

800.179
M.179.
2005

PROYECTO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

204-3967

**“ DISEÑO, DESARROLLO Y FABRICACIÓN DE
PROTOTIPO DE HORNO COMBINADO
MULTIFUNCIÓN”
INFORME FINAL
OCTUBRE, 2005**

MAIGAS S.A.

Santiago, noviembre del 2005

Resumen ejecutivo

Proyecto: Diseño, Desarrollo y Fabricación de Prototipo de Horno Combinado Multifunción

- **Antecedentes de la empresa**

Empresa ejecutora del proyecto: MAIGAS S.A. (Manufacturas de Artefactos Industriales a Gas S.A.)

Duración del Proyecto: 12 meses

Director del proyecto en la empresa: Jorge Arancibia Galaz

Fono: (56 – 2) 4450070

Dirección: San Nicolás 1050, San Miguel, Santiago de Chile.

Actividad Económica: Fabricación de Muebles, Accesorios Metálicos.

- **Sintesis del proyecto de innovación**

El proyecto consistió en desarrollar un horno de multicocción calor- vapor en un plazo de 12 meses.

El proyecto se estructuró sobre la base un estudio sistemático de las alternativas existentes en el mercado y posteriormente se realizó un estudio desde el punto de vista del diseño industrial, mecánico y termodinámico del producto. Con estos antecedentes se simuló y construyeron una serie de prototipos los cuales fueron posteriormente evaluados hasta llegar a la presentación de un prototipo que cumplió con la gran mayoría de los objetivos propuestos. Se logró estructurar un equipo de trabajo interdisciplinario formado por personal de la empresa, diseñadores, Chefs e ingenieros y científicos externos.

Estos objetivos fueron básicamente, el diseño y construcción del horno combinado, lograr que el horno diseñado satisfaga las necesidades de cocción y logre cocinar en forma satisfactoria un amplio mix de productos, así como poder obtener una serie de soluciones tecnológicas que ya han sido incorporadas en otros productos de la empresa.

Los principales resultados aparte del logro de estos objetivos fueron obtener un producto en que el diseño del nuevo horno responde a los imperativos de fabricación y su factibilidad técnica de acuerdo a los medios disponibles en la empresa. Por otro lado, responde a las exigencias del mercado asegurando de este modo la viabilidad económica del proyecto, además se logró una importante reducción de costos de producción del artefacto.

Otro aspecto no menos relevante es la experiencia y el know how adquirido gracias a este proyecto, lo que nos alienta a proseguir el desarrollo de nuevos productos y la aplicación de nuevas tecnologías.

Los estudios termodinámicos realizados en el horno han permitido transferir mejoras de funcionamiento y otros equipos de la línea de producción de la empresa.

Los estudios sobre el diseño del horno, han permitido transferir mejoras en lo que respecta a soluciones tecnológicas particulares de manufactura y diseño, las cuales han permitido mejorar la ergonomía del producto y optimizar los procesos de producción de la actual línea de artefactos.

Diseñar y fabricar un horno de alta calidad y performance, con un costo de adquisición significativamente menor (cerca al 50% del valor del horno combinado estándar que produce la competencia), con niveles de calidad de componentes, partes y piezas de alta calidad. Ello con el objeto de poder masificar el producto.

Generar un equipo de fácil operación para los clientes; Los hornos que llegan hoy al mercado presentan alta complejidad tecnológica y operacional. En este ámbito nuestro objetivo es optar por la sencillez de utilización y la incorporación solamente de las funciones utilizables por un 90% de los operadores.

Posibilidad de generar un sistema de Asistencia Técnica y Repuestos Autorizados y Competentes en todo el País, a costos significativamente más bajos.

Posibilidad de incrementar la especialización de nuestros Recursos Humanos, generando un proceso de desarrollo e implementación organizado que cuenta con sustentabilidad práctica y teórica.

Posibilidad de incorporar estas tecnologías a otros productos de la empresa con las suficientes ventajas competitivas y operacionales que trae consigo.

Posibilidad de generar una interesante oferta exportadora y poder desarrollar mercados a nivel Sudamericano con un producto de alta calidad, certificado y de bajo costo de adquisición.

Informe Técnico – Informe Final

Título del Proyecto: “ DISEÑO, DESARROLLO Y FABRICACIÓN DE PROTOTIPO DE HORNO COMBINADO MULTICOCCIÓN”

Duración del Proyecto: 12 meses

Región: Metropolitana

Comuna: San Miguel

Director del proyecto en la empresa: Jorge Arancibia Galaz

Fono: (56 – 2) 4450070

Fax: (56 – 2) 4473603

Email: jarancibia@maigas.cl

Nombre de la entidad ejecutora del proyecto: MAIGAS S.A. (Manufacturas de Artefactos Industriales a Gas S.A.)

Dirección: San Nicolás 1050, San Miguel, Santiago de Chile.

Actividad Económica: Fabricación de Muebles, Accesorios Metálicos.

R.U.T. : 84.035.900 – K

Fono: (56 – 2) 4450070

Fax: (56 – 2) 4473603

INDICE

INDICE.....	5
INFORME TÉCNICO FINAL.....	11
A.- ANTECEDENTES GENERALES:.....	11
A.1. Plan de Trabajo:.....	11
Análisis del estado del arte:.....	11
Ingeniería conceptual de la unidad:.....	12
Ingeniería de detalles de la unidad:.....	12
Adquisición de materiales:.....	13
Fabricación de la unidad:.....	13
Ensayos y Pruebas:.....	13
Actividades según plan de trabajo.....	14
Conclusiones:.....	14
A.2. Objetivos del proyecto y resultados esperados.....	15
Conclusiones del proyecto.....	15
Impacto del proyecto.....	15
Generales:.....	15
Para los clientes o usuarios:.....	16
Para Maigas S.A.:.....	16
Para el País:.....	16
B.- EXPOSICION DEL PROBLEMA.....	17
B.1. Descripción General del Proyecto.....	17
B.2. Justificación.....	18
B.3. Objetivos Generales:.....	19
B.4. Objetivos Específicos:.....	19
B.5. Objetivos Técnicos del proyecto.....	20

B.6. Tipo de innovación desarrollada	21
C.- METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO.....	23
C.1. Métodos involucrados.....	25
Métodos analíticos:	25
Métodos numéricos:.....	26
Métodos de experimentales:.....	27
Métodos de fabricación:.....	27
C.2. Metodología	28
C.3. Diseño experimental	29
C.4. Modalidad de análisis de los resultados obtenidos.....	30
C.5 Partes y piezas.....	31
C.6 Estudio de Mercado y Fallas de los Equipos	33
C.7 Procesos Productivos:	34
Sección máquinas:.....	34
Armado Primario:.....	35
Armado secundario:	36
C.8 Ingeniería Conceptual de la Unidad	37
Desarrollo de un Símil a Partir de un Equipo Maigas	37
Análisis del Horno cámara base.....	37
C.9 Fuentes de información consultadas.....	40
C.10 Plan de trabajo.....	43
C11. Cronología:.....	44
Resumen del Trabajo del Grupo Interno	44
Resumen Trabajo Grupo Externo.....	45
Diseño Computacional:.....	46
D.- RESULTADOS	47

D.1. Estudio de Mecánica de Fluidos en interior del Horno cámara base	47
Objetivos	47
Metodología utilizada	47
Modelación de la Mecánica de Fluidos	47
Resultados	49
Conclusiones.....	50
D.2. Transferencia de Calor dentro del horno.....	51
Objetivos	51
Metodología utilizada	51
Modelación de la Transferencia de Calor.....	52
Resultados	52
Conclusiones.....	54
D.3. Análisis de emisiones	55
Objetivos	55
Metodología utilizada.....	55
Conclusiones.....	55
D.4. Análisis estructural.....	56
Objetivos	56
Objetivos generales:.....	56
Objetivos específicos:	56
Metodología utilizada.....	56
Modelación de la Mecánica de Sólidos	56
Resultados	57
Conclusiones.....	57
D.5. Eliminación del flujo externo en el Horno cámara base. Diseño mejorado.....	58
Objetivo	58

Metodología utilizada	58
Resultados	58
Conclusiones.....	60
D.6. Propuestas de diseño	61
Estructura portante	61
Cámara de cocción	61
Bandejas:	62
Cámara de combustión:.....	63
Panel frontal:	63
Puerta:.....	64
Manillas de control:	64
Asa:	64
Sistema de agarre (transporte):.....	65
Instrumentos (termómetro):	65
Atril:	65
D.7. Definición de las Sub Unidades horno combi	66
Cámara de cocción:	66
Ventilador:	67
Quemadores:	67
Puerta:.....	67
Sistema de producción de Vapor:	68
Ubicación de los componentes:.....	68
D.8. Diseño:	69
Sistemas y subsistemas	69
Estructura:	69
Contenedor:.....	73

Cocción:.....	78
Control:.....	80
D.9 Ingeniería de detalles de la Unidad.....	82
Diseño Prototipo.....	82
Diseño de Puerta.....	83
Cámara generadora de vapor.....	84
Panel de control:.....	85
Determinación de la posición óptima de los tubos.....	86
Conclusiones.....	88
D. 10. Documentación de Procesos.....	89
Listado de piezas.....	89
Planimetría.....	92
Corte de partes.....	93
Plegado.....	94
Ensamble.....	95
D.11. Fabricación de Partes y Piezas:.....	97
Pruebas de Resistencia de Partes y Piezas:.....	97
Fabricación de la Unidad.....	97
Evolución del prototipo:.....	97
Evaluación experimental:.....	97
D.12. Experimentos en horno combinado versión final.....	98
Los objetivos del estudio son los siguientes:.....	98
D.13. Modelación, considerando las temperaturas del experimento anterior como condiciones de borde.....	104
D.14. Resultados de Pruebas Finales de Cocción.....	108
-Pruebas de cocción con vapor.....	108

-Pruebas de cocción con calor	109
-Pruebas de cocción con calor y vapor (mixto)	110
D15 Presentación de Prototipo de Mercado	111
Cambios de elementos funcionales y estéticos.	111
Presentación del Prototipo Comercial	112
Pruebas de Certificación del Horno Combi	113
Temperaturas	113
Combustión	113
D.16. Conclusiones finales	114

INFORME TÉCNICO FINAL.

A.- ANTECEDENTES GENERALES:

El desarrollo de este proyecto ha requerido de un trabajo sistemático donde secuencialmente fue necesario definir objetivos de los cuales se desprenden las actividades y tareas a realizar.

Conjuntamente se realizó una programación a través de un plan de trabajo permitiendo establecer y regular las diferentes actividades para el desarrollo y construcción del horno COMBI.

A.1. PLAN DE TRABAJO:

Las diferentes actividades y tareas fueron definidas en 10 etapas, previamente definidas en la carta Gantt, y corresponden a:

Análisis del estado del arte:

El análisis del estado del arte se divide en dos categorías, estas son:

- ◆ Investigación de:
 - Mercado internacional, buscando productos que tengan las mismas o similares características.
 - Métodos de producción
 - Sistemas y sub sistemas de operación
 - Técnicas de ensayo
- ◆ Análisis de:
 - Artefacto:
 - ✓ Piezas
 - ✓ Componentes
 - ✓ Materiales

- Procesos Productivos:
 - ✓ Maquinarias
 - ✓ Equipos
 - ✓ Personal
- Fallas de los equipos:
 - ✓ Frecuencia
 - ✓ Origen
- Métodos de reparación

Ingeniería conceptual de la unidad:

En esta etapa se desarrolló el diseño conceptual de la unidad, según los siguientes criterios:
Estudio de adaptación a equipos ya existentes al interior de la empresa.

- ◆ Definición de las sub unidades:
 - Cámara de cocción
 - Turbina
 - Quemadores
 - Puerta
 - Sistemas de producción de Vapor
 - Ubicación de componentes.
- ◆ Diseño de:
 - Componentes de sistemas
 - Estructura
 - Sistemas de calentamiento: gas y electricidad
 - Dimensiones: unidad y sub unidades
 - Sistemas de control

Ingeniería de detalles de la unidad:

Etapa correspondiente al diseño con planimetrías, utilizando técnicas de diseño asistido por computador, que incluye:

- ◆ Diseño general y de componentes sobre la base de AUTOCAD.
- ◆ Cálculos estructurales.
- ◆ Simulaciones de:
 - Operación
 - Montaje
- ◆ Definición de estructuras y diagramas de fabricación.

Adquisición de materiales:

Con el fin de planificar la implementación del diseño del horno.

- ◆ Fabricación de partes y piezas
- ◆ Arriendo de instrumento y equipos de medición.
- ◆ Pruebas de resistencia de partes y piezas.
- ◆ Compra de insumos.

Fabricación de la unidad:

Permitiendo la realización de los primeros estudios de la forma y su factibilidad técnica, a través del desarrollo de un prototipo.

- ◆ Fabricación del prototipo
- ◆ Evaluación experimental
- ◆ Simulación computacional
- ◆ Evaluación de costos de producción
- ◆ Análisis de resultados.

Ensayos y Pruebas:

En esta etapa se realizan pruebas funcionales de partes y piezas que nos conducen al prototipo final. También en paralelo se realizan pruebas prácticas de funcionamiento que en que se consideran una multiplicidad de aspectos de orden cualitativo.

Actividades según plan de trabajo

Nº	actividad	tiempo (meses)																							
		1				2				3				4				5				6			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Análisis de estado del arte	■	■	■	■	■	■	■	■																
2	Ingeniería conceptual																								
3	Ingeniería de detalles									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	Adquisición de materiales																			■	■				
5	Fabricación del prototipo																					■	■	■	■

Nº	ACTIVIDAD	tiempo (meses)																							
		7				8				9				10				11				12			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	Fabricación del prototipo	■	■	■	■																				
6	Ensayos y pruebas de la unidad																								
7	Pruebas y evaluación de productos									■	■	■	■	■	■	■	■								
8	Evaluación y correcciones de diseño																								
9	Documentación de procesos																			■	■	■	■	■	■
10	Confección del informe final																							■	■

Conclusiones:

El estado de avance del proyecto fue satisfactorio. Las tareas se han efectuado de acuerdo a lo programado. Los resultados más importantes son:

- Conformación de un equipo interdisciplinario integrado por especialistas y responsables de la empresa.
- Desarrollo de una metodología eficiente de trabajo con reuniones periódicas quincenales, con informes de avance de cada uno de los grupos.
- Evaluación sistemática y regular permitiendo determinar la factibilidad productiva y la eficiencia funcional de las alternativas propuestas.