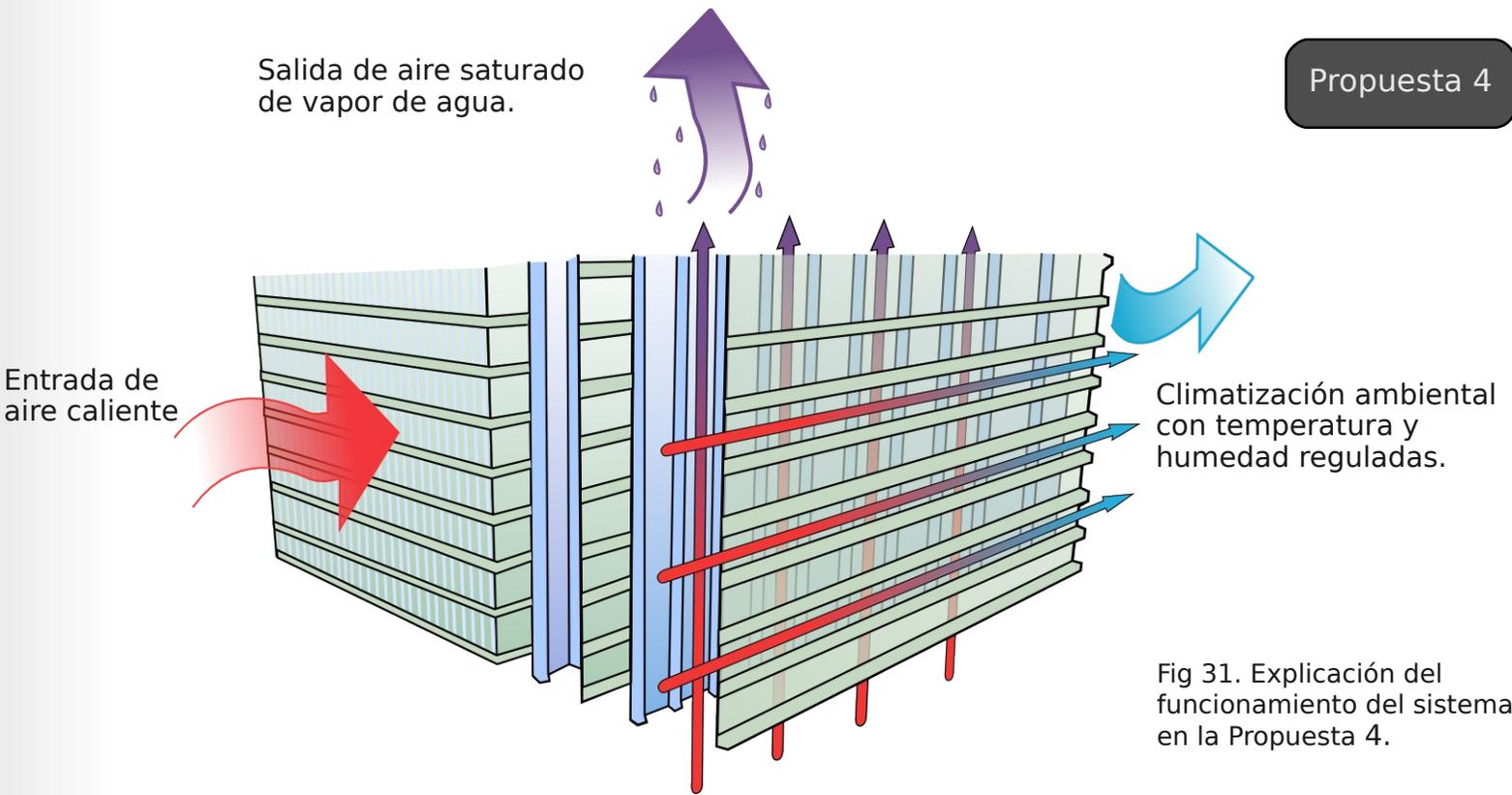
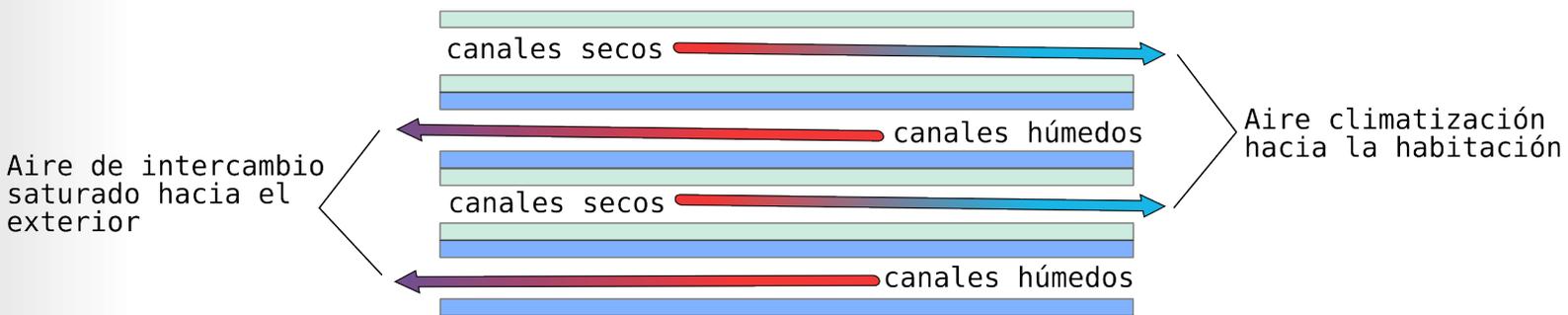


Fig 31. Explicación del funcionamiento del sistema en la Propuesta 4.

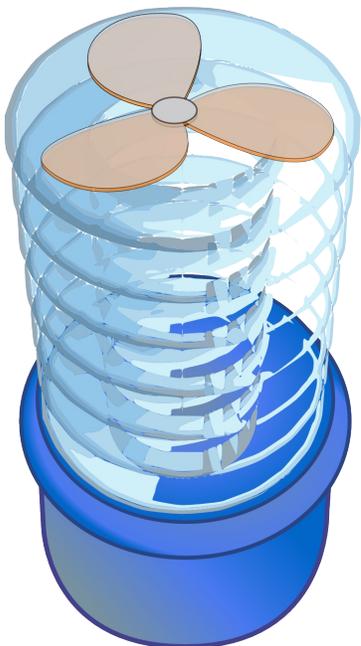
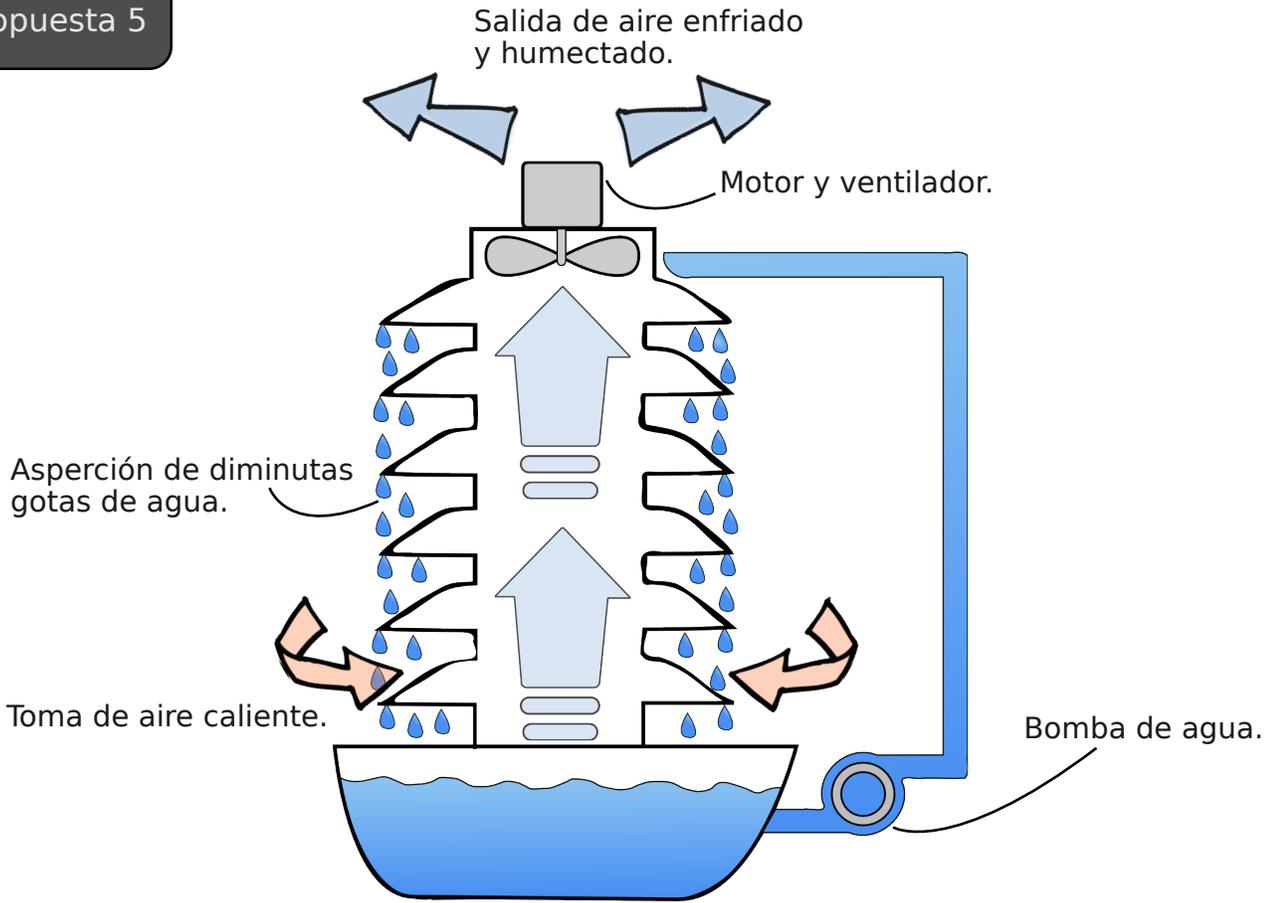
El intercambiador de calor está dividido en un conjunto de canales, los canales verticales están húmedos y separados de los canales horizontales por una membrana plástica. La mitad del aire asciende por los canales verticales húmedos se enfría y sale al exterior saturado del agua de evaporación.

La otra mitad del aire pasa en línea recta por los canales horizontales y también se enfría por contacto directo con la superficie plástica sin absorber ninguna humedad y sale al área de la oficina, brindando confort térmico a sus ocupantes.



El método evaporativo fue mejorado, incorporando una membrana de polímero separando el flujo de aire en dos corrientes aisladas. Una de las dos corrientes es enfriada por la evaporación del agua, agregándole humedad.

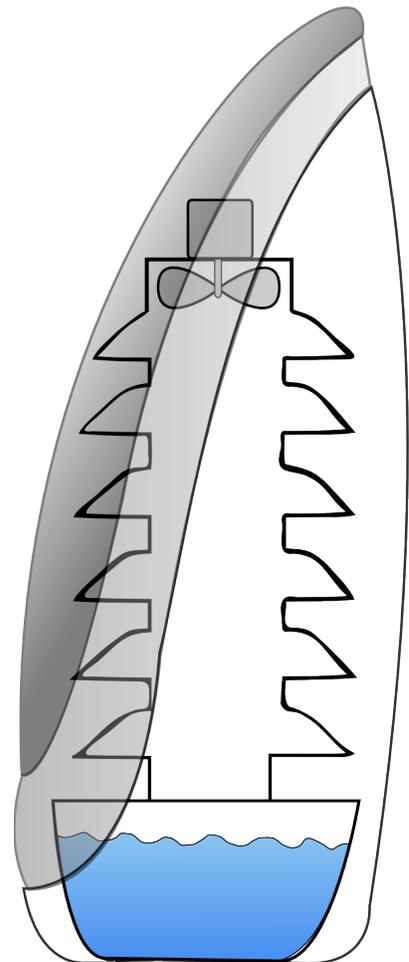
Este aire fresco y húmedo baja la temperatura de la membrana plástica contigua que a su vez enfría la segunda corriente de aire pero esta vez sin agregarle la humedad.



El concepto de la propuesta se basa en el principio de una caída de agua continua, formando una cortina de pequeñas gotas de agua, cuando se fuerza a el aire a atravesar esa cortina de agua, se enfría por el contacto directo con las pequeñas gotas de agua.

A la derecha se observa la distribución interna de los componentes del sistema dentro de la carcasa externa.

Fig 32. Explicación del funcionamiento del sistema en la Propuesta 5.



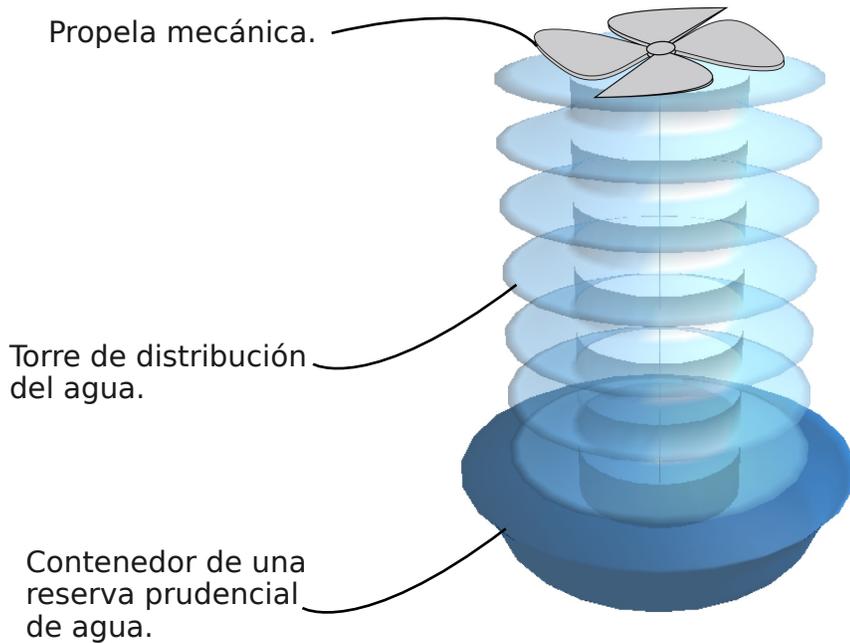
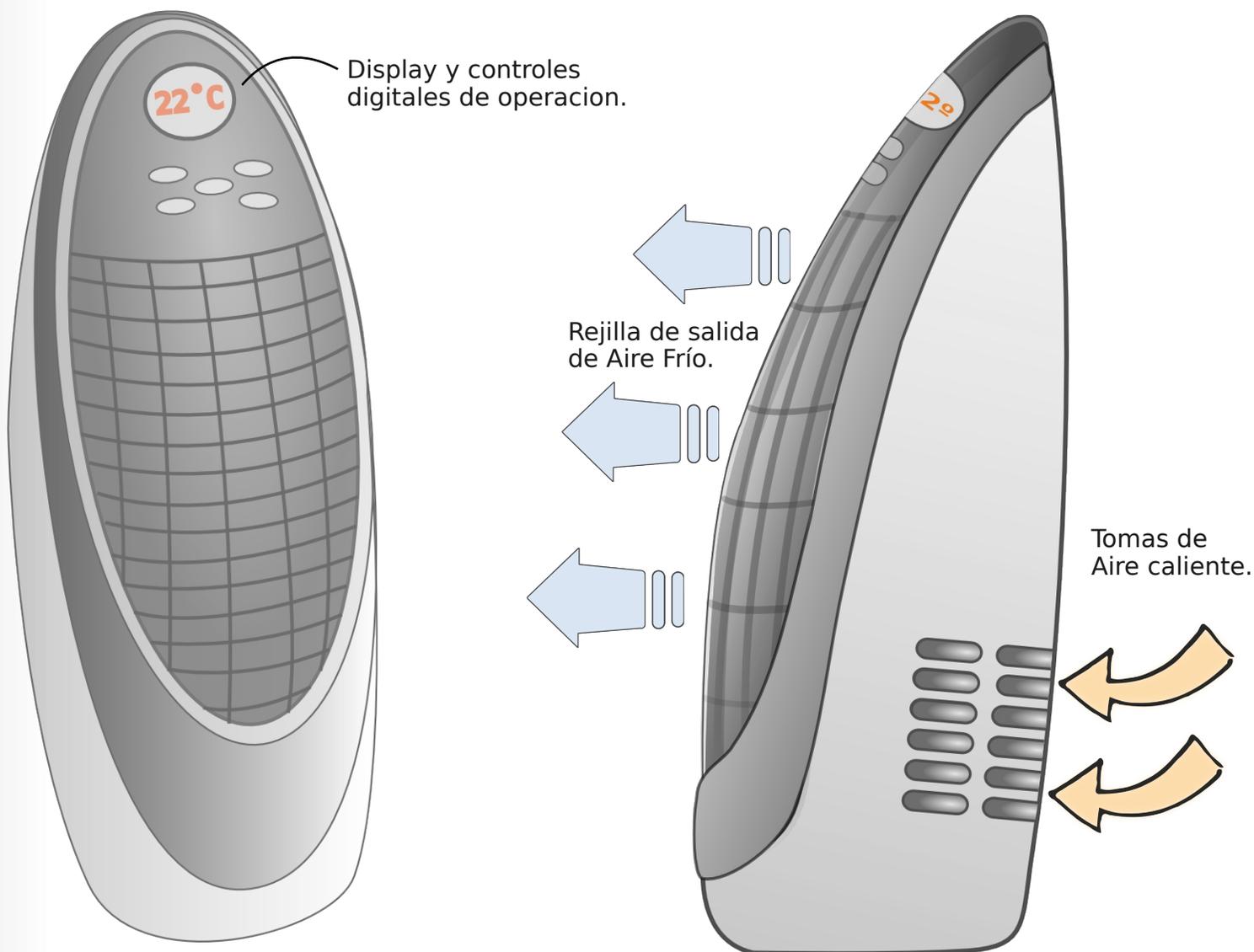


Fig 33. Componentes internos del sistema en la Propuesta 5.



Propuesta 6

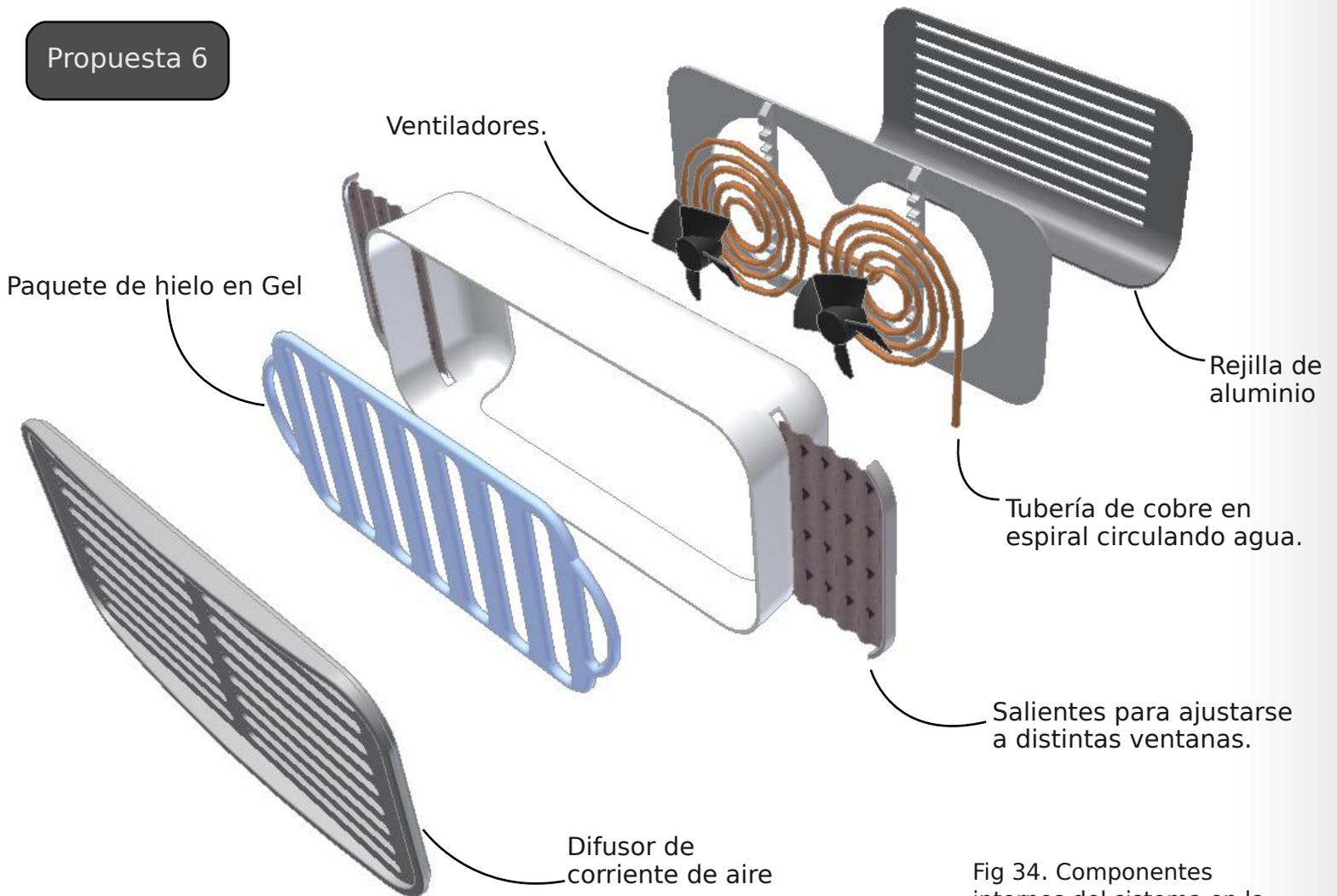
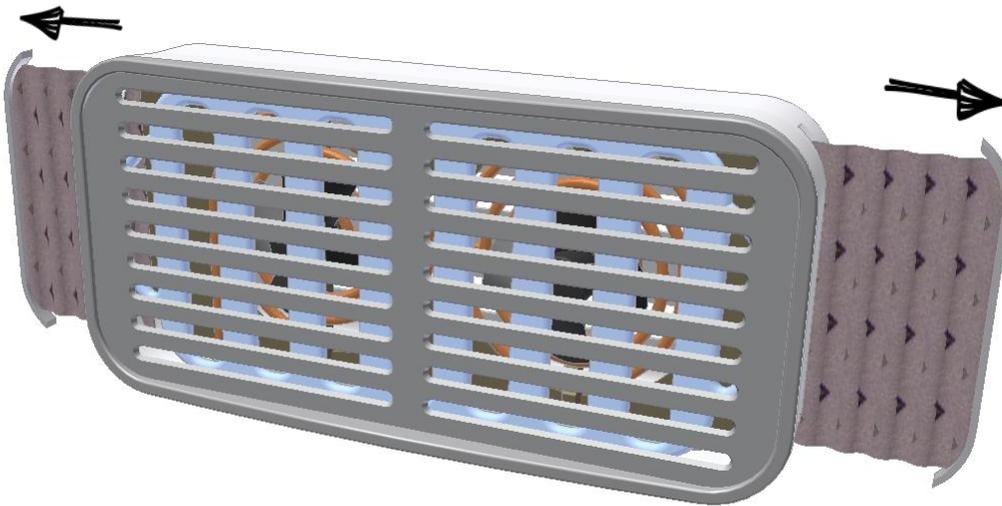


Fig 34. Componentes internos del sistema en la Propuesta 6.

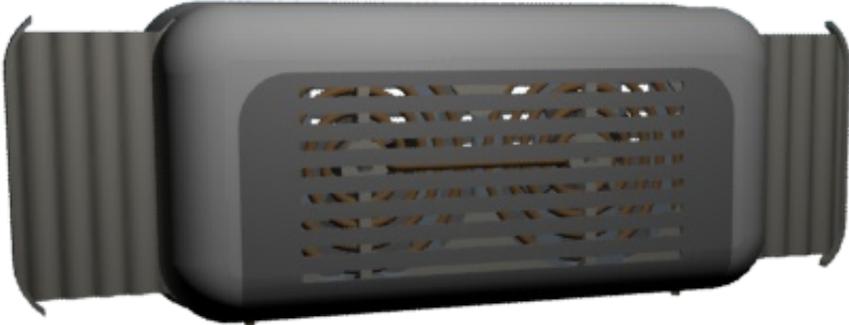


La unidad está diseñada para colocarse en el marco de la ventana para tomar el aire del exterior y enfriarlo mediante dos etapas: primero intercambia calor con una tubería en espiral de cobre luego pasa a enfriarse aún más al tener contacto con un paquete de hielo en gel.

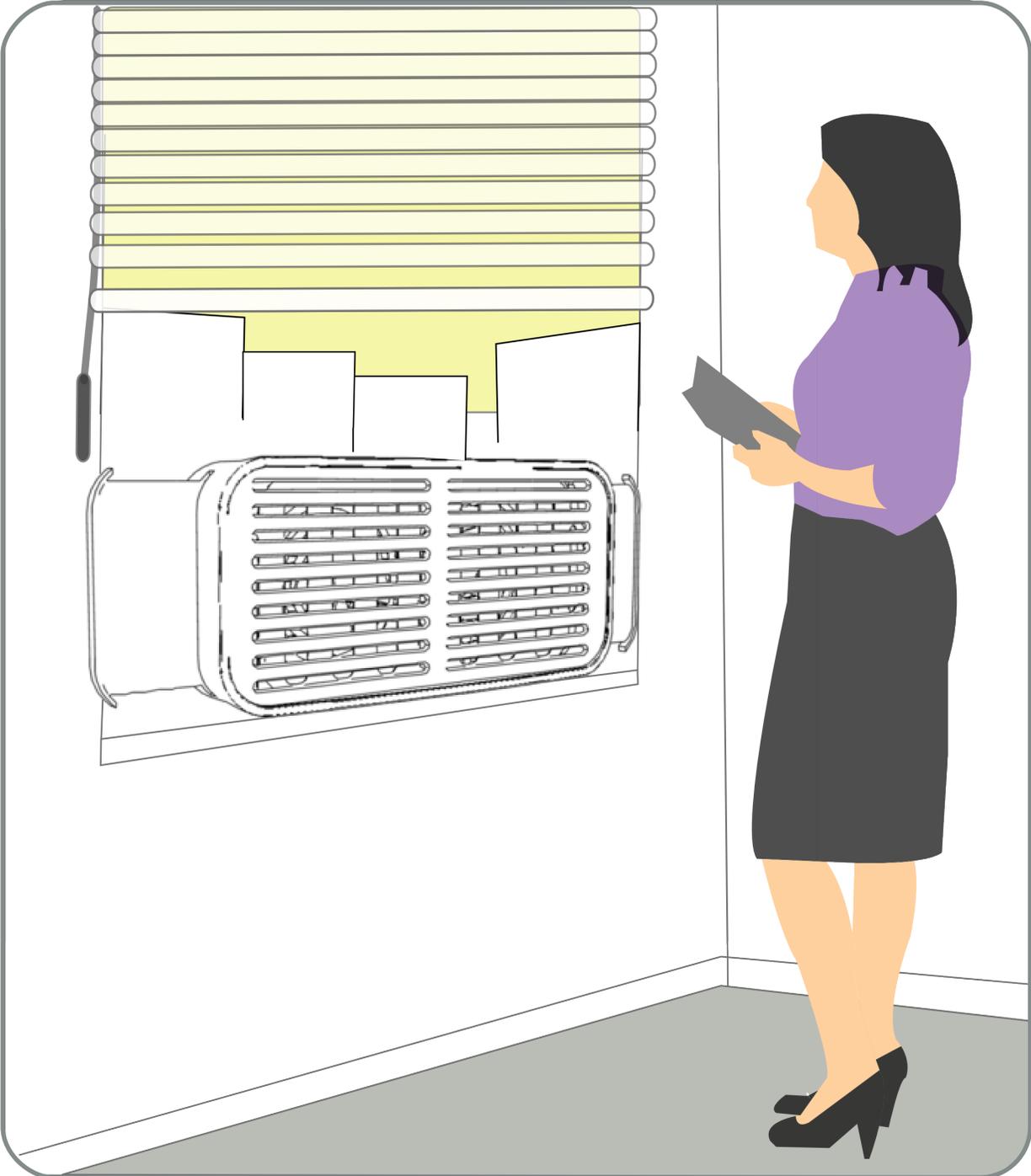
Del interior se despliegan dos salientes para recubrir la totalidad de la ventana y mantener el acondicionamiento térmico en el interior de la habitación.

El sistema se diseña para ajustarse a la variabilidad de marcos de ventana existentes y se mantiene el vínculo con el aire exterior que renueva el aire viciado de la habitación.

Asimismo mantiene la simplicidad de instalación en la oficina ya que no se debe intervenir en gran medida el espacio arquitectónico.



Vista trasera del sistema.



Ambientación del sistema en su entorno de uso.

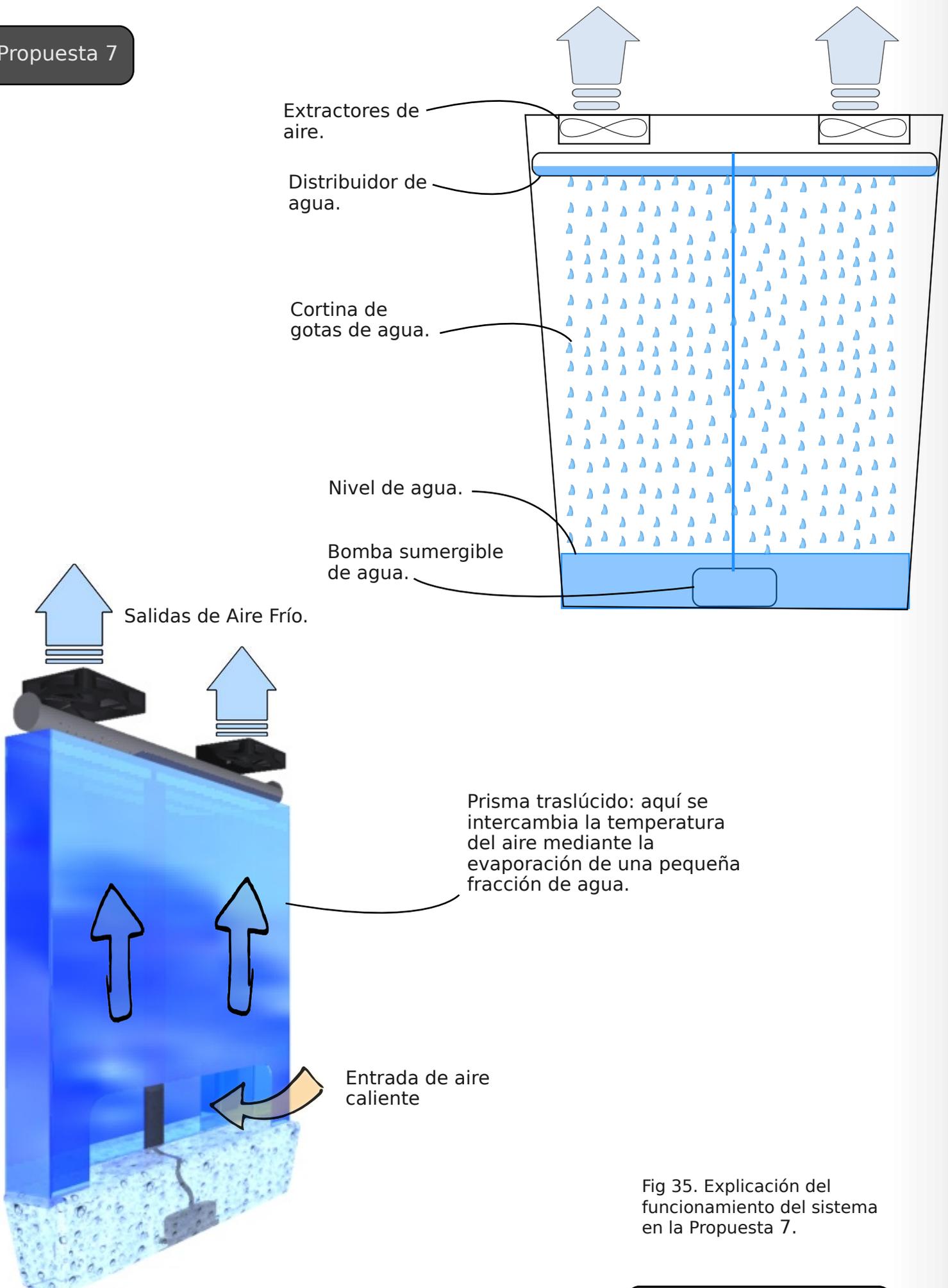


Fig 35. Explicación del funcionamiento del sistema en la Propuesta 7.

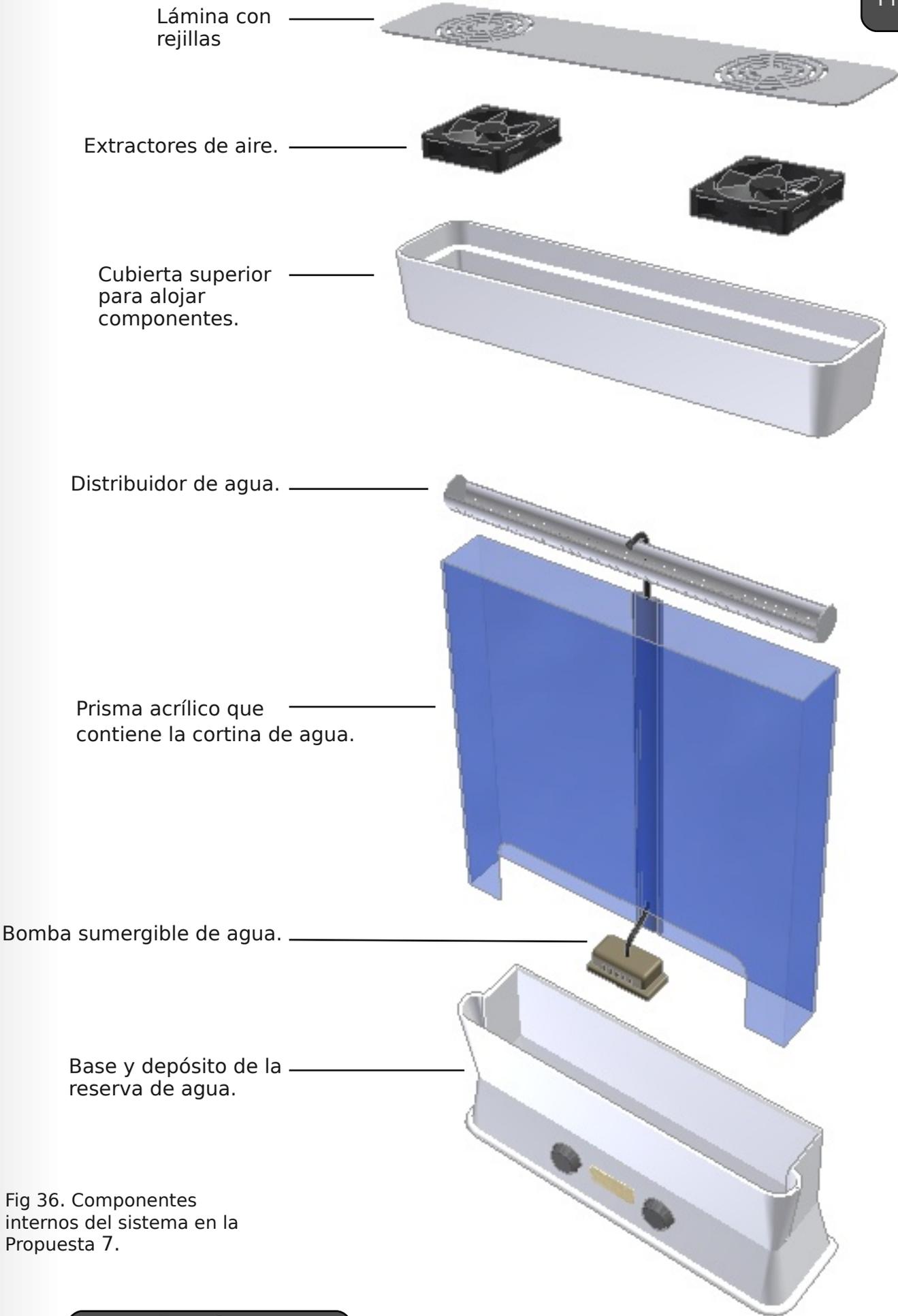
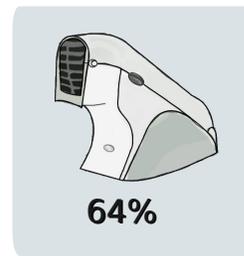


Fig 36. Componentes internos del sistema en la Propuesta 7.

Selección de Propuestas

Con los requerimientos inicialmente planteados se valoran las distintas propuestas desarrolladas, y se puntúan de acuerdo a el grado de importancia para cada ítem.

El mayor puntaje lo obtuvo la Propuesta 7 con un 84,4% de satisfacción para los requerimientos demandados.



Despliegue de Funciones del Sistema	Requerimientos demandados	Ítem	Puntaje	Propuesta 1 (64%)					Propuesta 2 (59%)						
				muy mal	mal	regular	bueno	muy bueno	muy mal	mal	regular	bueno	muy bueno		
Confort Térmico		Temperatura del Aire	8												
		Humedad relativa del Aire	9												
		Renovación del Aire	4												
		Velocidad del Aire	7												
Usabilidad		velocidad de aprendizaje del sistema	4												
		buen entendimiento de la operación	5												
		higiene al utilizar el sistema	8												
		calidad de uso de los controles de mando	7												
Producción factible		Posibilita su traslado	5												
		disponibilidad de partes y refacciones	10												
		facilita una instalación rápida y simple	9												
		Equipo de pocas partes	6												
		Mantenimiento de fácil entendimiento	8												
		Apariencia agradable	7												
		Dimensiones óptimas	3												

Tabla 7. Análisis competitivo entre las distintas propuestas del sistema a diseñar

alta importancia
 mediana importancia

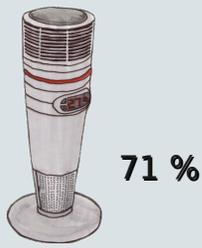
Mediante la retroalimentación del equipo de evaluación, se recopiló información para valorizar las propuestas desarrolladas.

Se recomienda adoptar una línea de diseño más estable que no se salgan de escala para la necesidad inicialmente planteada: espacios de oficinas no mayores a los cincuenta metros cúbicos.

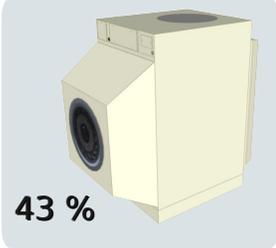
Se aconseja optar por sistemas que no sean invasivos para el entorno arquitectónico del espacio es decir, no descuidar el valor estético del producto.

Además se propone adoptar estrategias de eco-diseño muy ligadas al trasfondo del proyecto, buscando en cuáles áreas se puede impactar: consumo energético, mantenimiento, vida útil, recurso hídrico, materiales, reciclaje y reutilización de materiales. A pesar de que la parte perceptual no es el fuerte del proyecto, desde el punto de vista de arquitectura del producto se debe poner atención a la configuración y distancia de los componentes del sistema.

Con un sistema totalmente funcional se puede pensar en armonizar los diferentes elementos que componen el sistema.



71 %



43 %



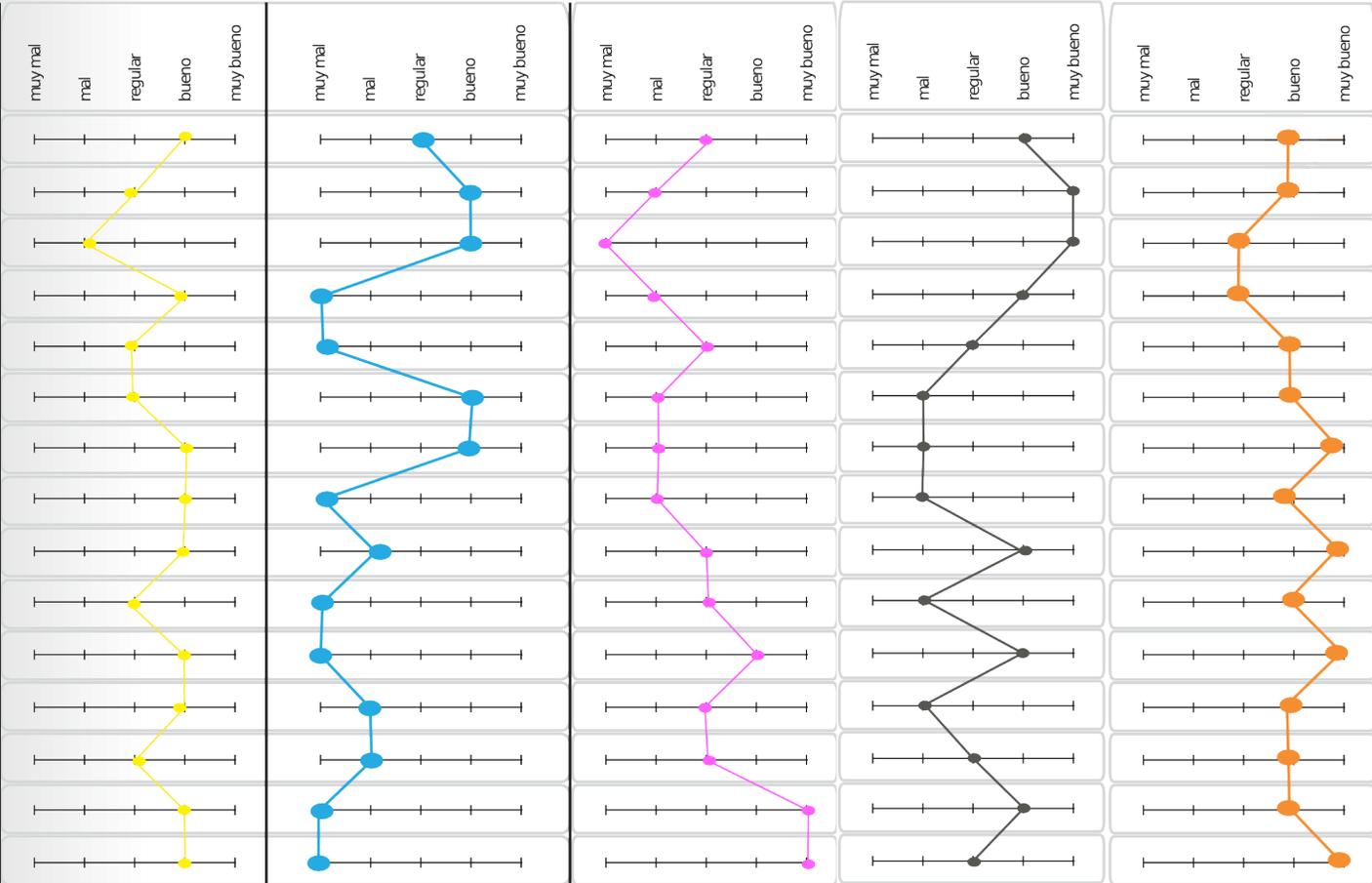
57 %



66 %

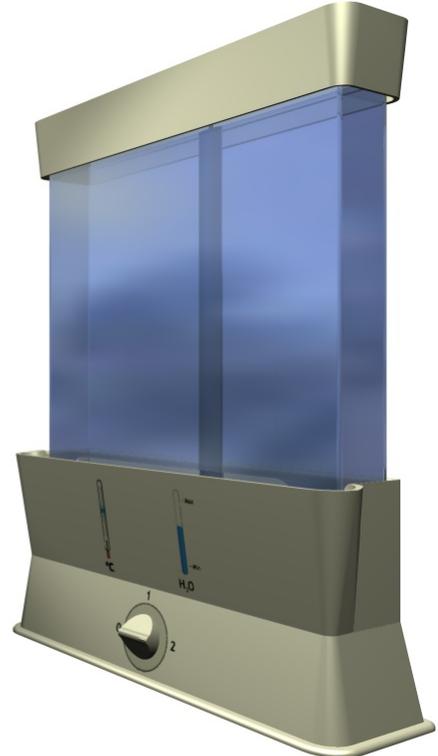


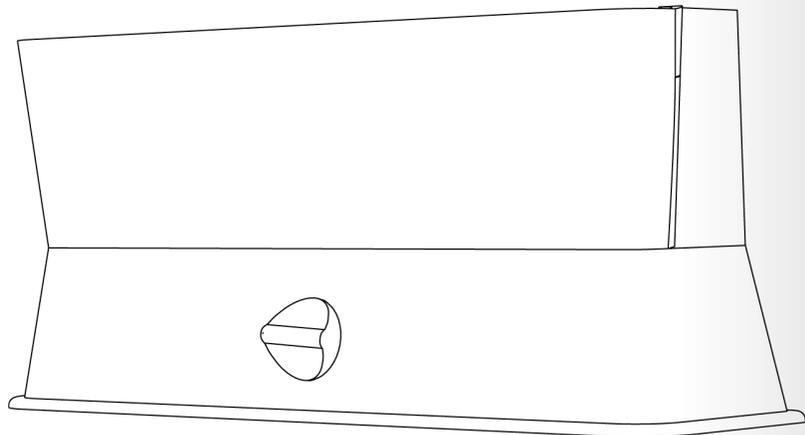
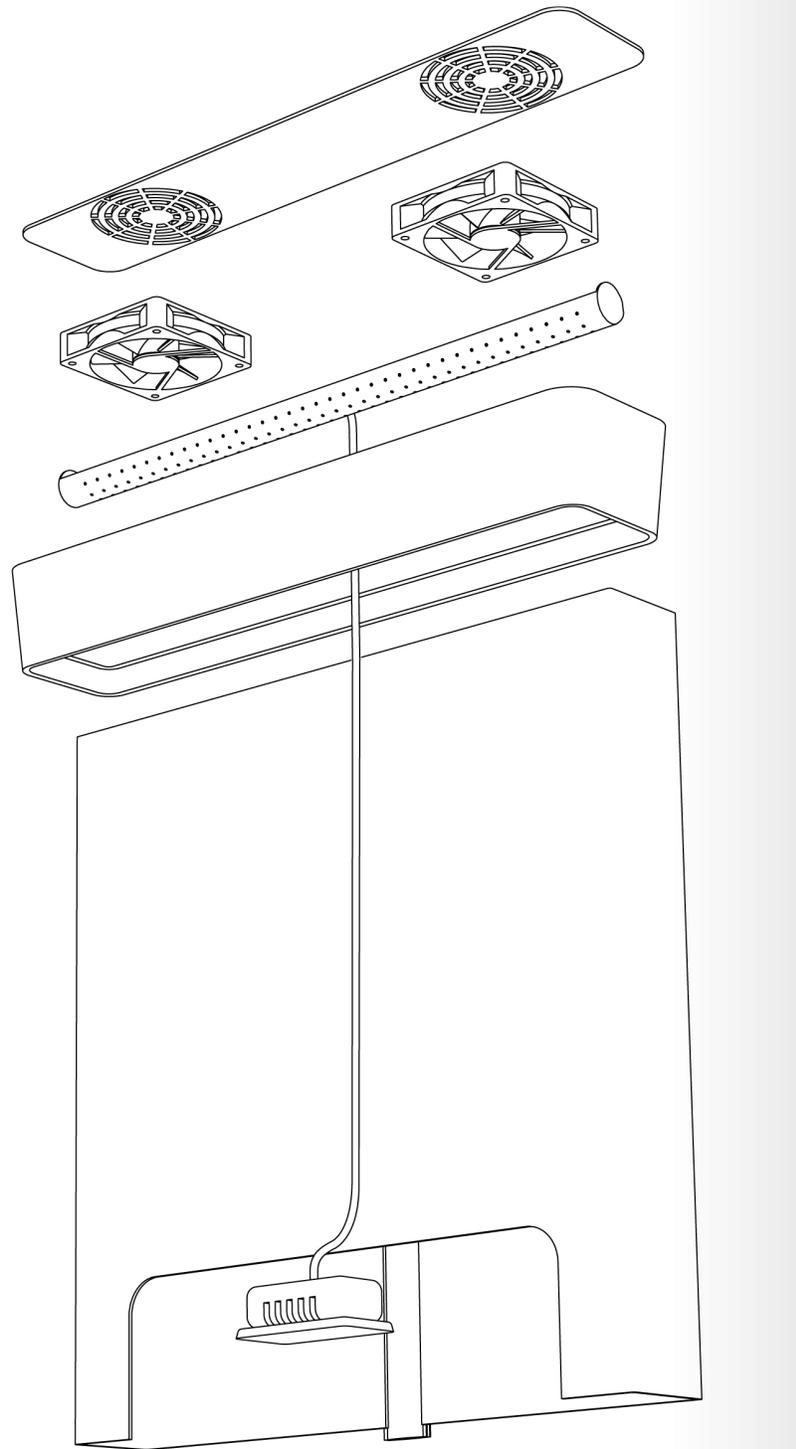
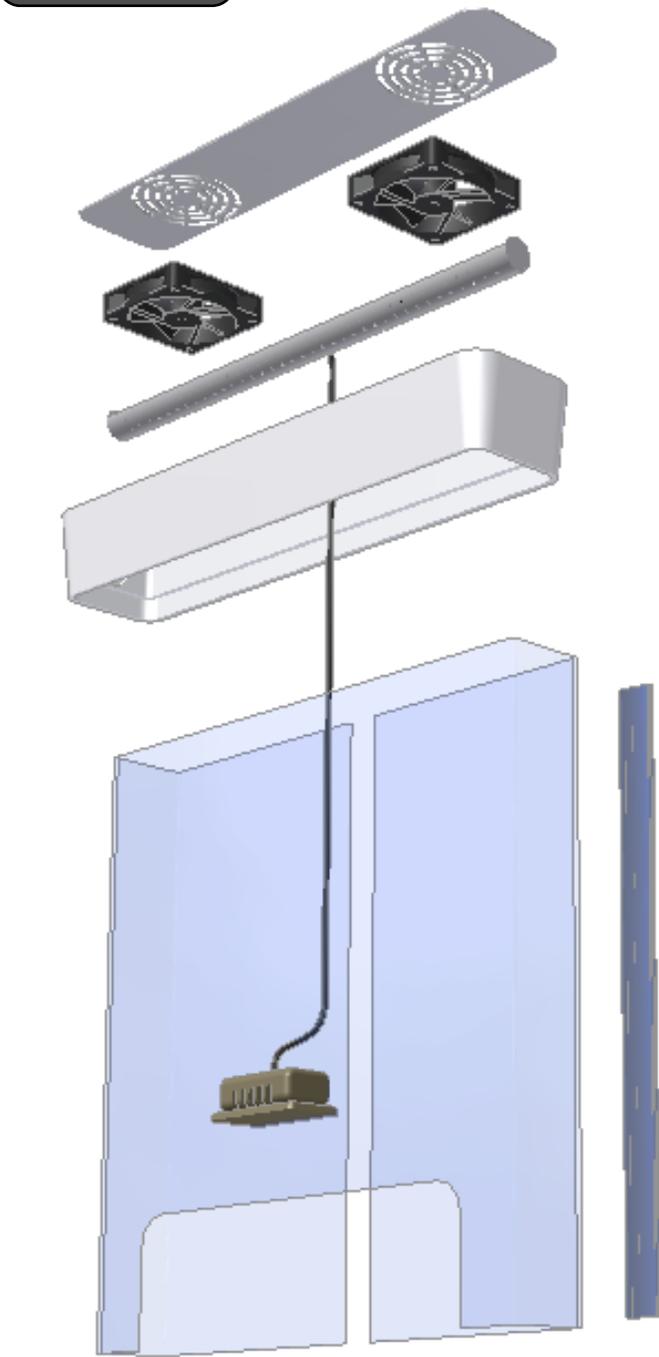
84 %



Propuesta Seleccionada

Con una propuesta definida se procede entonces a la Fases 3 y 4. Que validaran el diseño del producto con sus respectivos planos de conjunto y despieces, selección de materiales e interrelación con el usuario.





División de Sub-Sistemas.

El sistema de climatización eco-amigable usa dos ventiladores y una caída de agua permanentemente para reducir de 6°C – 10°C la temperatura del aire caliente. La renovación del aire es constante sin removerse y el resultado es un aire más humectado, con lo que se hace más beneficioso para las personas alérgicas (purifica el aire).

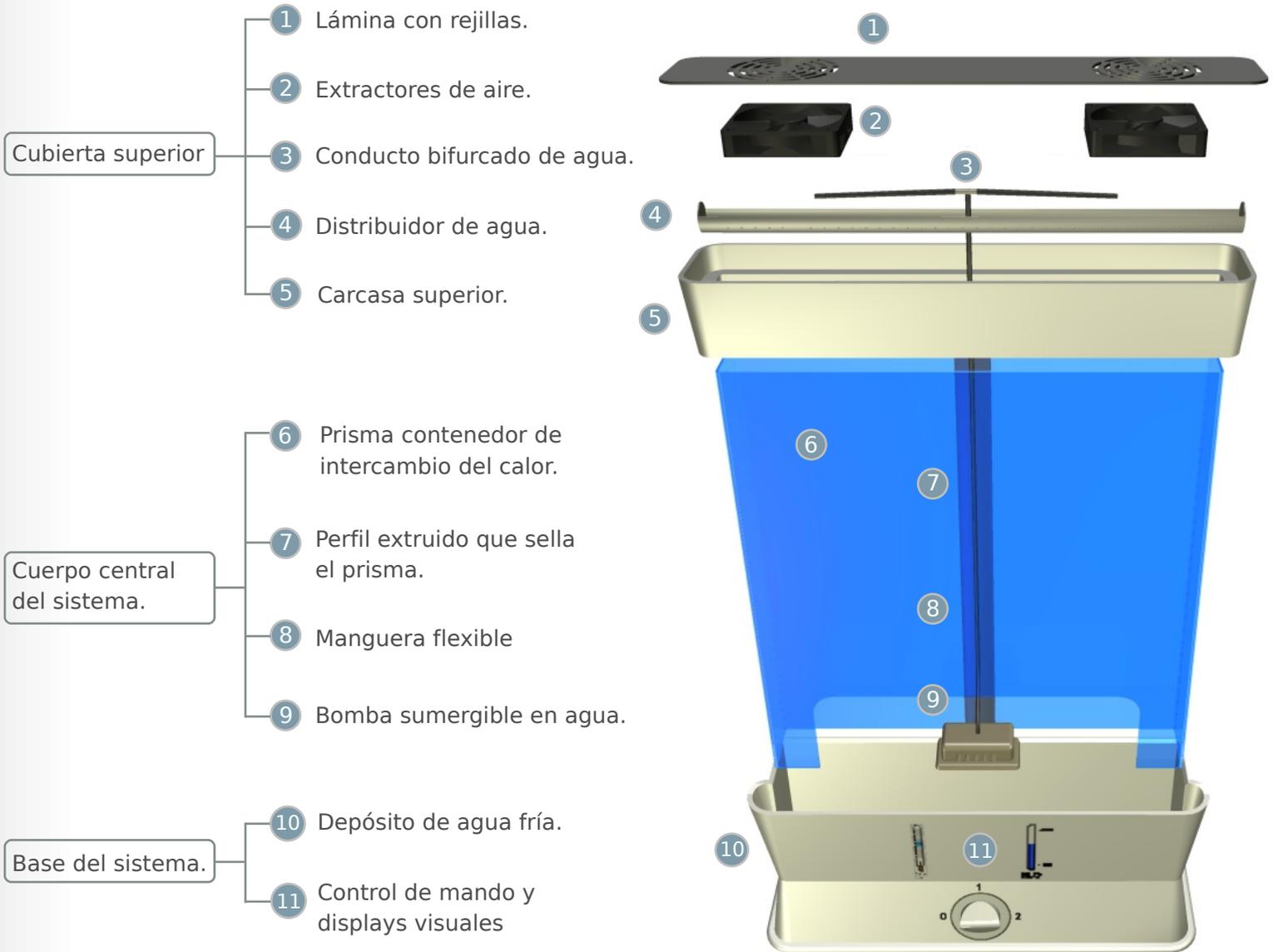
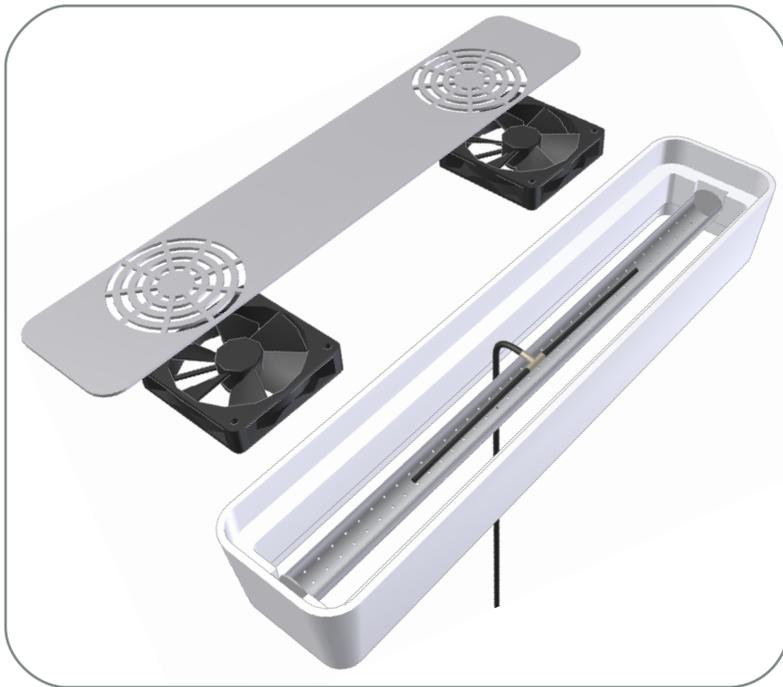


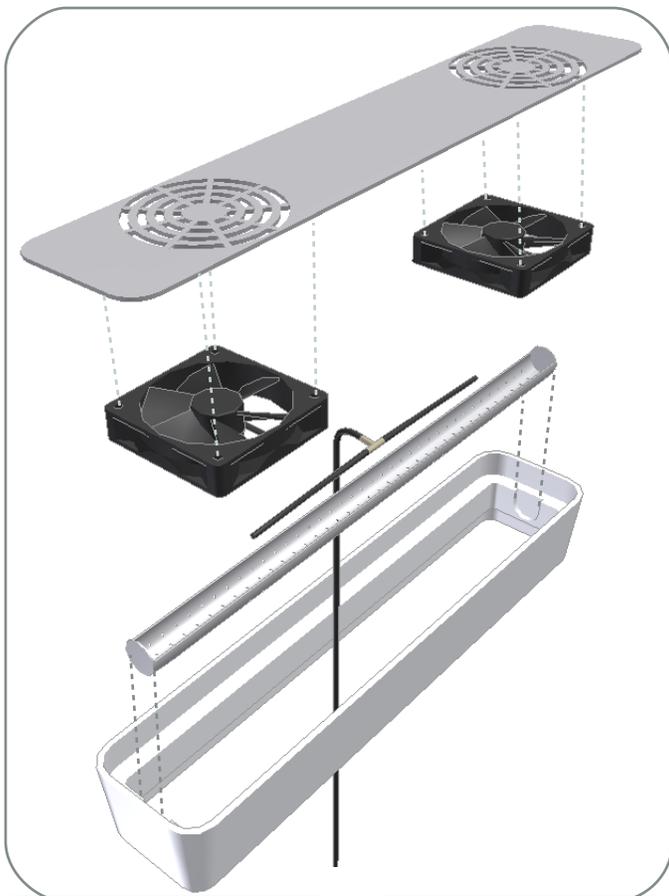
Fig 37. Componentes del sistema en la Propuesta.



Subsistema 1:

La carcasa superior aloja los ventiladores, el canal que distribuye uniformemente el agua y los tubos que conducen el fluido conectado a la bomba de agua. Se cubre con una lámina con rejillas que protege los componentes internos.

Fig 38. Componentes internos del sub-sistema 1.



Montaje de los componentes

Los ventiladores y el canal de distribución se encajan dentro de ranuras previstas por la pieza de la carcasa. La rejilla se atornilla encima lo que facilita el acceso a interior para su eventual limpieza.

Fig 39. Montaje de los mecanismos del sub-sistema 1.

Extracción del Aire:

Cada uno de los ventiladores tienen una capacidad de mover un volumen de aire de hasta cincuenta metros cúbicos por hora. Lo que significa una renovación constante suficiente para tratar la totalidad del aire dentro de la oficina.

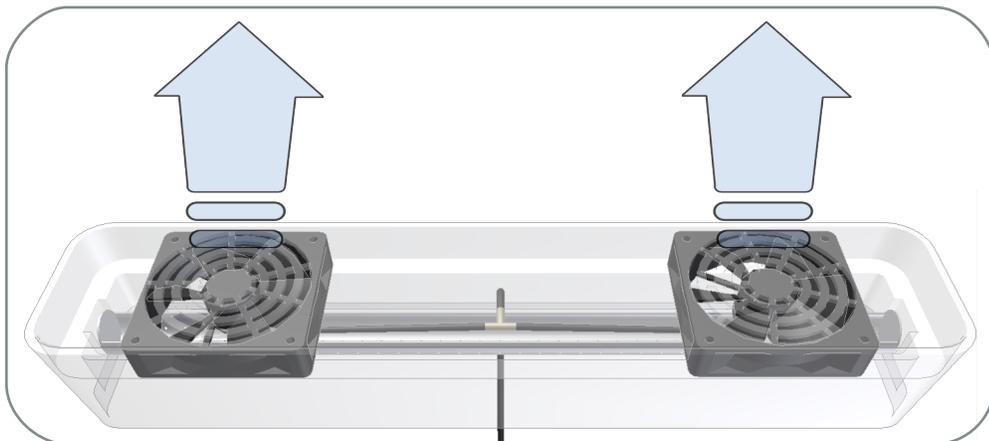


Fig 40. Mecanismo de extracción de aire

Distribución del Agua:

El canal de distribución posee una serie de pequeños agujeros de 0,5 mm a lo largo de la pieza.

El canal se inunda parcialmente y a partir de este punto la presión del agua se reparte uniformemente y precipita en forma de goteo.

La bomba impulsa un caudal de 270 litros cada hora suficiente para mantener inundado el canal.

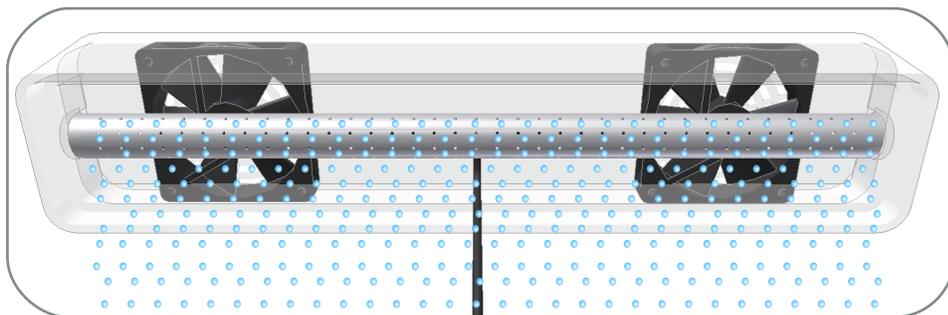
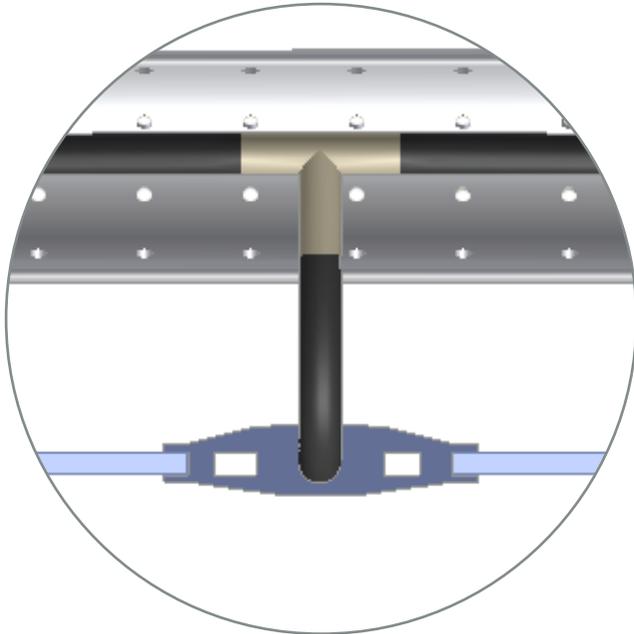
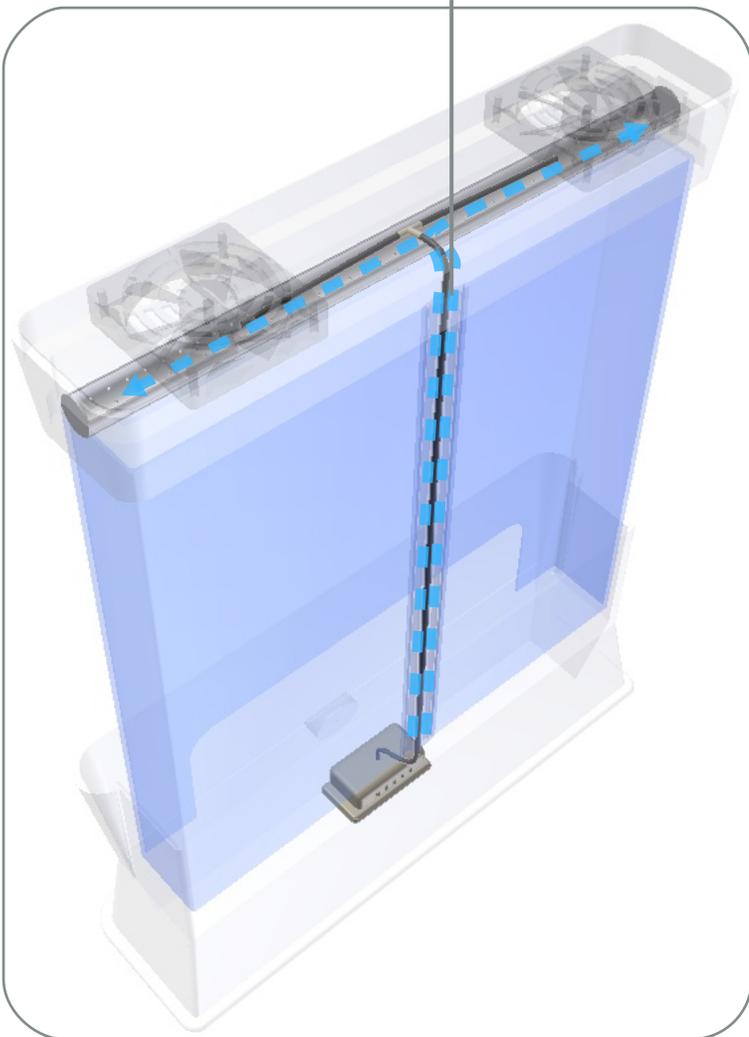
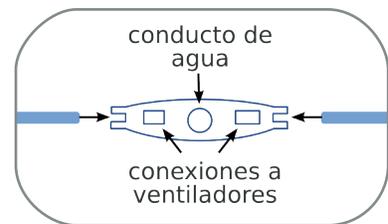


Fig 41. Mecanismo de distribución de agua.



Subsistema 2:

Un perfil extruido cierra las paredes del prisma por la parte trasera. Dentro de este perfil se conduce el tubo que transmite el líquido conectado a la bomba de agua.



Circulación continua del agua dentro del Sistema.

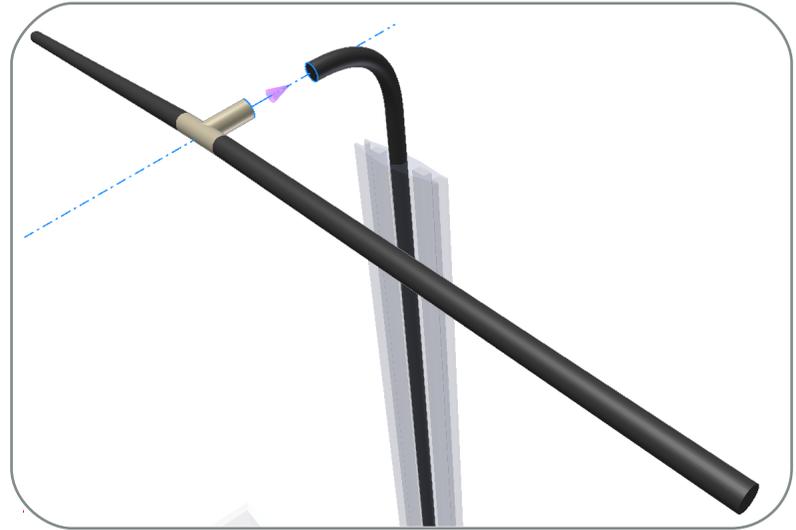
El líquido asciende por el conducto y sube hasta una altura de 50 cm. donde una pieza de bifurcación en forma de "T" que divide en dos conductos el fluido y lo dispersa a lo largo del canal de distribución.

El perfil cierra el sistema central y no lo expone a presiones externas.

Fig 42. Mecanismo de la columna de agua.

Detalle del conducto que atraviesa transversalmente el perfil.
Asimismo se aprecia la conexión a presión entre los tubos que transportan el agua.

Fig 43. Detalle de la unión de la pieza T.

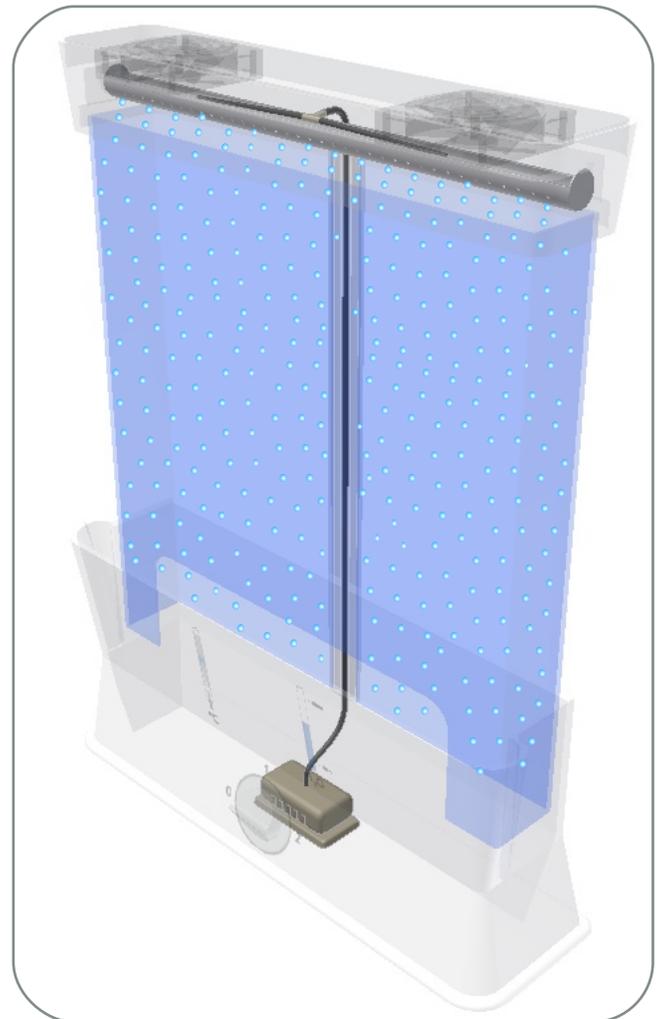


Funcionamiento de la cortina del agua dentro del Sistema.

El resultado del funcionamiento del sistema central es una cortina de gotas de agua que precipitan dentro del prisma, donde se lleva el intercambio de calor pues el aire se humecta con las partículas de agua que caen.

El acílico aísla el sistema tanto térmicamente del entorno del ambiente así como acústicamente por el ruido generado por los ventiladores que se vería atenuado en parte por el sonido de las gotas al chocar con el agua del depósito de la base.

Fig 44. Mecanismo de separación y cortina de gotas de agua.



Proceso de Enfriamiento:

El acondicionamiento de aire por evaporación basa su principio de enfriamiento en la reducción de temperatura por la evaporación del agua. Esto significa que el aire absorbe humedad y reduce su temperatura. Por ejemplo, si tenemos una temperatura de 30°C y una humedad relativa del 70%, el climatizador tendrá un efecto en el descenso de la temperatura de 6°C y mediante la circulación del aire se produce una reducción de temperatura del área de trabajo hasta los 24°C, lo que sumado al efecto de circulación de aire, nos coloca en zona de confort.

Proceso de Enfriamiento:

- A** Entrada del aire al sistema, el aire es succionado por una abertura en la base del prisma traslúcido.
- B** Mientras el aire asciende por el prisma, una fina cortina de lluvia precipita hasta el depósito de agua fría, en este trayecto el aire intercambia calor con las finas gotas y se enfría mediante el contacto directo con las partículas de agua.
- C** Dos extractores fuerzan el aire a salir del sistema por la parte superior una vez que se ha enfriado para climatizar la oficina.

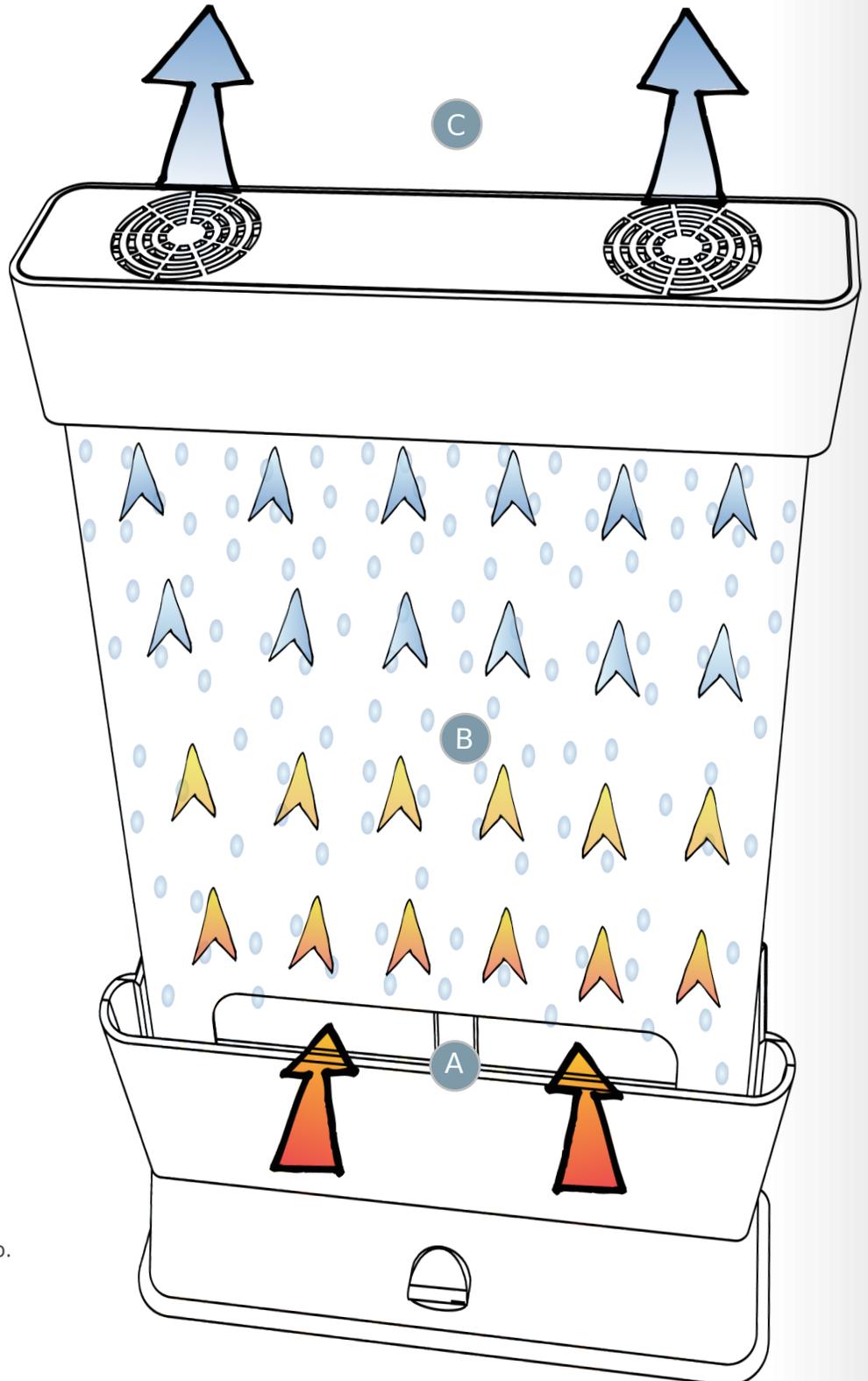


Fig 45. Proceso de enfriamiento propuesto.

Características Operativas del Climatizador Evaporativo.

Dentro del acrílico se lleva a cabo el intercambio de calor entre el aire y el agua, es necesario proveer el suministro de agua. La sensación de comodidad surge de la generación de un microclima.

El enfriamiento del aire no seca el ambiente. Tampoco recircula aire viciado como sucede con los ventiladores convencionales.

Como se estudió el confort se define por el efecto compuesto de temperatura y humedad relativa sobre el cuerpo, la sensación de satisfacción térmica se alcanza entre los 18°C y 26°C. La humedad relativa es menos significativa ya que la tolerancia del cuerpo es grande, admitiendo límites entre 20% y 75%.

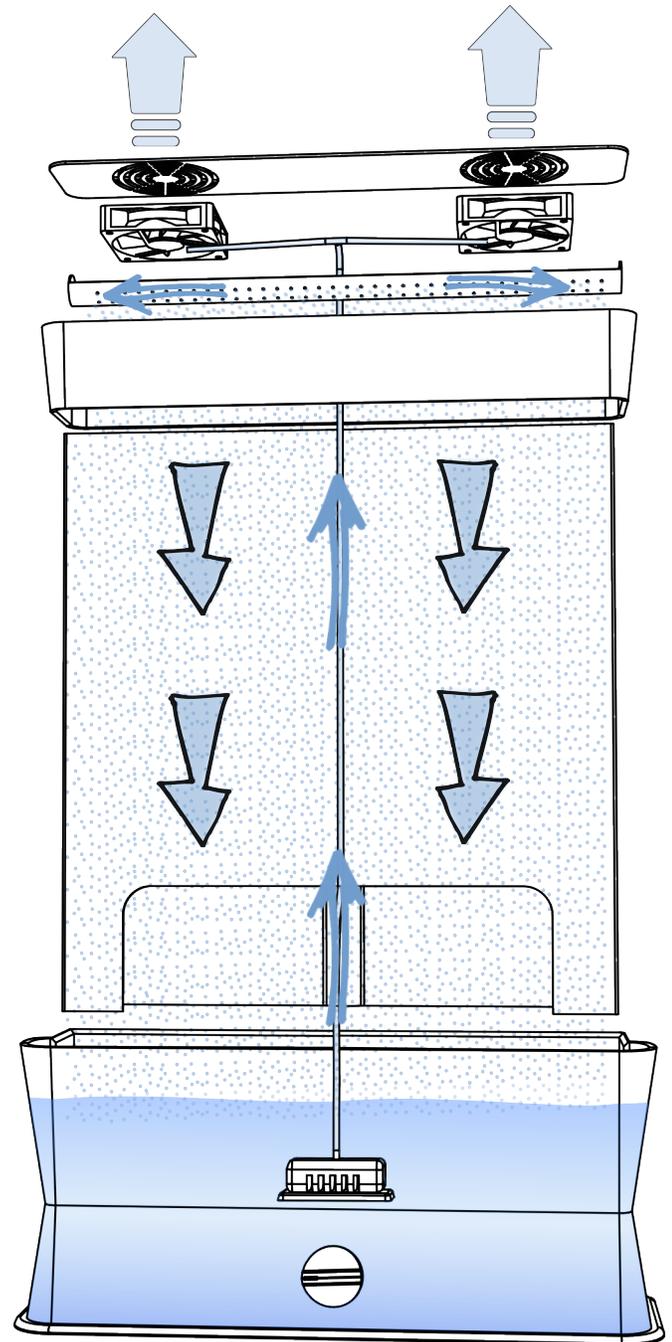
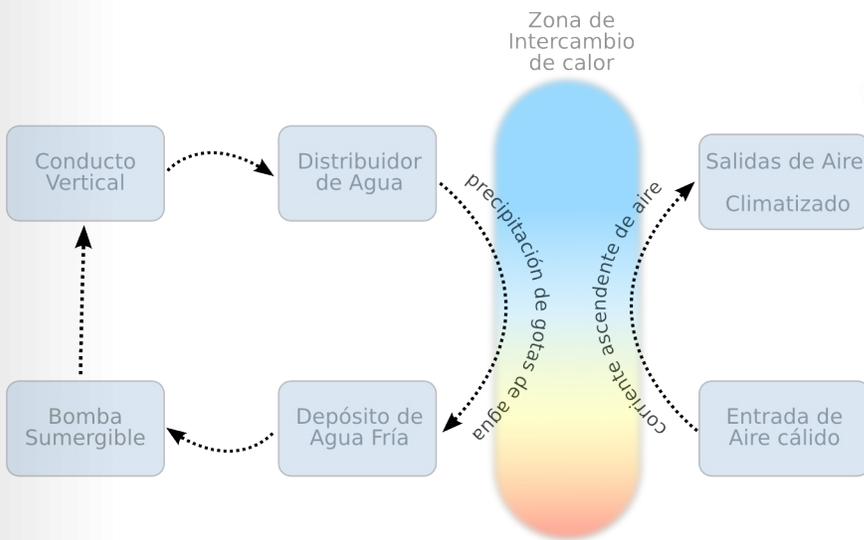
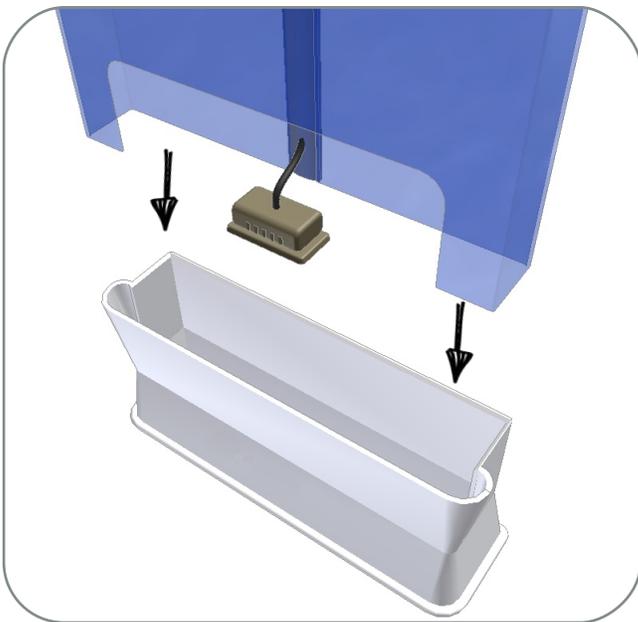


Fig 46. Circulación interno del agua, ciclo dentro del sistema.



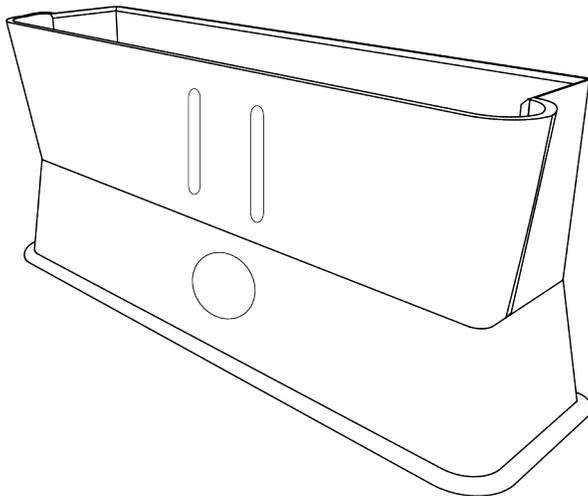
Subsistema 3:

La base del sistema es un depósito que contiene una reserva de agua de 4,5 litros, posee una abertura saliente para poder administrarle el agua o el hielo, según sea la necesidad de enfriamiento del usuario. También aloja el panel de control de encendido y los displays de temperatura y nivel de agua.



Detalle del montaje entre el prisma de acrílico traslúcido y la base o depósito de agua, donde se aloja la bomba sumergible que mantiene el fluido en circulación por el sistema.

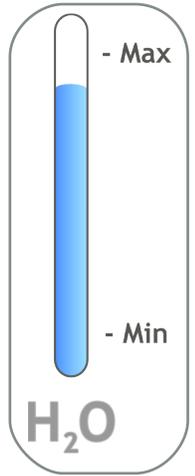
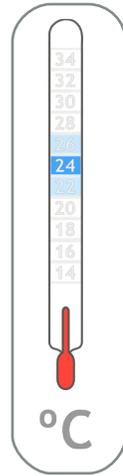
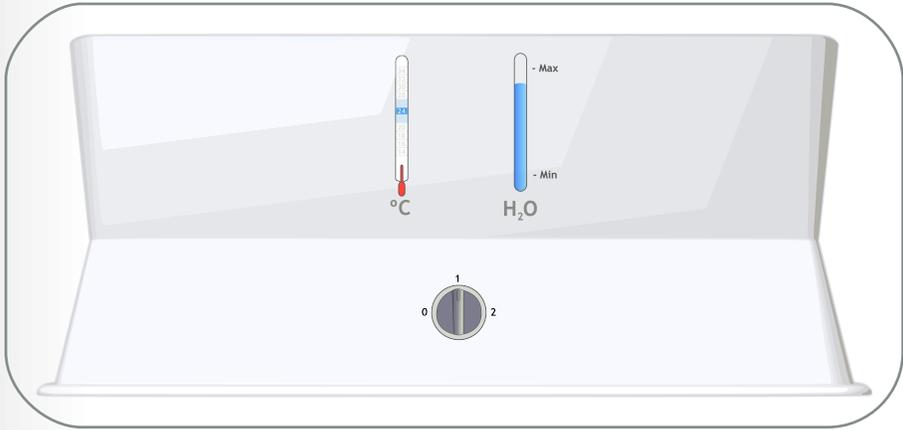
Fig 47. Montaje por ajuste de encaje entre subsistemas.



La base es del material polipropileno, elegido por su resistencia y sus propiedades como aislante térmico. Además de sus dimensiones, la densidad baja del material alivia gran porcentaje del peso neto del producto final.

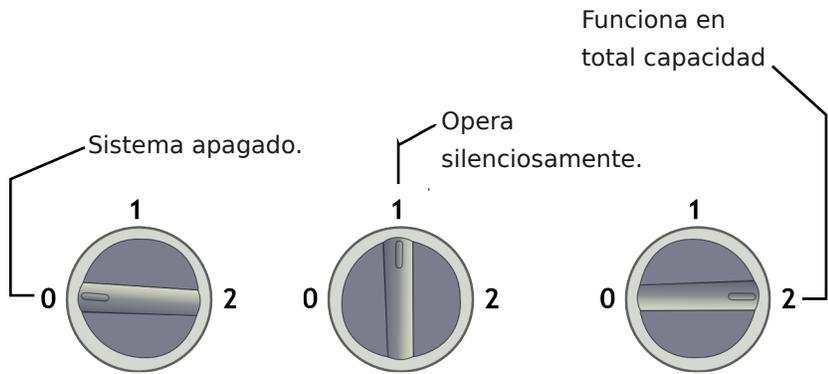
Display visual:

- Un termómetro digital de contacto con una alta escala de precisión de 14°C - 34°C se puede leer fácilmente, incluso desde una gran distancia.
- Asimismo un visor de vidrio transparente con indicadores del nivel de agua restante en el depósito.



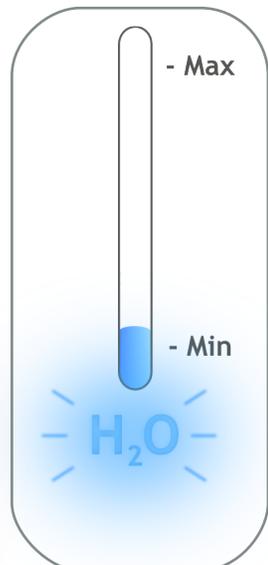
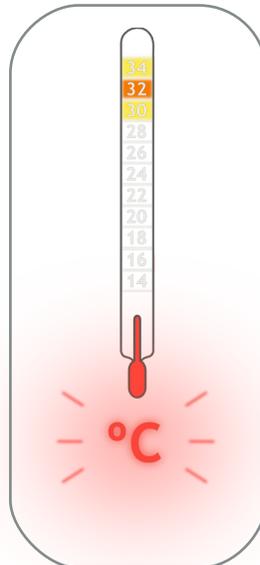
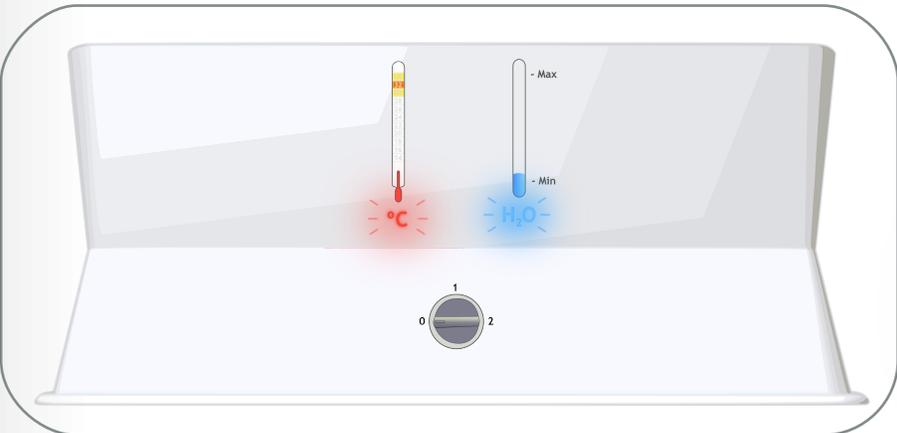
Control de Encendido:

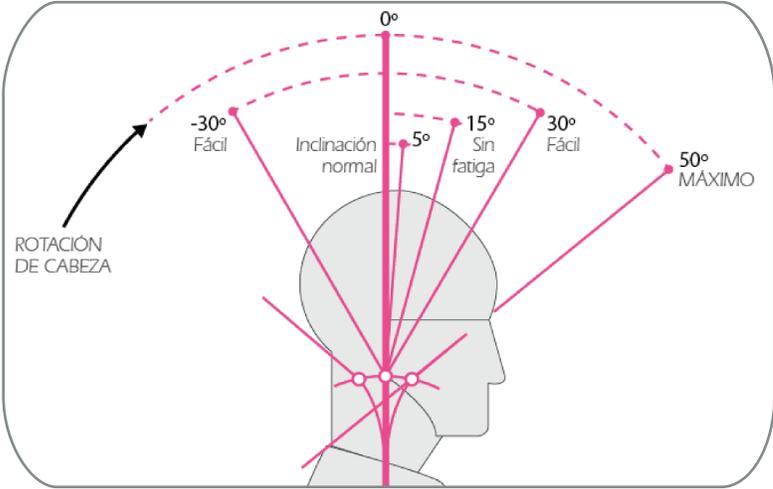
- Un interruptor eléctrico de tres posiciones permite cambiar la función de encendido del sistema: 0- apagado, 1- operación moderada y silenciosa, 2- funciona en su total capacidad.
- El interruptor intercambia el voltaje total que reciben los ventiladores y la bomba de agua, de esta manera se regula sencillamente la operación del sistema.



Alertas visuales:

- Si la temperatura es elevada, un LED rojo intermitente indica que el agua está demasiado caliente.
- Si el nivel de agua es muy bajo se apaga el sistema y parpadea una luz LED azul indicando que es necesario agregar más líquido para reiniciar el ciclo de enfriamiento.





Ángulos de Visión.

Se analizan los rangos en los ángulos de visión tanto verticales como horizontales, con el fin de identificar los adecuados y así generar un área virtual de dimensionado del producto con respecto al entorno y a las posturas que se sugieren para el usuario que faciliten su uso, además de analizar el rango de rotación de la cabeza con el mismo fin.

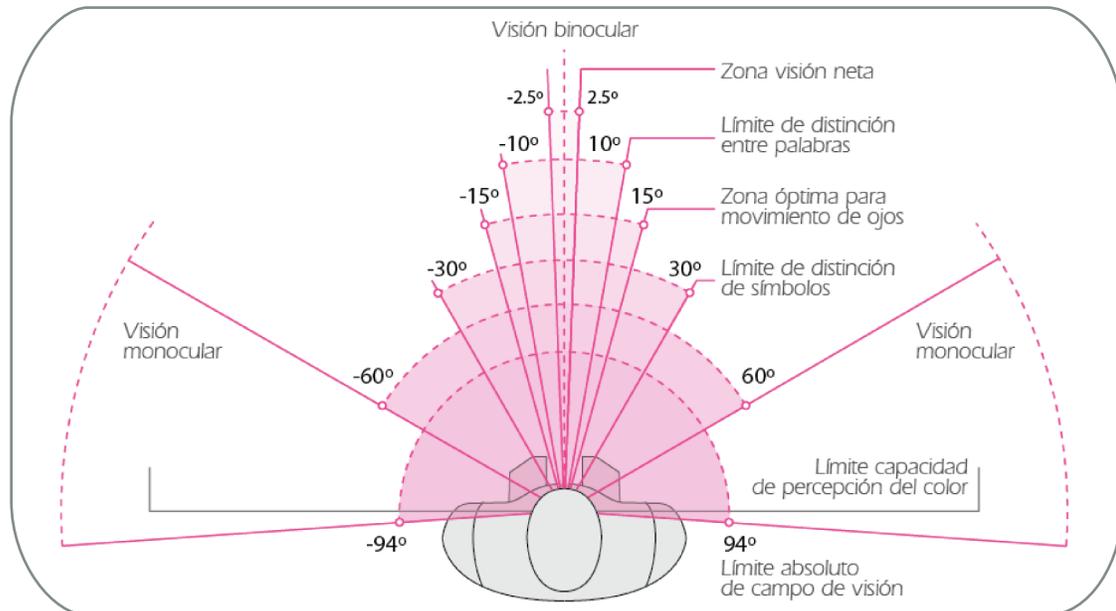
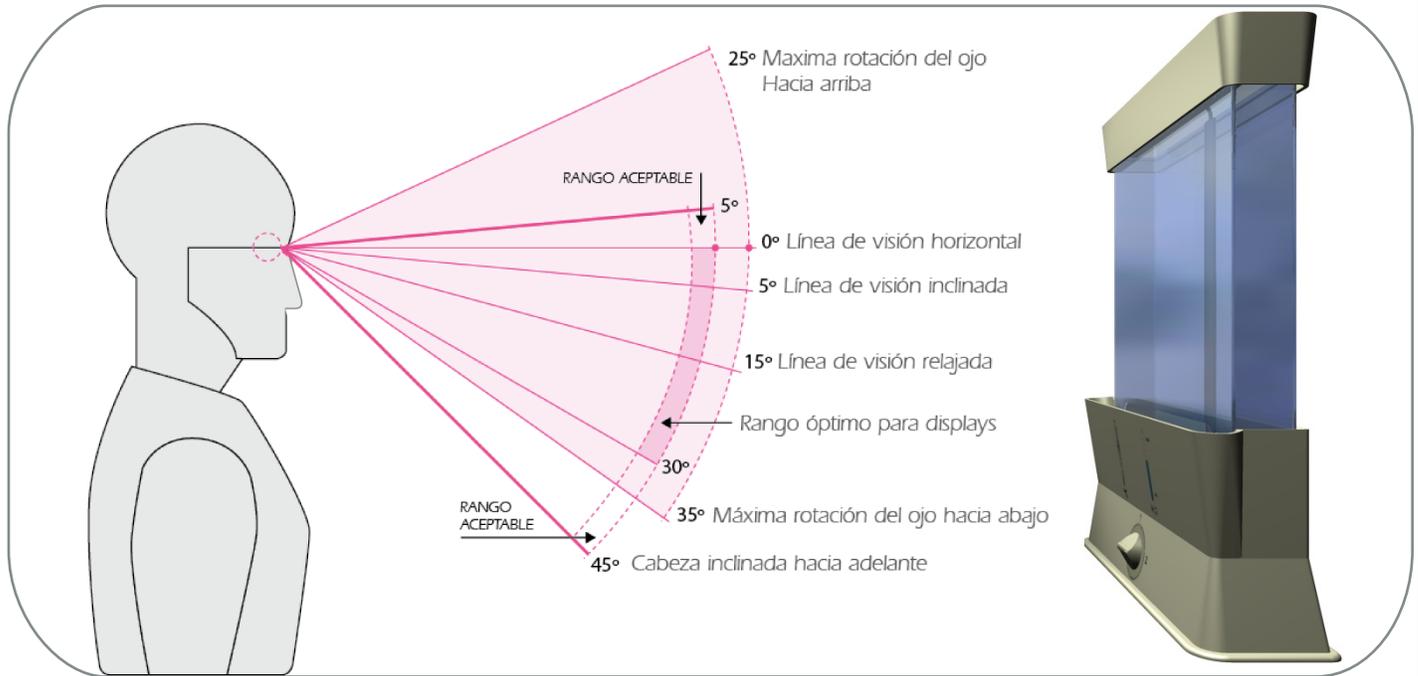
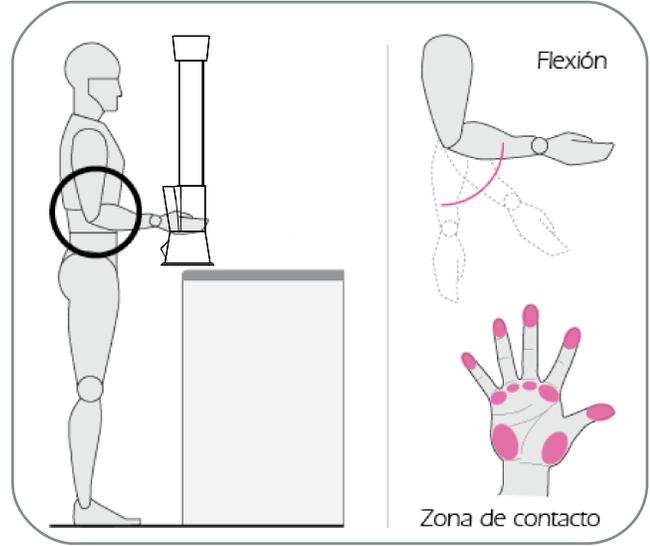


Fig 48. Angulos de visión involucrados con el producto.

Ubicación y traslado

Una vez adquirido el producto, debe ser ubicado en un espacio. Por otra parte, puede ser trasladado a otra ubicación. El principal movimiento que se presenta es la flexión del codo, además se presenta la extensión de brazos. Las zonas de contacto de la mano se determinan en el agarre del objeto, en este caso se da en ambas manos.

Se considera el factor de el peso total del producto, pues entre mayor sea este, más dificultad tendrá el usuario para el traslado del producto.



Biomecánica

Se analizan las posturas del usuario frente al entorno sugerido para el producto, las rangos de medidas de dichas posturas y movimientos generales presentes en el uso: altura de visión, alcance del brazo (rotación), medidas de la mano (rotaciones) y movimientos principales de la mano para operar los controles.

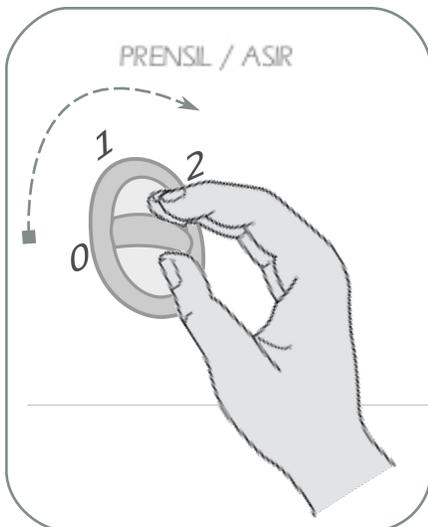
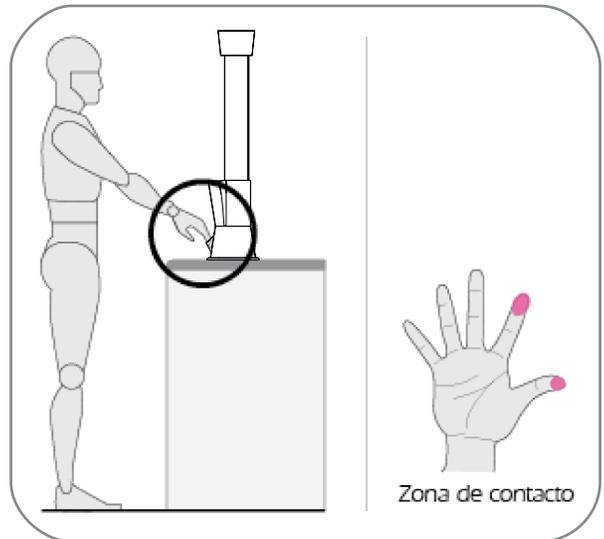
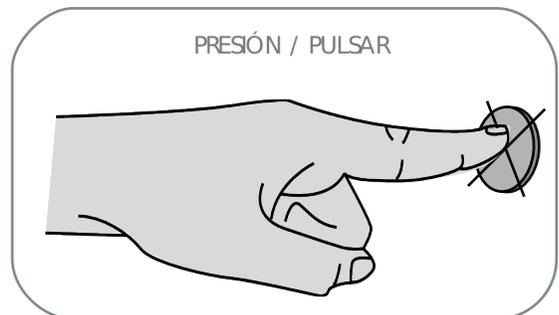


Fig 49. Movimientos biomecánicos involucrados con el producto.





Reabastecimiento:

Una fracción del 1% del fluido se evapora por cada 5,5°C de descenso en la temperatura.

El depósito de agua tiene capacidad de 4,5 L suficiente para mantener el funcionamiento continuo por 72 horas aproximadamente.

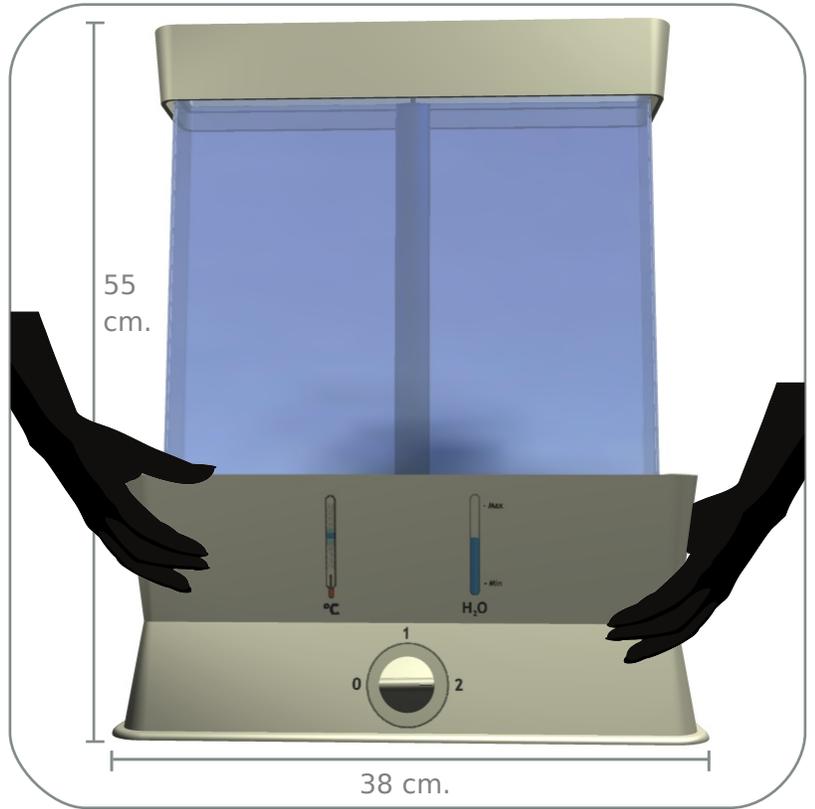


Refrigerante:

El proceso de enfriamiento está diseñado para usar únicamente agua como refrigerante, se puede agregar hielo para alcanzar un mejor desempeño y temperaturas más bajas.

Fig 50. Usabilidad involucrada con el nuevo producto.

Manipulación del conjunto:
Los materiales livianos y las dimensiones lo hacen fácil de moverlo, trasladarlo y manipularlo con ambas manos.



Mantenimiento y limpieza:
Las superficies plásticas y de acrílico transparente se pueden limpiar con una toalla húmeda. El sistema no posee piezas que exijan un mantenimiento frecuente.



Fig 50. Usabilidad involucrada con el nuevo producto.



Fig 51. Ventiladores



Fig 52. Bombas de agua y su funcionamiento.



distribuidor de gotas de agua.

depósito de reserva de agua.



Extractores del Aire.

En general, un ventilador de mayor tamaño mueve más aire a igualdad de velocidad (revoluciones por minuto) que uno de menor tamaño. Esto significa que para mover una misma cantidad de aire el ventilador más grande necesita girar a menor velocidad, lo que habitualmente se traduce en menor ruido.

Por esta razón hay que buscar un tamaño óptimo. Actualmente, con los motores utilizados en los ventiladores, el tamaño óptimo está en 120x120mm. Existen muchos ventiladores silenciosos en el mercado en estos tamaños (Scythe, Nexus, Noctua.)

Voltaje: utilizan una alimentación de 7 a 12 Voltios, se puede variar la velocidad de un ventilador disminuyendo el voltaje de entrada al electroimán. Un menor voltaje generará un campo electromagnético de menor fuerza y provocará que el motor gire más despacio.

Ésta es la forma más sencilla de regulación de velocidad de un ventilador.

Material: plástico

Dimensiones: 120mm x 120mm x 25mm

Color: negro

Caudal: 51,54 metros cúbicos / hora

Revoluciones: 1.200 r.p.m.

Nivel Sonoro: 23,94 dBA

Vida útil: 50.000 horas

Consumo: 0,18A

Potencia: 9 watts

Bomba Sumergible.

Consta de un dispositivo electrónico sumergible en medios líquidos que constituye un circuito cerrado de flujo, en donde aspira líquido de una reserva y lo hace subir por un conducto hasta la canaleta de distribución de agua, el líquido que precipita en pequeñas gotas, vuelve a la reserva y continúa el ciclo. La ventaja de este tipo de bomba es que proporcionan una fuerza de elevación importante al no depender de la presión del aire. Esta elevación ronda los 50 y 60 cm de altura (H max) y una capacidad de flujo de aproximadamente 270 litros/hora (Caudal max).

Utilizan voltajes de operación de 12 voltios y una potencia entre los 2 y 3 watts.

Acrílico (Polimetacrilato de Metilo.)

Transparencia de alrededor del 93%. El más transparente de los plásticos.

Alta resistencia al impacto, de unas 10 a 20 veces la del vidrio. Resistente a la intemperie y a los rayos ultravioleta. No hay un envejecimiento apreciable en 10 años de exposición exterior.

Excelente aislante térmico y acústico.

Ligero peso, con una densidad de unos 1190 kg/m³ es sólo un poco más pesado que el agua.

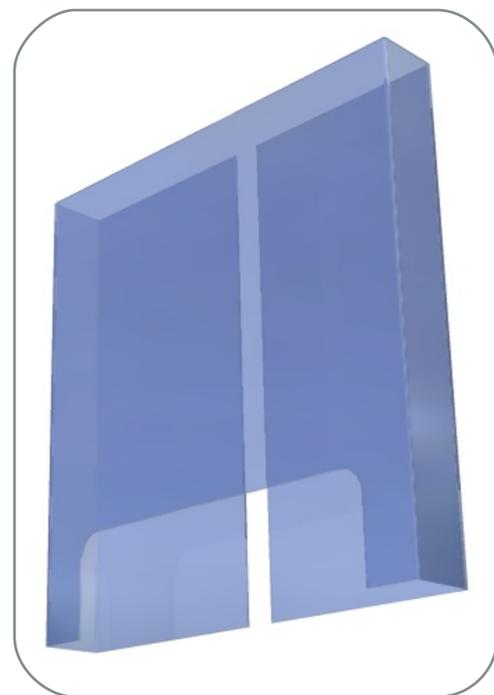
No produce ningún gas tóxico al arder por lo que lo podemos considerar un producto muy seguro para elementos próximos a las personas.

Buena capacidad de termoformado.

Reciclable totalmente.

Se comercializa en planchas rectangulares de entre 2 mm - 120 mm de espesor.

Existe con varios grados de resistencia y numerosos colores. Se protege su superficie con un film para evitar que se raye al manipularlo.



PoliPropileno.

100% reciclable y bajo impacto ambiental.

Es el sustituto comercial de ABS y PVC debido a su bajo costo.

Admite tratamiento estabilizador de UV.

Buena resistencia química (es un material inocuo para el ser humano.)

Menor densidad: el PP tiene un peso específico entre 0,9 g/cm³ y 0,91 g/cm³.

Gran resistencia al stress cracking. Resiste los impactos. Presenta muy buena resistencia a la fatiga.

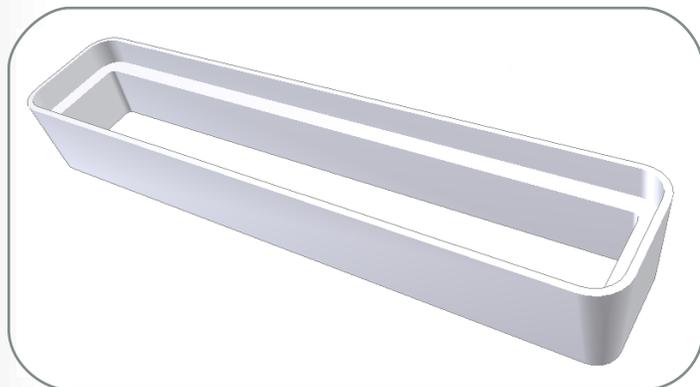
El PP es transformado mediante muchos procesos diferentes:

Moldeo por inyección de una gran diversidad de piezas, desde juguetes hasta parachoques

Rotomoldeo para producir recipientes huecos como por ejemplo contenedores o depósitos de combustible

Termoformado, por ejemplo contenedores de alimentos. En particular se utiliza PP para aplicaciones que requieren resistencia a alta temperatura (microondas) o baja temperatura (congelados).

Extrusión de perfiles, láminas y tubos.



Extrusión de Perfiles

La extrusión de polímeros es un proceso industrial, en donde se realiza una acción de prensado del plástico, que por flujo continuo con presión y empuje, se lo hace pasar por un molde encargado de darle la forma deseada. El polímero fundido (o en estado granulado) es forzado a pasar a través de un Dado también llamado boquilla, por medio del empuje generado por la acción giratoria de un husillo (tornillo de Arquímedes) que gira concéntricamente en una cámara a temperaturas controladas llamada cañón, con una separación milimétrica entre ambos elementos. El material polimérico es alimentado por medio de una tolva en un extremo de la máquina y debido a la acción de empuje se funde, fluye y mezcla en el cañón y se obtiene por el otro lado con un perfil geométrico preestablecido.

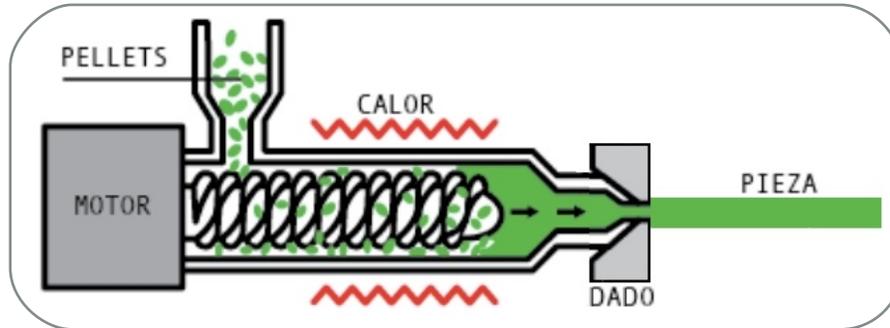


Fig 53. Esquema del proceso de creación de perfiles extruídos.

Termoformado

El proceso se puede aplicar a la mayoría de los termoplásticos en lámina. Poliestireno, ABS, acrílicos y policarbonatos.

Volumen de producción: Ideal para generación de prototipos únicos, pero también admite producción a gran escala.

Costo por unidad vs Capital invertido: Bastante bajo. El costo de los moldes depende de los materiales que se elijan y el número de componentes requeridos, entre ellos: aluminio, MDF, yeso, madera y plasticinas.

Complejidad de la forma: Se necesitan trazar los ángulos adecuadamente.

Ventajas: Se ajusta tanto series altas y bajas, la economía disminuye el costo de herramientas se pueden lograr doblados múltiples (multi-former)

Cuidados especiales: requiere un proceso secundario de recorte, se debe prestar atención a los ángulos especificados mediante plantillas y guías.

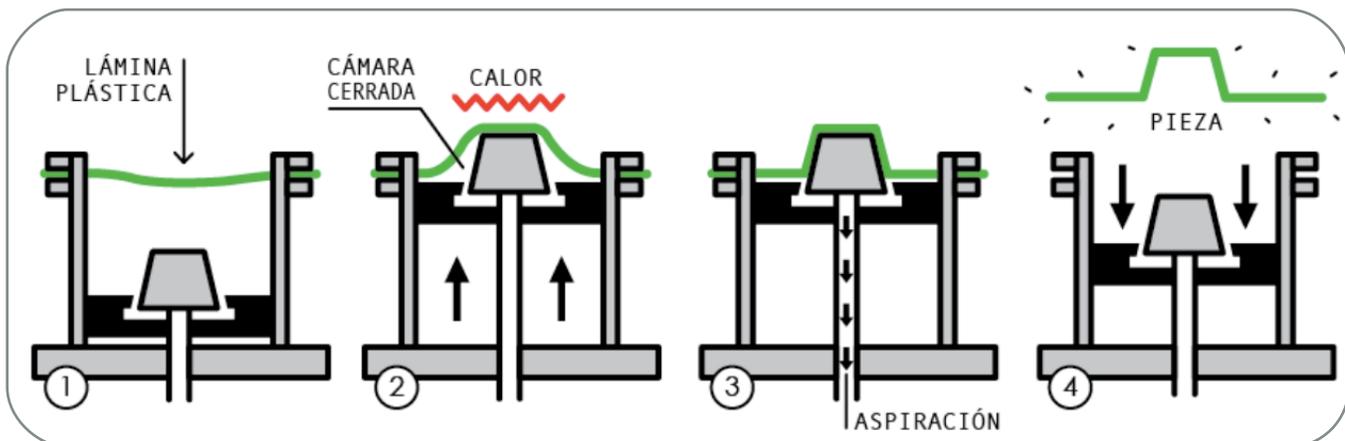


Fig 54. Esquema del proceso de termoformado.

Rotomoldeo

El moldeo rotacional o rotomoldeo es una técnica de procesamiento de polímeros que permite obtener piezas huecas de tamaño mediano a muy grande con relativamente poco material y buena estabilidad.

Volumen de producción: Desde lotes hasta altos volúmenes de producción en masa. La velocidad del proceso es un factor que se ve afectado, pues a mayor grosor de paredes y tamaño de la pieza aumenta el tiempo de enfriamiento.

Costo por unidad vrs Capital invertido: Más económico que el moldeo por inyección al no involucrar presión, moldes más simples y más baratos.

Complejidad de la Forma: Adaptable a alto rango de formas, permite cortes sesgados (undercut). El grosor de la pared debe ser uniforme entre los 2 y los 15 mm. A diferencia de otros procesos permite la acumulación de material en las esquinas lo que las convierte en la parte más fuerte de la pieza.

Materiales relevantes: El polipropileno es un material común para este proceso, otras resinas pueden utilizarse tales como el ABS, policarbonato, nylon, polietileno, y poliestireno. Pueden adherirse fibras al componente final para fortalecer la pieza.

Ventajas: ideal para formas vacías conveniente para volúmenes bajos de producción debido a la simplicidad del proceso

Desventajas: no es conveniente para producir piezas de poco tamaño o para componentes de alta precisión.

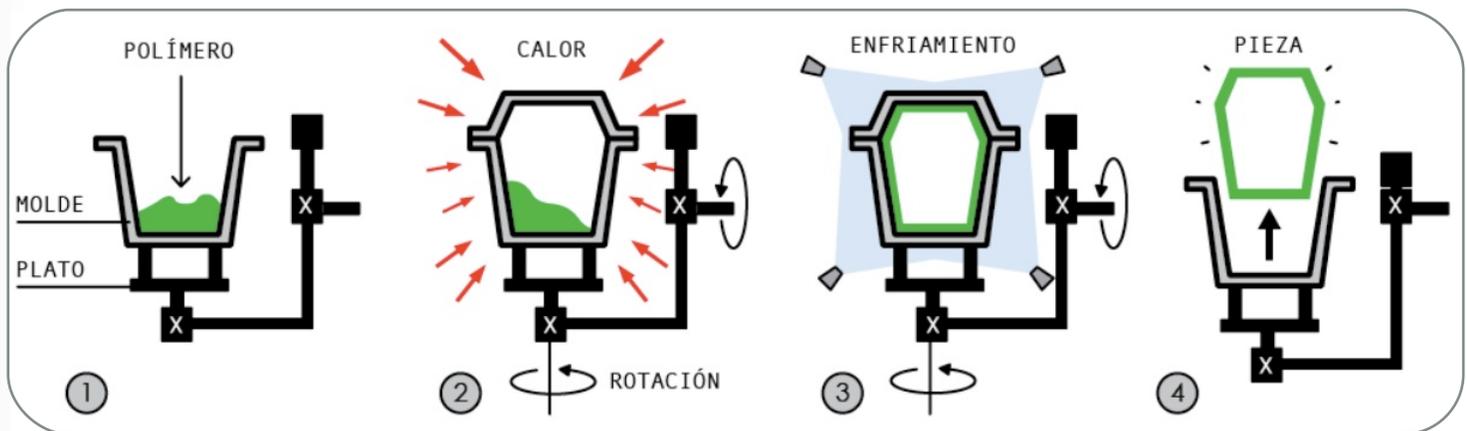
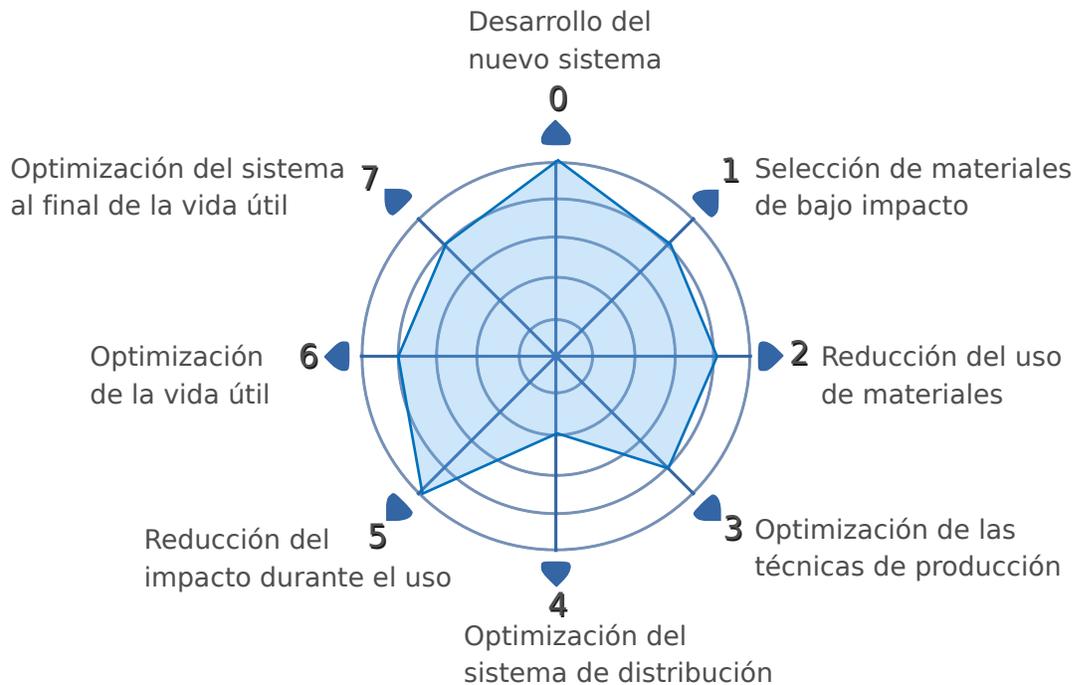


Fig 55. Esquema del proceso de moldeo rotacional.



Selección de materiales de bajo impacto

El material empleado en la carcasa superior y de la base es el Polipropileno, un material de bajo impacto ambiental y 100% reciclable, es el sustituto comercial de plásticos como el ABS o el PVC es más económico con gran viabilidad de producción. El acrílico traslúcido es durable, resistente a impactos y admite tratamientos estabilizadores para resistir los rayos UV.

Reducción del uso de materiales

Las dimensiones óptimas de los componentes hacen un uso racional del material, además se simplificaron el número de mecanismos y se redujo la complejidad del proceso para producir el enfriamiento

Optimización de las técnicas de producción

Al acrílico se le da tratamiento de termoformado para obtener su forma final, el costo es bastante reducido. Se plantea emplear rotomoldeo para las carcasas pues es más económico que el moldeo por inyección, además presenta varias ventajas es ideal para formas vacías, el grosor de la pared es uniforme entre los 2 y los 15 mm. A diferencia de otros procesos permite la acumulación de material en las esquinas lo que las convierte en la parte más fuerte de la pieza. El proceso es conveniente para volúmenes bajos de producción por la simplicidad del proceso.

Optimización del sistema de distribución

En este punto del proyecto aún no se tiene ningún sistema de distribución, sin embargo las características del diseño favorecen su distribución en cuanto a su desarmabilidad, liviano peso y un método sencillo de instalación sin alterar el entorno arquitectónico.

Reducción del impacto durante su uso

La escasa energía utilizada para climatizar. El sistema consume el 20% de lo que consume los aires acondicionados, que se amortiza en un año por diferencia de gasto de energía eléctrica.

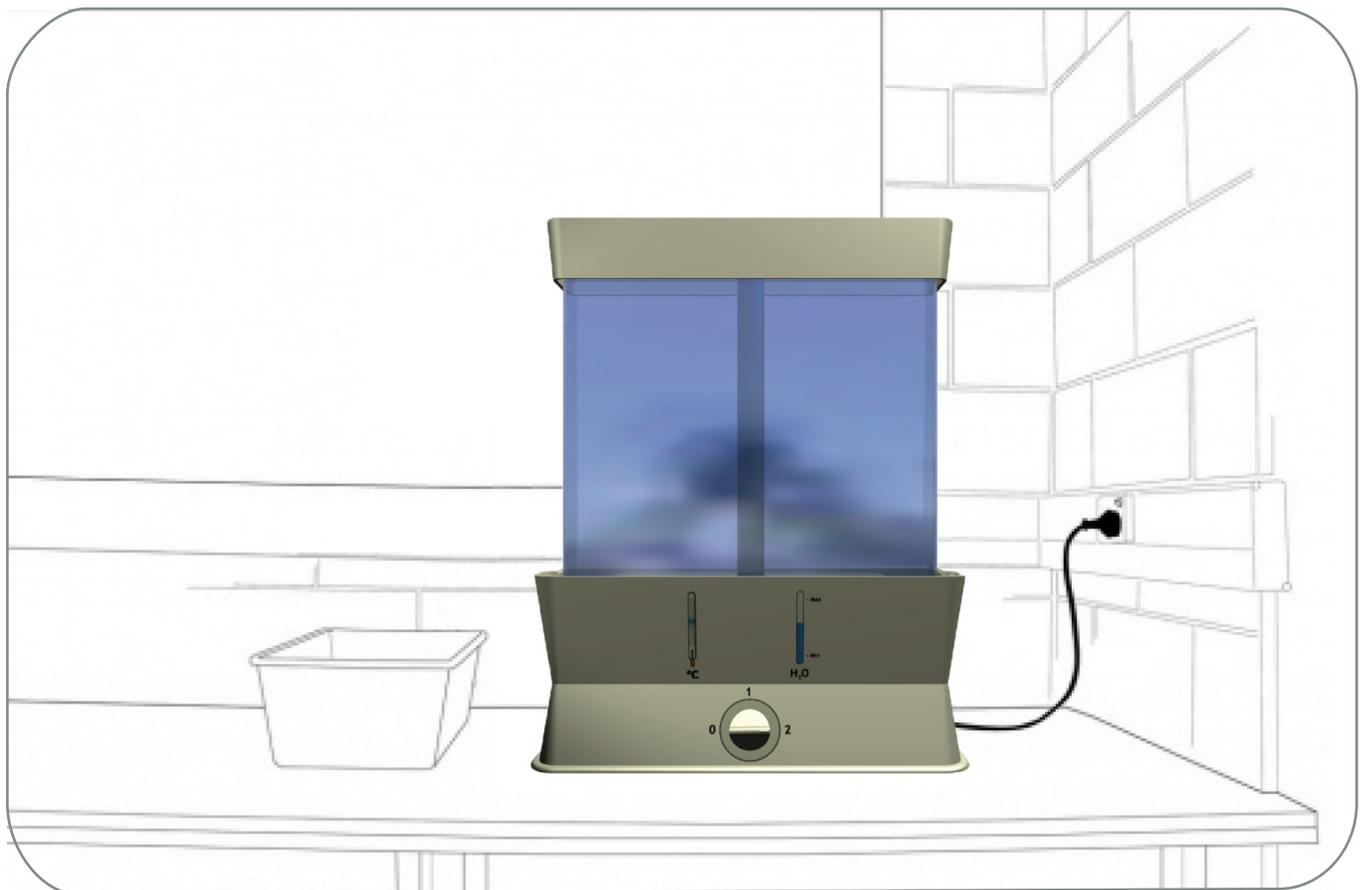
Se utiliza el recurso hídrico racionalmente como refrigerante eliminando el uso de gases CFC tóxicos o dañinos para el medio ambiente

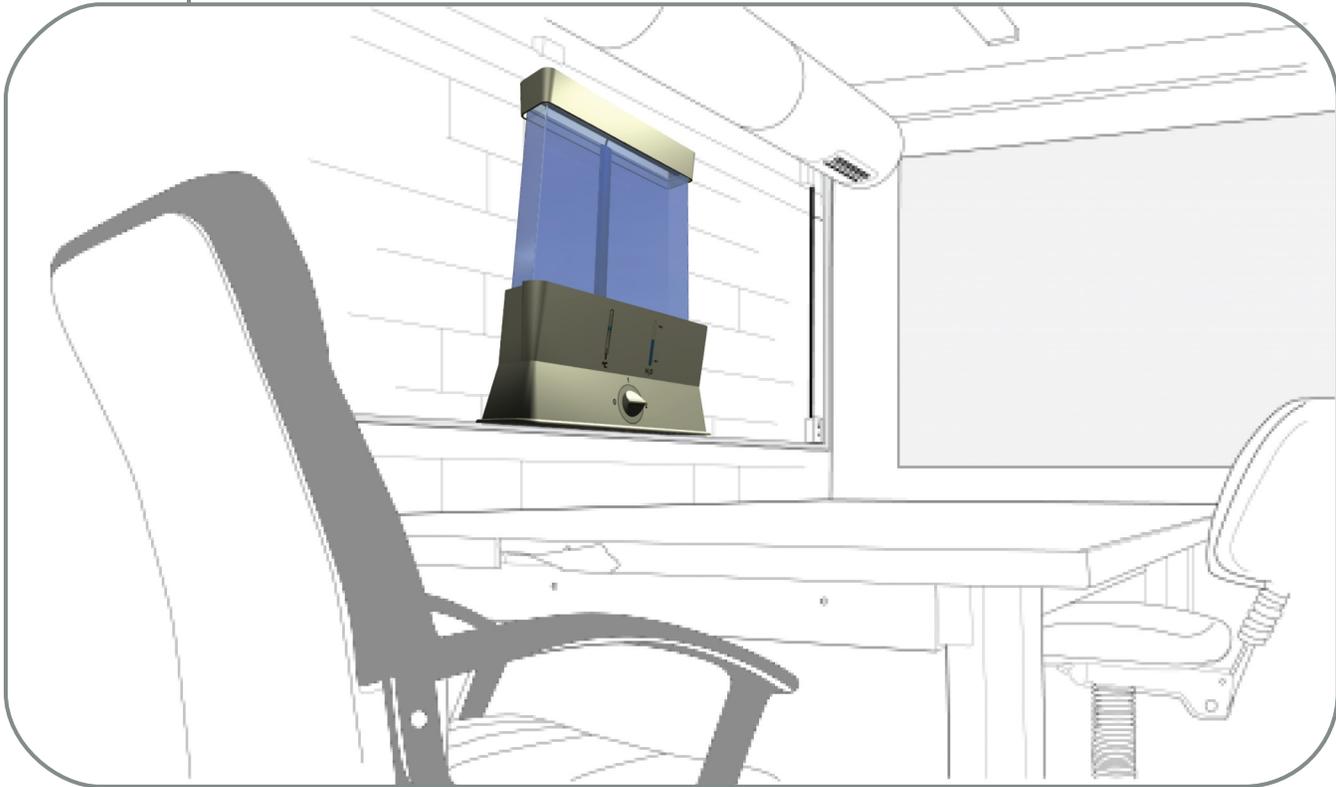
Optimización de la vida útil del sistema

Los mecanismos empleados son confiables y de gran durabilidad, no requieren de un mantenimiento especial, pues son componentes de larga duración, además se simplificó el número de componentes para producir el enfriamiento

Optimización del sistema al final de la vida útil

Los componentes son fácilmente reconocibles, se identifican como materiales reciclables. El sistema permite su desarmabilidad pues los componentes se ensamblan por montajes de ajuste, los tornillos son mínimos. La empresa se hace responsable por la aceptación y reutilización de las distintas partes del sistema en la etapa final de su ciclo de vida.





Aportes del Proyecto

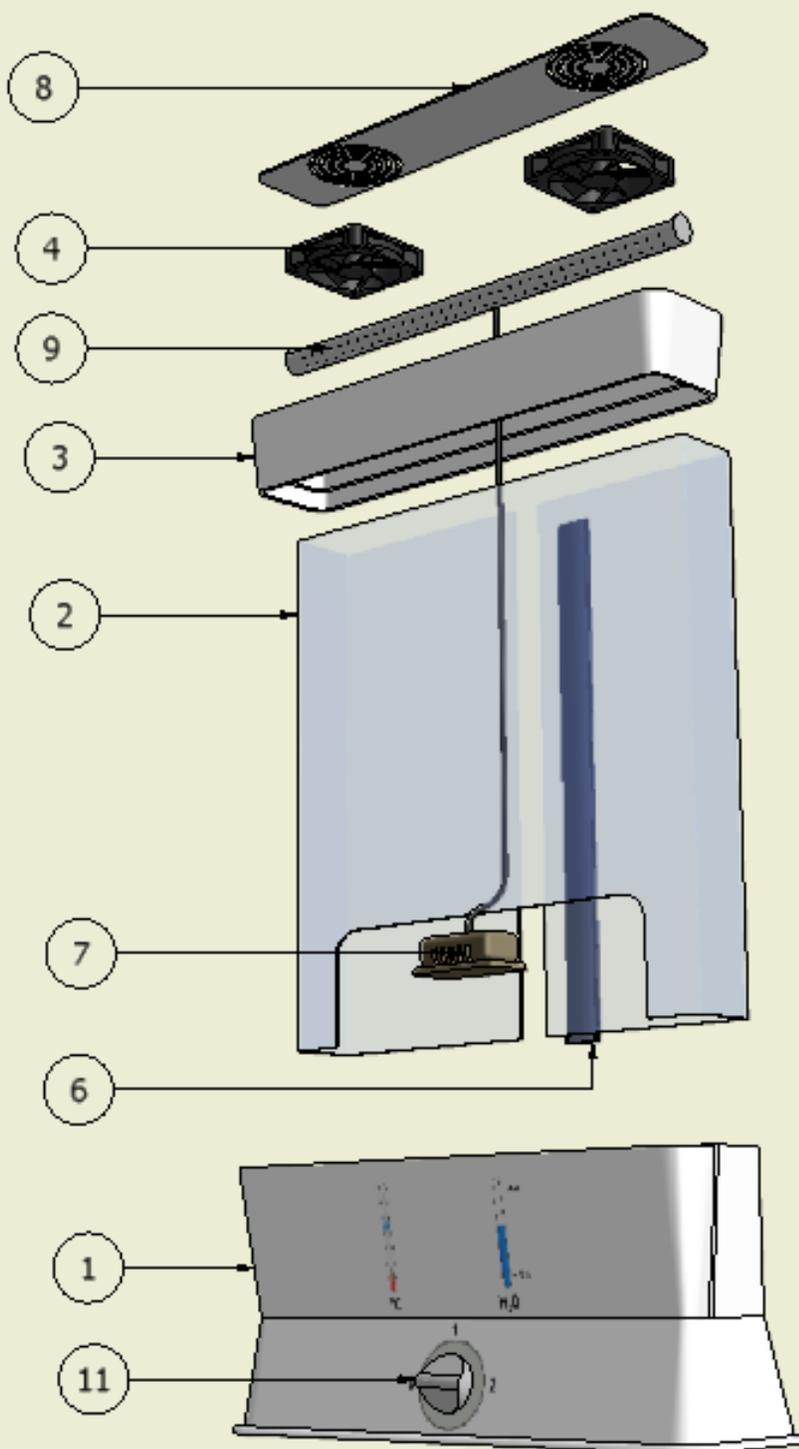
- En el mundo el 60% de la energía se utiliza para lograr confort higrotérmico. En octubre de 2010 la generación de energía fue de 8427 Mwh, el consumo para acondicionamiento térmico fue de más de 2000 Mwh o sea más del 24%. Con el sistema evaporativo el consumo hubiera rondado los 400 Mwh. El ahorro equivale a la capacidad productiva de toda una represa hidroeléctrica.
- Purifica el aire, no remueven el mismo con lo que resulta beneficioso para las personas alérgicas eliminando partículas de polvo y contaminantes dañinos en el aire.
- Humecta el aire con lo que evitan la sequeda de la piel y mucosas que normalmente causan alergias, irritación en los ojos por resequedad y síntomas asmáticos.
- El sistema de movimiento de agua genera iones de carga negativa y no de electricidad estática, lo cual permite el correcto funcionamiento de los equipos tecnológicos.
- Se producen sonidos naturales durante la caída de agua que según ciertas teorías se cree que favorece la disminución de la serotonina y por tanto promueve un ambiente de mayor relajación y un mejor rendimiento en el desempeño laboral de los funcionarios.

Resultados alcanzados

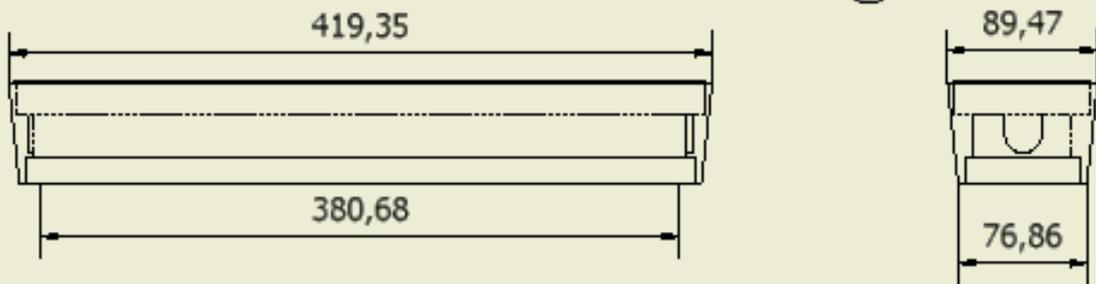
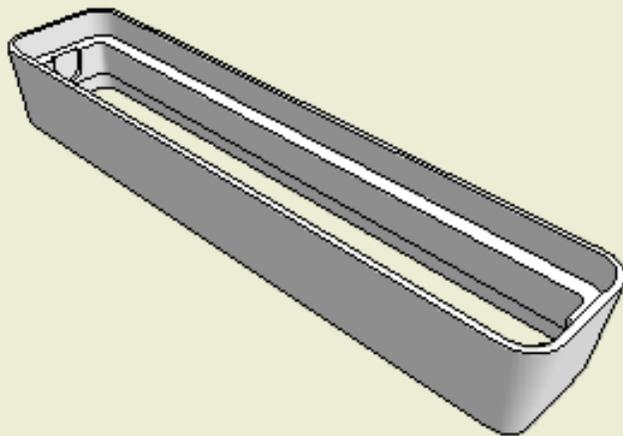
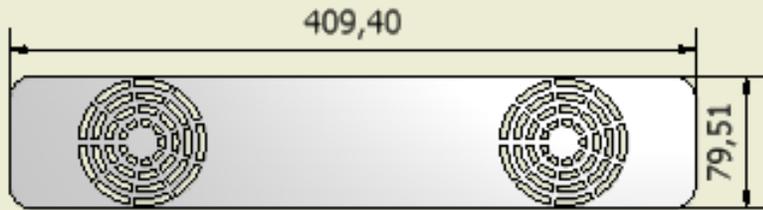
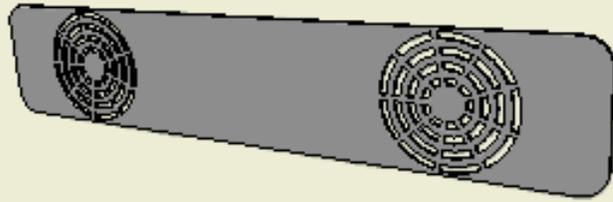
- Puede alcanzarse el confort higrotérmico en las áreas de oficinas para una actividad sedentaria con una vestimenta ligera, planteado inicialmente dentro de los objetivos .
- Esta situación puede registrarse mediante el índice de valoración del método Fanger.
- La sensación de comodidad surge de la generación de un microclima que evita la reacción del cuerpo ahorrando gastos de energía en el metabolismo.
- Este sistema de climatización es de bajo consumo, aproximándose al equivalente de una bombilla de 95W, con lo que comparando con los otros sistemas de aire acondicionado, supondría un ahorro del 80% en energía. Además del ahorro energético, este sistema de acondicionamiento ecológico esquivaría algunos perjuicios para la salud de los equipos convencionales.
- El sistema de climatización surge en este contexto laboral como la alternativa perfecta, para reducir las temperaturas, evitando los problemas de los aparatos antiguos, como son los ambientes de sobrecarga calórica, el ruido producido, el calor despedido, y sobre todo, el gran consumo energético que demandan.



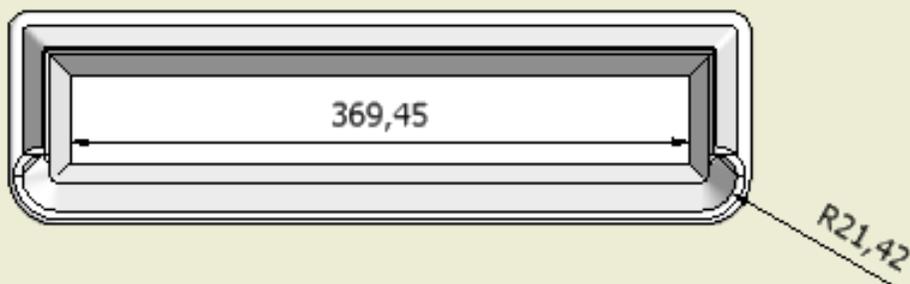
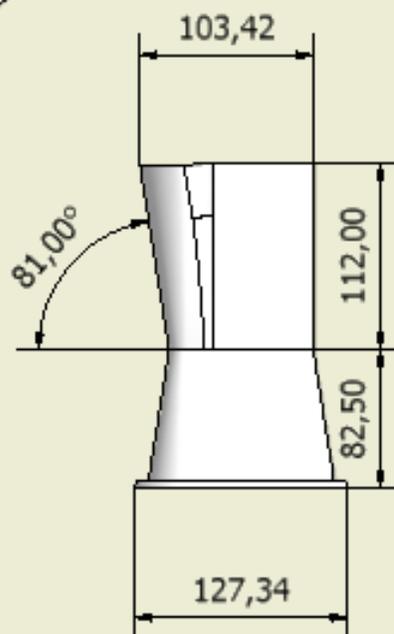
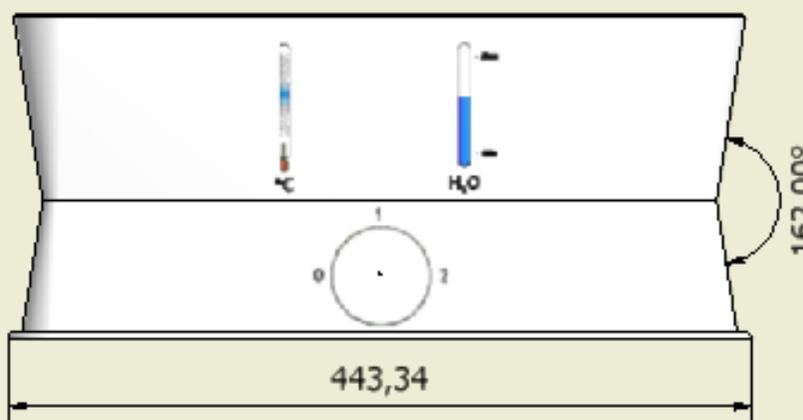
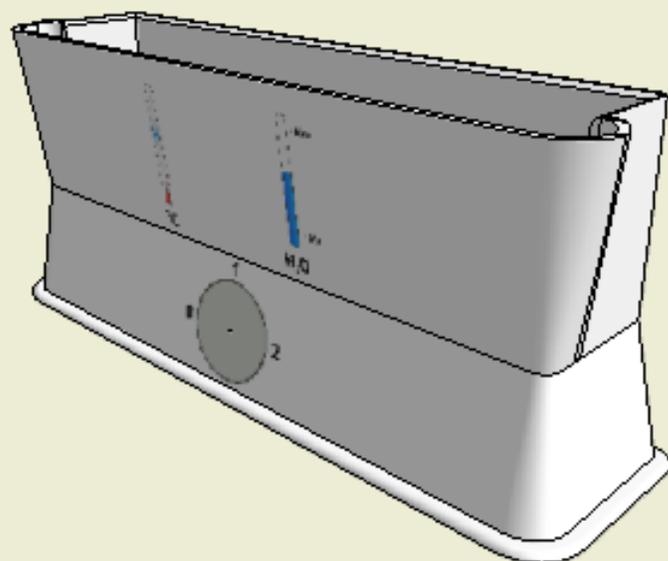
Parts List		PART NUMBER
I	Q	
1	1	base depósito de agua
2	1	contenedor acrílico
3	1	carcasa superior
4	2	marco del ventilador
5	2	ventilador
6	1	perfil extruido
7	1	bomba de agua sumergible
8	1	lámina con rejillas
9	1	distribuidor de agua
1	1	conducto bifurcado
1	1	interruptor encendido



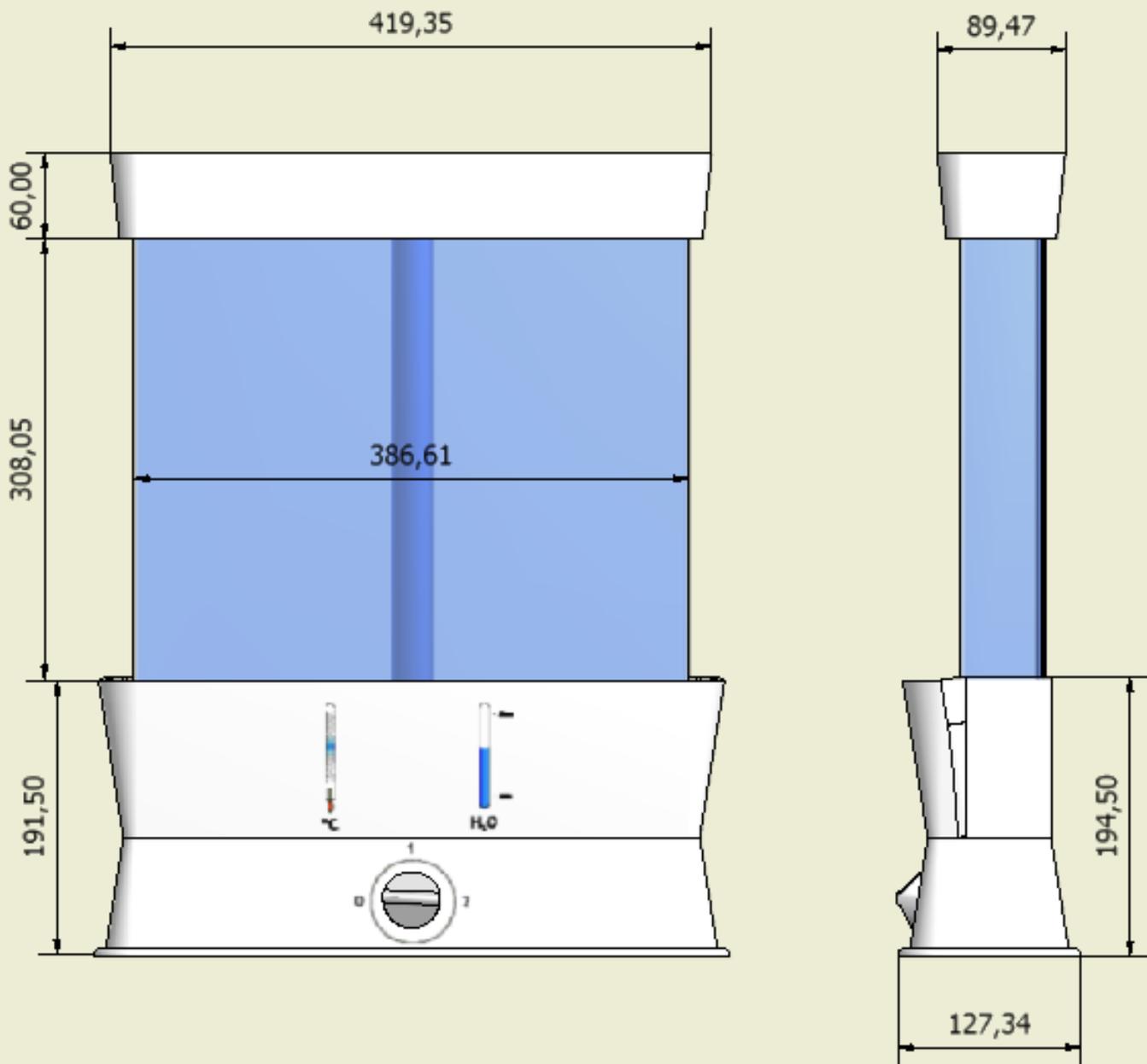
Designed by Esteban Morales	Checked by	Approved by M.S.	Date	Date 16/11/2010
Energía Natural de Centroamérica		Sistema de Climatización		
Vistas Principales			Edition	Sheet 1 / 9



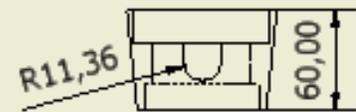
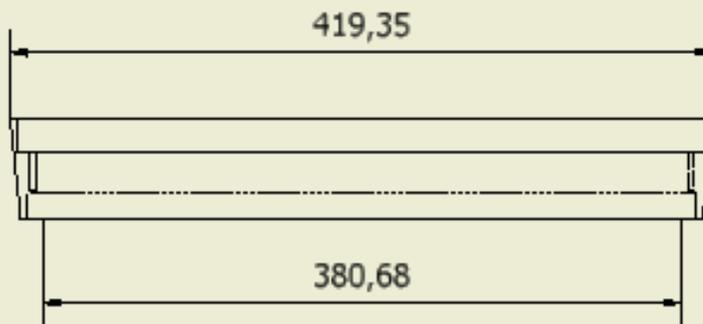
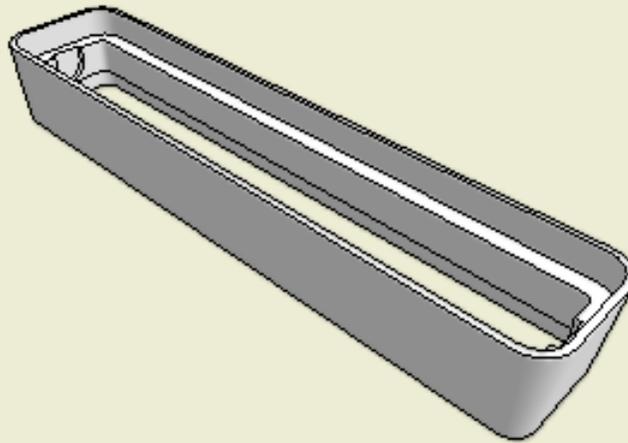
Designed by Esteban Morales	Checked by	Approved by M.S.	Date	Date 16/11/2010	
Energía Natural de Centroamérica			Sistema de Climatización		
Vistas Principales				Edition	Sheet 2 / 9



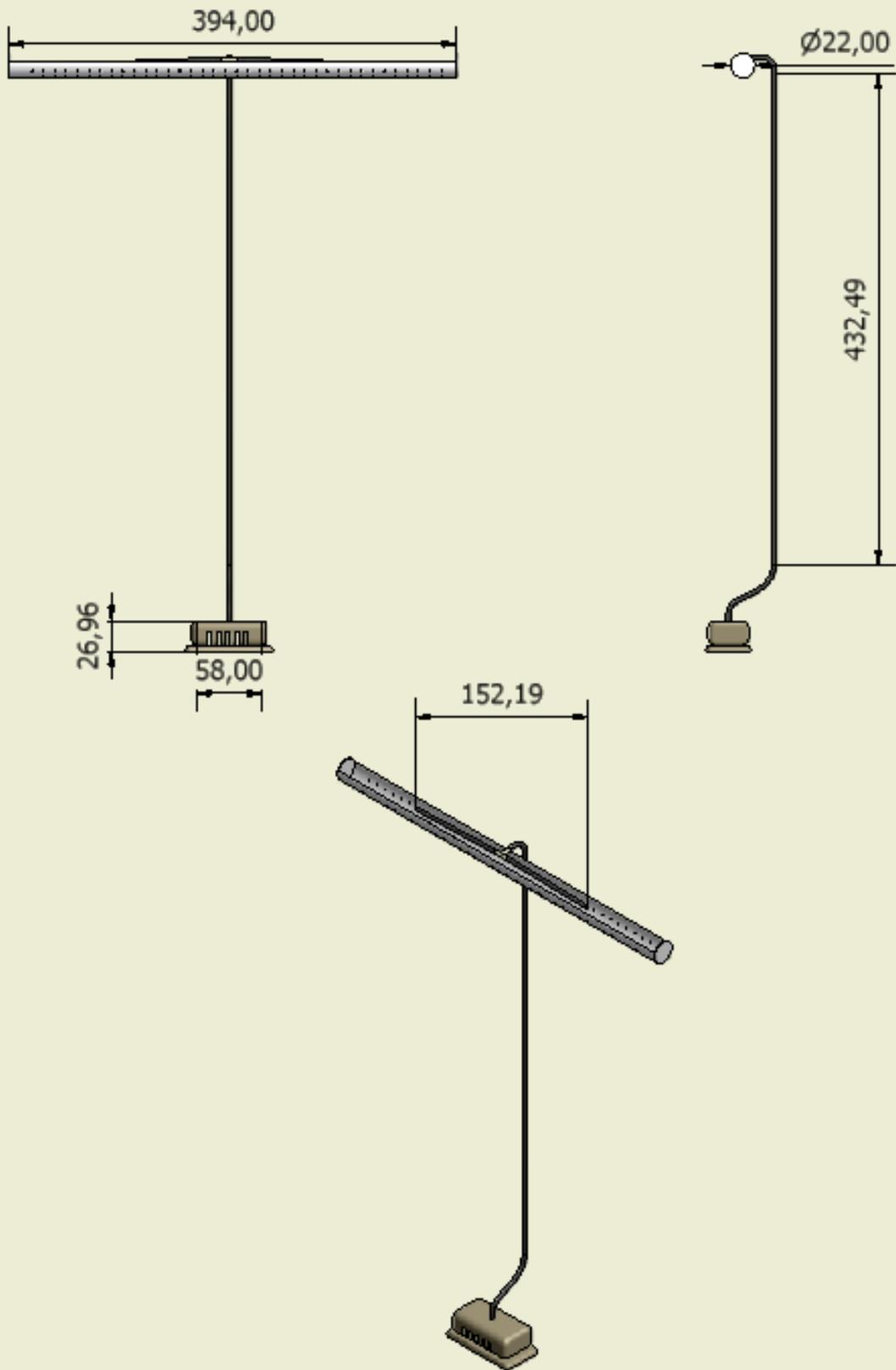
Designed by Esteban Morales	Checked by	Approved by M.S.	Date	Date 16/11/2010	
Energía Natural de Centroamérica			Sistema de Climatización		
Vistas Principales			Edition	Sheet 3 / 9	



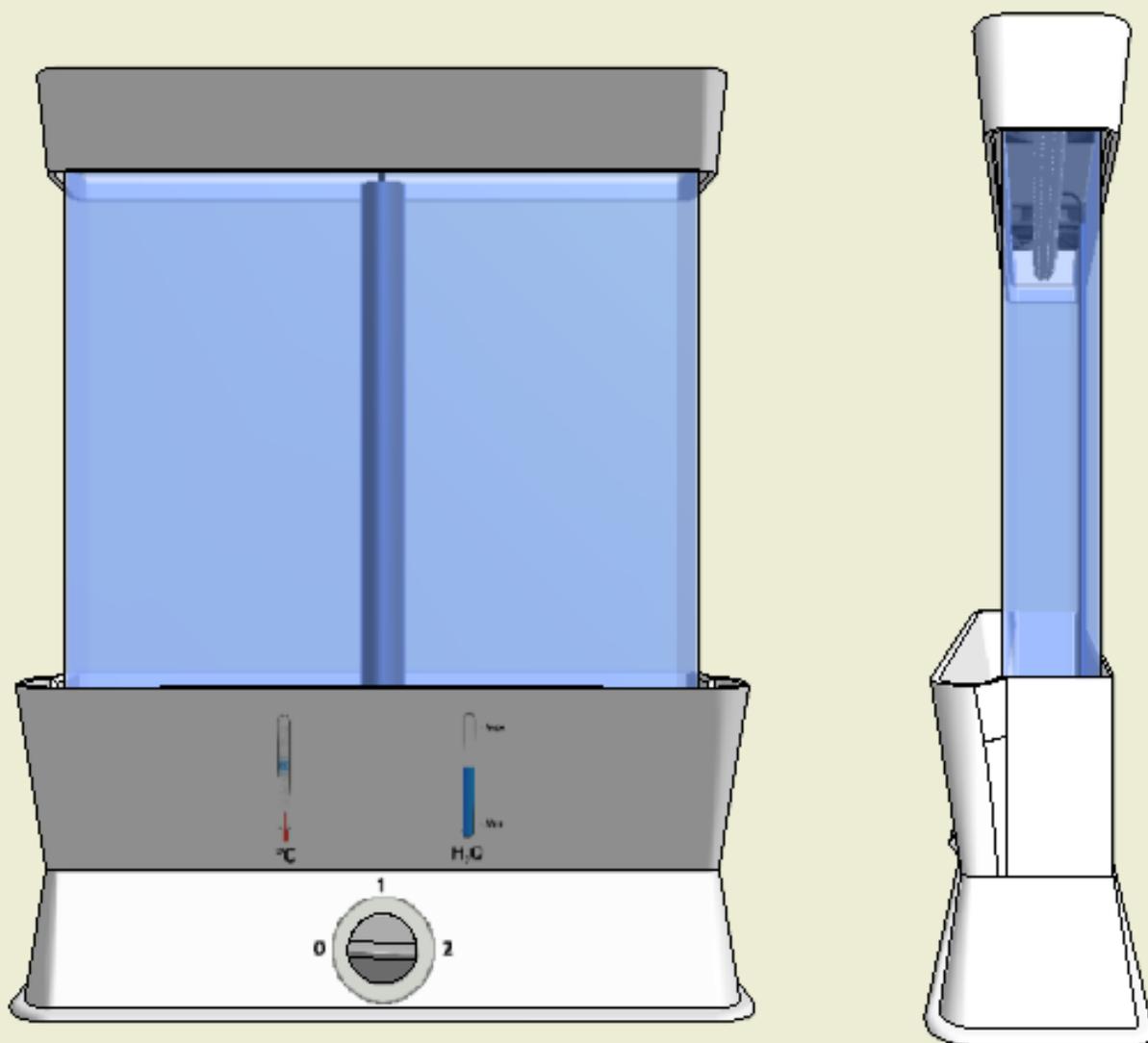
Designed by Esteban Morales	Checked by	Approved by M.S.	Date	Date 16/11/2010
Energía Natural de Centroamérica		Sistema de Climatización		
		Vistas Principales	Edition	Sheet 4 / 9



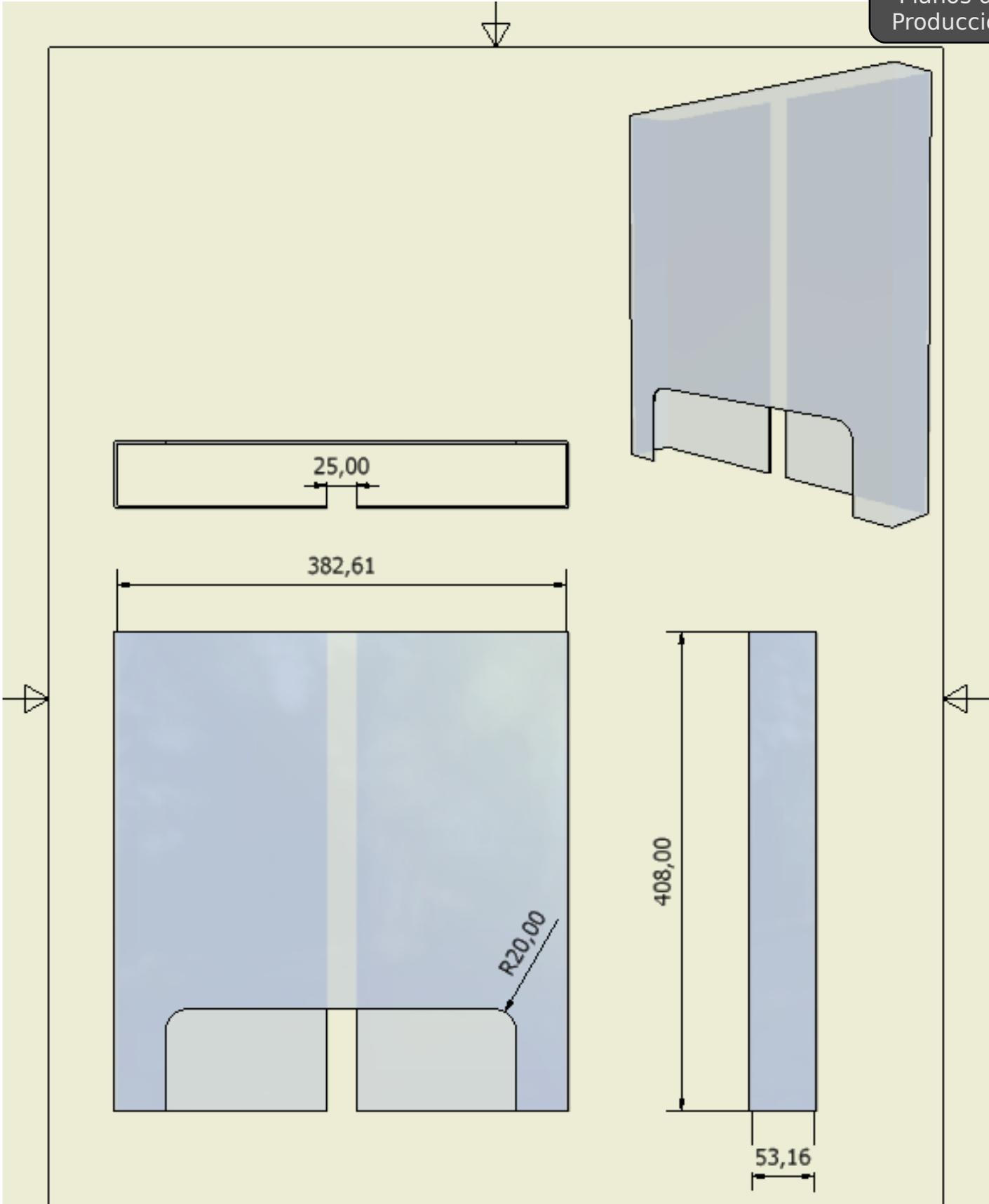
Designed by Esteban Morales	Checked by	Approved by M.S.	Date	Date 16/11/2010
Energía Natural de Centroamérica		Sistema de Climatización		
		Vistas Principales	Edition	Sheet 5 / 9



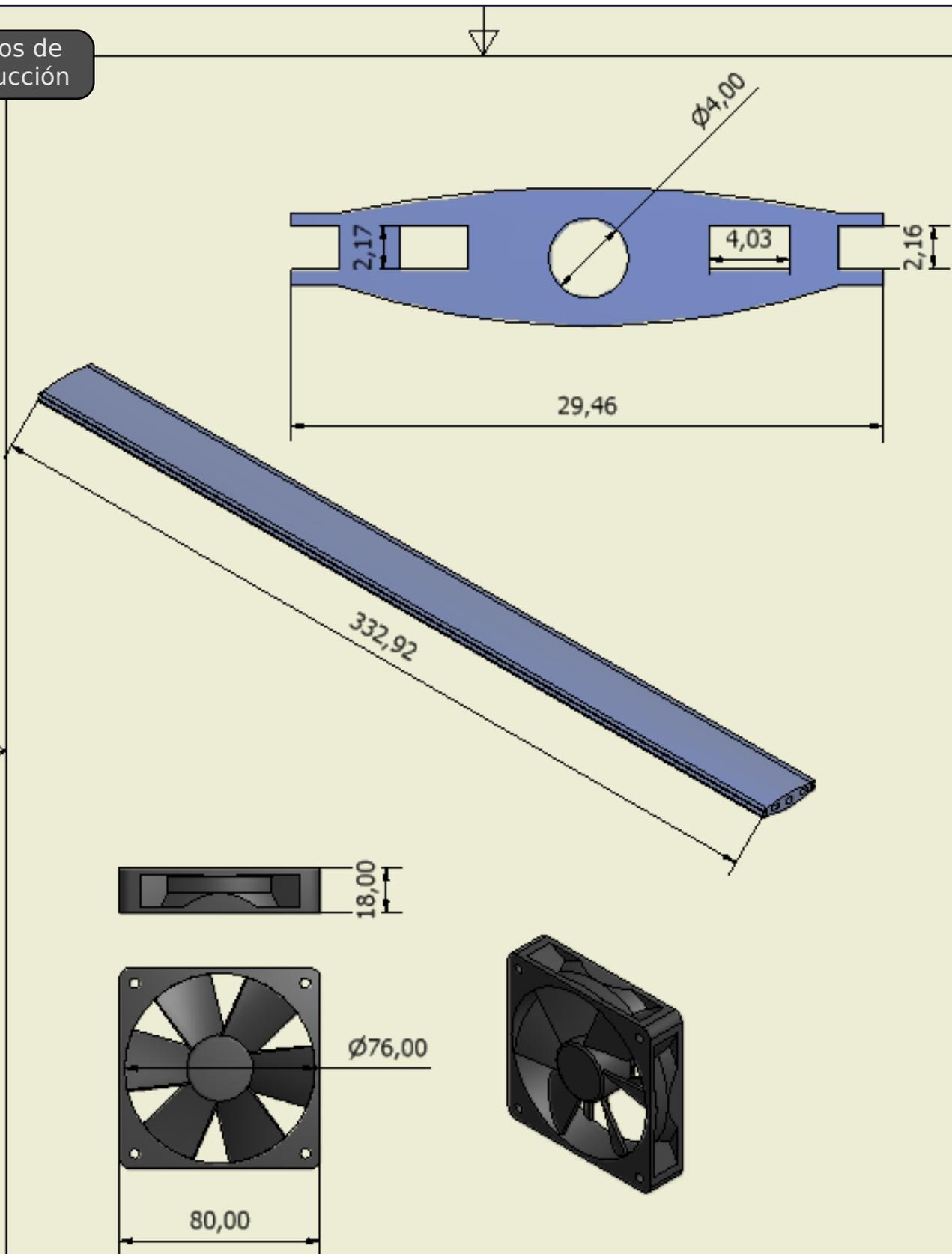
Designed by Esteban Morales	Checked by	Approved by M.S.	Date	Date 16/11/2010
Energía Natural de Centroamérica		Sistema de Climatización		
Vistas Principales			Edition	Sheet 6 / 9



Designed by Esteban Morales	Checked by	Approved by M.S.	Date	Date 16/11/2010	
Energía Natural de Centroamérica			Sistema de Climatización		
Vistas Principales			Edition	Sheet 7/9	



Designed by Esteban Morales	Checked by	Approved by M.S.	Date	Date 16/11/2010	
Energía Natural de Centroamérica		Sistema de Climatización			
Vistas Principales			Edition	Sheet 8 / 9	



Designed by Esteban Morales	Checked by	Approved by M.S.	Date	Date 16/11/2010	
Energía Natural de Centroamérica			Sistema de Climatización		
			Vistas Principales	Edition	Sheet 9 / 9

Bibliografía Consultada.

1. P.O. Fanger, Thermal Comfort, McGraw-Hill Book Company 1972.
2. ISO 7730, Moderate Thermal Environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort, 1995.
3. ISO 7726, Thermal Environment - Instruments and method for measuring physical quantities, 1985.
4. ISO/DIS 13731, Ergonomics of the Thermal Environment - Definition and units,
5. ISO 9920, Ergonomics of the Thermal Environment - Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble, 1995.
6. Ergonomía 4 - El trabajo en oficinas, Óscar de Pedro González - Miguel Á. Gómez Fernández, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona 2001.
7. Ergonomia 2 - Confort Y Estres Termico, Pedro Mondelo, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona 1999.
8. ASHRAE handbook Fundamentals, American Society of Heating and Air Conditioning Engineers, Atlanta 1993.
9. E.A. McCullough, B.W. Olesen and S. Hong, Thermal Insulation Provided by ASHRAE Transactions 1994.

Figura 1. Dimensiones del área de trabajo	4
Figura 2. Estado inicial insatisfactorio	5
Figura 3. Árbol de problemas y subproblemas	5
Figura 4. Estado ideal	6
Fig 5. Metodología del proyecto	11
Fig 6. Gráfico del cronograma de actividades	11
Fig 7. Intercambio de calor del cuerpo humano	12
Fig 8. Curvas de confort térmico	13
Fig 9. Gráfico del porcentaje de personas insatisfechas	13
Fig 10. Ciclo de refrigeración	14
Fig 11. Refrigeración por absorción	14
Fig 12. Gráfica de Energía vrs. Costos	15
Fig 13. Gráfico comparativo del consumo energético	16
Fig 14. Condiciones de la normativa para el confort térmico en las oficinas	17
Fig 15-17. Ambiente térmico, situación de estudio.	18
Fig 18. Higrotermómetro digital	19
Fig 19. Escala de valoración y Curva de personas insatisfechas en estudio.	19
Fig 20. Árbol de conceptos	21
Fig 21. Esquema de la estrategia de Diseño	21
Fig 22. Vistas principales de la Propuesta 1 de Diseño	22
Fig 23. Principio de funcionamiento de la Propuesta 1	23
Fig 24. Vista interna de la Propuesta 1	23
Fig 25. Principio de funcionamiento de la Propuesta 2	24
Fig 26. Vistas principales de la Propuesta 3	26
Fig 27. Principio de funcionamiento de la Propuesta 3	27
Fig 28. Relación con el usuario de la Propuesta 3	27
Fig 29. Visualización general de la Propuesta 4	28
Fig 30. Componentes internos del sistema en la Propuesta 4	28
Fig 31. Explicación del funcionamiento del sistema en la Propuesta 4	29
Fig 32. Explicación del funcionamiento del sistema en la Propuesta 5	30
Fig 33. Componentes internos del sistema en la Propuesta 5	31
Fig 34. Componentes internos del sistema en la Propuesta 6	32
Fig 35. Explicación del funcionamiento del sistema en la Propuesta 7	34
Fig 36. Componentes internos del sistema en la Propuesta 7	35
Fig 37. Componentes del sistema en la Propuesta Final	39
Fig 38. Componentes internos del sub-sistema 1	40
Fig 39. Montaje de los mecanismos del sub-sistema 1	40
Fig 40. Mecanismo de extracción de aire	41
Fig 41. Mecanismo de distribución de agua	41

Fig 42. Mecanismo de la columna de agua	42
Fig 43. Detalle de la unión de la pieza T	43
Fig 44. Mecanismo de separación y cortina de gotas de agua	43
Fig 45. Proceso de enfriamiento propuesto	44
Fig 46. Circulación interno del agua, ciclo dentro del sistema	45
Fig 47. Montaje por ajuste de encaje entre subsistemas	46
Fig 48. Angulos de visión involucrados con el producto	48
Fig 49. Movimientos biomecánicos involucrados con el producto	49
Fig 50. Usabilidad involucrada con el nuevo producto	50
Fig 51. Ventiladores	52
Fig 52. Bombas de agua y su funcionamiento	52
Fig 53. Esquema del proceso de creación de perfiles extruídos	54
Fig 54. Esquema del proceso de termoformado	54
Fig 55. Esquema del proceso de moldeo rotacional	55
Tabla 1. Marco Lógico del Proyecto	7
Tabla 2. Cuadro de los interesados	8
Tabla 3. Actividades y resultados esperados	8
Tabla 4. Índice de valoración medio de Fanger	13
Tabla 5. Condiciones de la normativa para el confort térmico en las áreas de oficinas.	17
Tabla 6. Matriz de requerimientos del sistema a diseñar	20
Tabla 7. Análisis competitivo entre las distintas propuestas del sistema a diseñar	36