

3892



TECNOLOGIA INTEGRAL S. A.

621.4025  
T255  
2003  
e

26 PAG.

# INFORME FINAL

## PROYECTO FONTEC N° 202 - 3178

### DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y MEDICIÓN DE TEMPERATURA DE LLAMA DE UN HORNO DE CALCINACIÓN

<b>Código Proyecto</b>	202-3178
<b>Título Proyecto</b>	Desarrollo de un Sistema de Monitoreo y Medición de Temperatura de Llama de un Horno de Calcinación
<b>Empresa (s) Solicitante (s)</b>	Tecnología Integral S.A.
<b>R.U.T Empresa</b>	96.546.950-8
<b>Entidad Ejecutora</b>	Tecnología Integral S.A.

Junio 30, 2003

621.4025  
T 255  
2003



## PRESENTACIÓN

En el último decenio, se constata que el país ha sabido enfrentar con éxito el desafío impuesto por la política de apertura en los mercados internacionales, alcanzando un crecimiento y desarrollo económico sustentable, con un sector empresarial dinámico, innovador y capaz de adaptarse rápidamente a las señales del mercado.

Sin embargo, nuestra estrategia de desarrollo, fundada en el mayor esfuerzo exportador y en un esquema que principalmente hace uso de las ventajas comparativas que dan los recursos naturales y la abundancia relativa de la mano de obra, tenderá a agotarse rápidamente como consecuencia del propio progreso nacional. Por consiguiente, resulta determinante afrontar una segunda fase exportadora que debe estar caracterizada por la incorporación de un mayor valor agregado de inteligencia, conocimientos y tecnologías a nuestros productos, a fin de hacerlos más competitivos.

Para abordar el proceso de modernización y reconversión de la estructura productiva del país, reviste vital importancia el papel que cumplen las innovaciones tecnológicas, toda vez que ellas confieren sustentación real a la competitividad de nuestra oferta exportable. Para ello, el Gobierno ofrece instrumentos financieros que promueven e incentivan la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas productoras de bienes y servicios.

El Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo FONTEC, organismo creado por CORFO, cuenta con los recursos necesarios para financiar Proyectos de Innovación Tecnológica, formulados por las empresas del sector privado nacional para la introducción o adaptación y desarrollo de productos, procesos o de equipos.

Las Líneas de financiamiento de este Fondo incluyen, además, el apoyo a la ejecución de proyectos de Inversión en Infraestructura Tecnológica y de Centros de Transferencia Tecnológica a objeto que las empresas dispongan de sus propias instalaciones de control de calidad y de investigación y desarrollo de nuevos productos o procesos.

De este modo se tiende a la incorporación del concepto "Empresa - País", en la comunidad nacional, donde no es sólo una empresa aislada la que compete con productos de calidad, sino que es la "Marca - País" la que se hace presente en los mercados internacionales.

El Proyecto que se presenta, constituye un valioso aporte al cumplimiento de los objetivos y metas anteriormente comentados.

FONTEC - CORFO



TECNOLOGIA INTEGRAL S. A.

INFORME FINAL  
PROYECTO FONTEC  
Nº 202-3178





## A) RESUMEN EJECUTIVO

### **Antecedentes de la Empresa**

TECNOLOGÍA INTEGRAL S.A. (**TISA**), fue creada el 7 de diciembre de 1988, con personal y capitales chilenos, con la misión de crear en forma sistemática y rentable, tecnologías y conceptos de producto que incorporaran innovaciones técnicas significativas para la industria nacional y que en el largo plazo pudieran competir exitosamente en los mercados desarrollados. Estructurada en torno a las disciplinas de física e ingeniería, **TISA** abordó el desarrollo de equipos y sistemas avanzados de medición e instrumentación para la industria.

Luego de su fase inicial de desarrollo de tecnologías y productos propios, la empresa se orientó hacia la comercialización de los sistemas diseñados en los respectivos mercados de usuarios finales. El éxito alcanzado ha permitido a **TISA** lograr un fuerte posicionamiento en el mercado nacional e internacional como "especialistas técnicos" en todas las líneas de productos y servicios que ofrece.

Actualmente, **TISA** se encuentra trabajando en el desarrollo de nuevos productos, utilizando el gran potencial que ha acumulado en sus 14 años de trayectoria y en el apoyo recibido por parte de **CORFO** mediante el programa **FONTEC**. La actividad de investigación y desarrollo se sustenta en el conocimiento técnico de los profesionales *seniors*, en la experiencia acumulada en torno al desarrollo de productos para clientes finales y en el conocimiento del mercado y de sus necesidades actuales y futuras.

### **Síntesis del proyecto de innovación**

La innovación tecnológica planteada, contempló el desarrollo de un producto denominado **Sistema de Monitoreo y Medición de Temperatura de Llama de un Horno de Calcinación**, cuyo nombre comercial es **Tempera/SML**. El sistema ha sido diseñado para el monitoreo térmico de la zona del quemador y de la llama del horno, entregando información para operarla, para optimizar la eficiencia del proceso y para realizar el seguimiento del estado de operación de la cubierta de material refractario en la zona de descarga del material, lográndose con ello una reducción en los costos de mantenimiento, una reducción en los costos de operación, un aumento de productividad y un adecuado análisis de la operación del horno. Estas consideraciones le otorgan al sistema **Tempera/SML** una clara diferenciación respecto al resto de los equipos ofrecidos en el mercado internacional.

Algunas características técnicas y operativas del sistema **Tempera/SML** son:

- Monitoreo y medición en tiempo real, de la llama y la distribución de temperaturas en ésta.
- Medición de temperatura mediante pirometría por imágenes (Imaging Pyrometry).
- Determinación de las características térmicas de la llama y del material circundante. Los rangos de temperatura van desde los 900 °C a los 2000 °C.



- Permite el monitoreo en línea de la longitud, forma y dirección de la llama
- Permite un adecuado control del combustible utilizado para la llama
- Permite un adecuado control de las concentraciones de NOx producidos en la combustión, mediante el monitoreo de la temperatura de la llama
- Adaptabilidad a los distintos tipos de hornos de calcinación existentes, tanto en la industria del cemento como en la de cal y celulosa.
- Genera las señales de alerta ante eventuales fallas del sistema de control de calentamiento del horno
- Despliegue de imagen y de información de temperaturas en una interfaz usuario bajo ambiente Windows
- Monitoreo térmico en red, permitiendo el acceso a la imagen y a la medición desde cualquier punto de la planta o fuera de ella.

### **Principales resultados del proyecto y conclusiones**

Los principales resultados del proyecto pueden evaluarse desde dos puntos de vista: los beneficios esperados del proyecto y los beneficios esperados para la empresa.

#### ***Beneficios esperados del proyecto***

La conveniencia de desarrollar el proyecto radicó en la necesidad de buscar nuevas alternativas que permitan a la industria del cemento, de la cal y de la celulosa, contar con tecnología avanzada para el monitoreo y medición de las condiciones térmicas de operación de los hornos de calcinación, con el propósito de asegurar la operación y los niveles de rentabilidad, en un mercado que se torna cada vez más competitivo.

Dentro del contexto descrito, el proyecto se fundamentó básica y esencialmente en la oportunidad de ofrecer al mercado esta alternativa tecnológica que no se ha masificado en la región y que sólo se encuentra disponible en el extranjero. **TISA** cuenta con la experiencia en el desarrollo de equipos que se caracterizan por su adaptabilidad a las necesidades de los usuarios y este producto despertará la necesidad de reemplazo de otras formas menos eficientes que utilizan las plantas principalmente para el monitoreo de la llama en los hornos de calcinación

#### ***Beneficios esperados para la empresa***

Los principales beneficios se encuentran en que **TISA** estará en condiciones de:

- Ofrecer un producto de mayores prestaciones técnicas y operativas para un área de la industria en la que ha incursionado exitosamente con otros desarrollos.
- Ampliar y mejorar las posibilidades comerciales, aumentando sus ingresos por concepto de venta de este nuevo producto, tanto en el mercado local como en el latinoamericano.
- Convertirse en una alternativa técnica y económicamente viable, ofreciendo al mercado un producto con ventajas considerables en relación con productos similares importados.
- Aumentar la presencia en el mercado internacional, a través de la exportación de esta alternativa con precios competitivos y alta calidad.



- Aumentar su cartera de productos para el sector cementero no sólo mediante la introducción de este nuevo producto sino de aquellos que se generen como resultado de la tecnología desarrollada.

### **Conclusiones**

El proyecto fue ejecutado de acuerdo a lo programado y los resultados obtenidos son muy auspiciosos, tanto desde el punto de vista técnico como del comercial.

La ejecución de este proyecto dio como resultado un producto, el **Tempera/SML**, pero también una tecnología que permite otras aplicaciones de monitoreo y medición de temperaturas, ampliando con ello las posibilidades comerciales de **TISA**, en dicho sector industrial, tanto en el país como en el extranjero.

El apoyo recibido de parte de **FONTEC** fue esencial para la ejecución y el buen término del proyecto y le permitirá a **TISA** mantener un nicho tecnológico importante en un mercado técnicamente exigente y cada vez más competitivo.

## **B) EXPOSICION DEL PROBLEMA**

### **El problema a resolver**

La operación y mantención de los hornos rotatorios de calcinación utilizados en la fabricación del cemento y cal, requieren de un buen conocimiento de las condiciones térmicas de éstos, tanto internas como externas.

Debido a que el proceso involucra altas temperaturas (700°C a 1800°C), la medición de éstas en el interior resulta una tarea difícil. Sin embargo, el actual estado del arte de la tecnología infrarroja permite desarrollar sistemas capaces de realizar la medición de las temperaturas internas del horno con muy buena precisión, resolución y cobertura espacial, en la zona de descarga del material calcinado.

El monitoreo y medición de la temperatura de la llama, es altamente atractiva para los fabricantes de cemento, ya que la información de su forma, tamaño, largo y temperatura, permite un control oportuno de las características y propiedades del producto calcinado. Asimismo, esta información permite un ahorro significativo del combustible utilizado en la llama, elemento que tiene la mayor incidencia en el costo final del producto fabricado, además, la posibilidad de medir la temperatura del material calcinado, en la zona de descarga del horno, permite corregir sus propiedades, características y calidad, modificando los parámetros de operación en el horno (velocidad del flujo del material, velocidad de rotación del horno, composición del material, largo y posición de la llama).

La industria cementera es proclive a incorporar permanentemente nuevos sistemas de instrumentación, control y automatización que incrementen su proceso productivo y mejoren el costo de operación de sus hornos.

Los participantes de este mercado altamente competitivo no pueden excluir alguna forma de control de las condiciones de operación de los hornos. Por lo tanto, el



dilema al que se ven enfrentados las plantas hoy día, pasa por definir y seleccionar una tecnología adecuada en función de diversos factores, entre los que se encuentran: la razón costo/beneficio de la tecnología; la confiabilidad del sistema y los costos de mantención del mismo.

En este contexto, el sistema **Tempera/SML** se constituye en una real alternativa de solución al problema planteado ya que posee la capacidad de determinar la forma y temperatura de la llama, permitiendo con ello una mejor determinación de los parámetros térmicos del horno, elemento esencial en la toma de decisiones tanto para la operación como para la seguridad del mismo.

Particularmente en Chile, la introducción de este producto cobra sentido desde el punto de vista económico, por las ventajas técnicas y de proceso que se obtienen, para el mercado de empresas dedicadas a la producción de cemento y de cal, mejorando la relación costo beneficio si se compara con productos sustitutos traídos desde el extranjero.

### **Objetivos técnicos**

El principal objetivo técnico era desarrollar y fabricar, bajo el cumplimiento de requisitos técnicos y económicos, un **Sistema de Monitoreo y Medición de Temperatura de la Llama de un Horno de Calcinación**, orientado a la medición de temperaturas en el interior de hornos rotatorios como los utilizados en la industria de la celulosa, cal y el cemento

El proyecto incluye el desarrollo de la ingeniería, la fabricación del hardware, el desarrollo del software, la integración de hardware y software las pruebas a escala de laboratorio y de terreno, y la documentación del sistema.

Para alcanzar el objetivo propuesto se plantearon los siguientes objetivos técnicos específicos:

1. Desarrollar una unidad de detección para el monitoreo térmico, a partir de la integración de diversos componentes y sensores.
2. Desarrollar el hardware de enfriamiento y protección de la unidad de detección del sistema
3. Desarrollar software que permita adquirir, procesar, almacenar y desplegar la información obtenida.
4. Desarrollar software interfaz para los usuarios del sistema.
5. Integrar y probar en terreno las unidades desarrolladas.

### **Tipo de innovación desarrollada**

La medición de la temperatura de la llama y de la zona caliente de los hornos es considerada absolutamente crítica para mantener los niveles óptimos de producción de clinker. Este proceso ha evolucionado en los últimos años, desde un ojo de operador bien entrenado a la tecnología de pirometría de imagen usada para el monitoreo continuo de las zonas calientes del horno.



La solución al requerimiento de monitoreo y medición de la temperatura de la llama se basa en los principios de la pirometría a partir de imágenes (Imaging Pyrometry). Esta técnica consiste en la combinación de imágenes de vídeo y un sistema pirométrico que mide la temperatura de ciertas zonas, seleccionadas por un operador, dentro del campo de visión del sistema de vídeo.

Un sistema óptico especialmente diseñado para ser introducido en la zona caliente del horno (donde las temperaturas superan los 1500 °C) transfiere la imagen observada al sistema de vídeo y al sistema pirométrico. Las señales generadas por los sensores ópticos son transmitidas a una unidad de procesamiento ubicada en la sala de control de la planta.

Un software especialmente desarrollado para la aplicación permite la medición de temperatura en diferentes zonas de la imagen observada, la determinación de máximos, mínimos promedios, etc., permitiendo al usuario una toma adecuada de decisiones.

A comienzos del año 1990, **TISA** abordó el desarrollo de un sistema de monitoreo térmico para la coraza de los hornos rotatorios, el sistema llamado **Tempera**. Dicho sistema, es el primer y único escáner de este tipo desarrollado íntegramente en Chile y con el paso de los años se ha convertido en uno de los sistemas de monitoreo térmico de mejor performance a nivel mundial, lo que le ha valido el reconocimiento de importantes clientes en el mundo (Cemex, Holderbank, etc.)

El sistema **Tempera/SML** recoge toda la experiencia acumulada a lo largo de más de 12 años y permite a **TISA** introducir al mercado un producto que otorga al usuario un gran número de beneficios, entre los que destacan:

- Asegurar un uso mas eficiente del combustible, a través del monitoreo de la temperatura de la zona caliente, la temperatura del material y la forma de la llama
- Apoyar la gestión medio ambiental, controlando la emisión de NOx mediante un control más adecuado de la temperatura de llama y del flujo de calor.
- Controlando la calidad del cemento, mediante un control inmediato del proceso ante problemas que se producen en la zona caliente del horno.



## C) METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

### **Métodos involucrados**

La investigación tecnológica realizada se basó en dos pilares: un programa de trabajo especialmente diseñado para este tipo de proyectos y un grupo técnico altamente especializado.

El programa, elaborado en base a la experiencia de **TISA**, consideró ocho etapas, cuatro de las cuales estuvieron orientadas exclusivamente al diseño y a la evaluación experimental del mismo, ello debido a que el desarrollo de un nuevo producto es particularmente sensible al diseño preliminar, tanto a nivel de hardware como de software. Las otras cuatro etapas se aplicaron a la fabricación, la integración, las pruebas y la documentación técnica del sistema.

Un aspecto relevante de la metodología lo constituyeron las pruebas tanto de laboratorio como las de terreno, las cuales se orientaron a probar las componentes del hardware y a determinar la incidencia en la performance bajo diversas condiciones de operación.

Por tanto, la metodología puso énfasis en el diseño, la evaluación experimental y las pruebas, apoyando cada una de éstas con una adecuada documentación técnica que permita la posterior "reproducción" del sistema desarrollado.

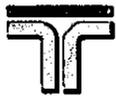
El grupo técnico conformado por físicos, ingenieros y técnicos con probada experiencia en el desarrollo de sensores, equipos y sistemas fue un factor esencial para el logro de los objetivos técnicos del proyecto.

### **Fase experimental**

Esta actividad, ejecutada en la etapa D del proyecto, contempló un conjunto de pruebas que permitieron definir la factibilidad real de implementar un sistema de medición de temperaturas a partir de imágenes del objeto bajo observación. Asimismo, los resultados obtenidos [10] permitieron definir de mejor forma el tipo de hardware a utilizar en el desarrollo del proyecto, como también los módulos de software asociados a dicho hardware. Desde este punto de vista, el diseño experimental constituyó una actividad esencial para determinar la arquitectura del sistema desarrollado.

Por otra parte, la implementación de la fase experimental permitió identificar un conjunto de problemas asociados al hardware, al software y al proceso de medición (incidencia del background, sincronismo de captura, determinación de la temperatura, velocidad de procesamiento, etc.), lo cual fue considerado en el diseño general del sistema.

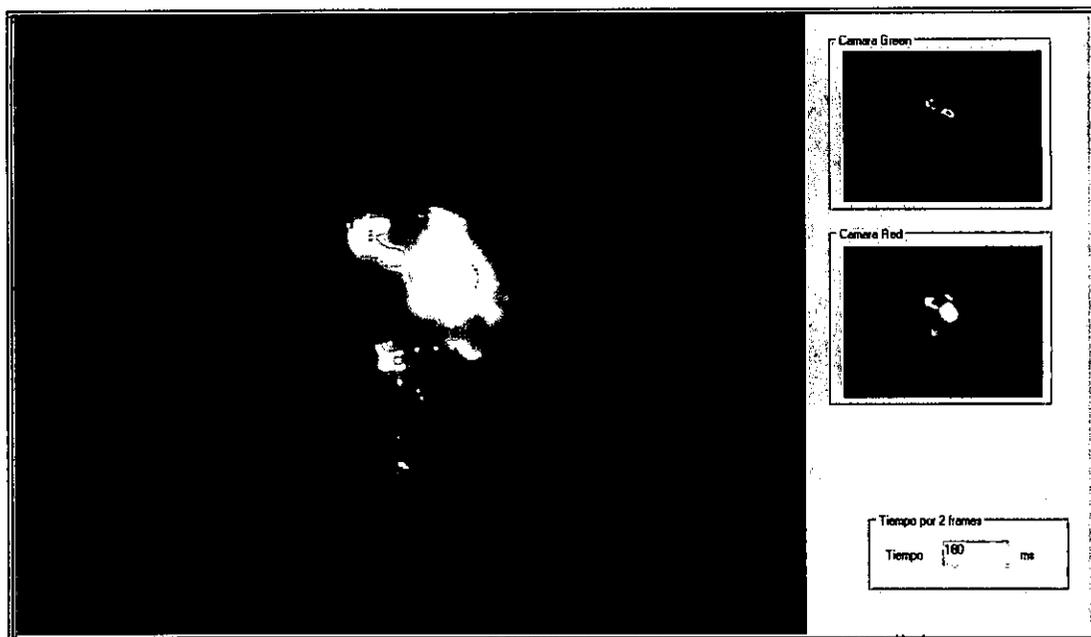
La fase experimental, permitió también el contar con un hardware de laboratorio adecuado para mostrar la aplicación y la potencialidad del sistema, que se encontraba en desarrollo, a posibles clientes.



### Pruebas de laboratorio

Esta actividad, ejecutada en la etapa F del proyecto, consistió en probar el funcionamiento de cada una de las unidades del sistema, en particular:

- El cabezal pirométrico
- La unidad de control
- La unidad de retracción
- La unidad de flujo de aire
- El sistema integrado
- La adquisición de datos y el pre-procesamiento de los mismos
- La relación entre la data procesada y la temperatura del objeto real



**Pruebas de Laboratorio : Imagen de una lámpara incandescente  
Imagen normal (lado izquierdo), Imagen procesada (lado derecho)**

Las pruebas de laboratorio realizadas se encuentran documentadas en los documentos TI-SML506.02-513-1-0, de fecha 20/12/02 y TI-SML506.02-513-2-0 de fecha 30-05-03.



### Pruebas de terreno

Esta actividad, ejecutada en la etapa G del proyecto, fue ejecutada en las dependencias de **TISA**, dado que la instalación en Cementos Polpaico, debió postergarse a requerimiento del cliente quien por razones operativas no podía facilitar sus instalaciones para las pruebas durante el mes de junio, quedando éstas programadas a partir del día 14 de julio.

La actividad permitió validar el sistema bajo condiciones de operación y conseguir valiosa información para futuras adaptaciones del sistema, tanto a nivel de hardware como de software.

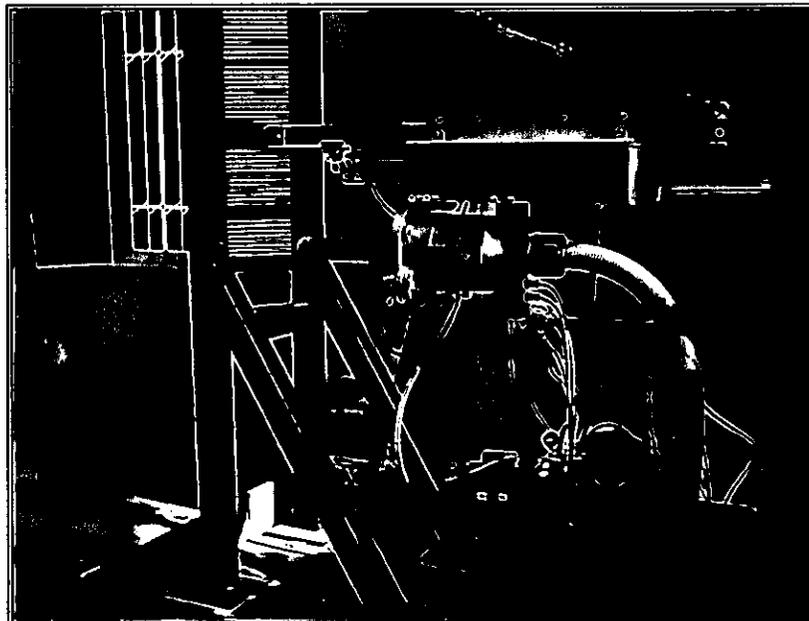
En lo particular las pruebas contemplaron los siguientes aspectos:

- Operación bajo diversas condiciones ambientales (iluminación, temperatura, polvo, etc.)
- Adquisición de las imágenes de vídeo
- Determinación de la temperatura de un objeto
- Contrastación en la medición de temperaturas

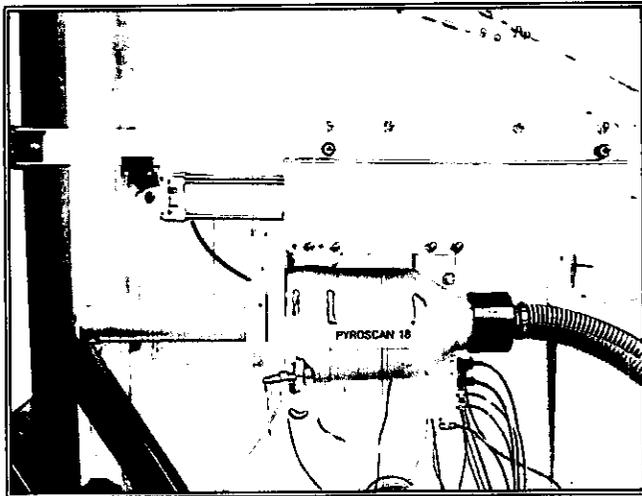
Las pruebas también se orientaron a determinar aspectos de montaje mecánico (montaje de sensores, alineamiento, etc.) a tener en cuenta en futuras instalaciones del sistema

La documentación de las pruebas se encuentra en el documento TI-SML506.02-514-1-0, de fecha 25/06/03.

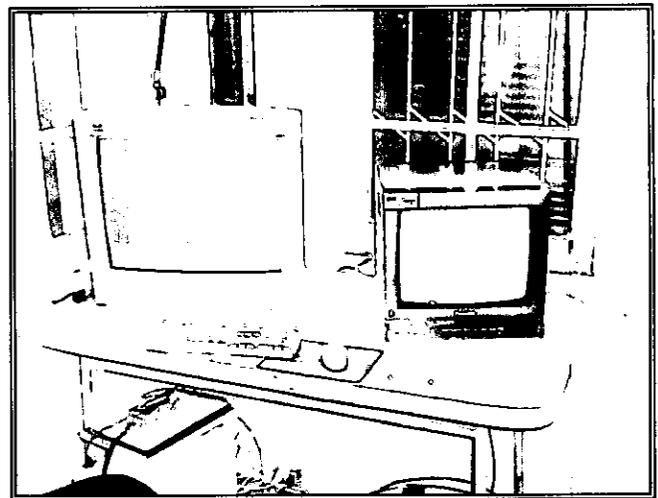
En la siguiente secuencia fotográfica se pueden apreciar aspectos de la instalación de pruebas realizada en **TISA**.



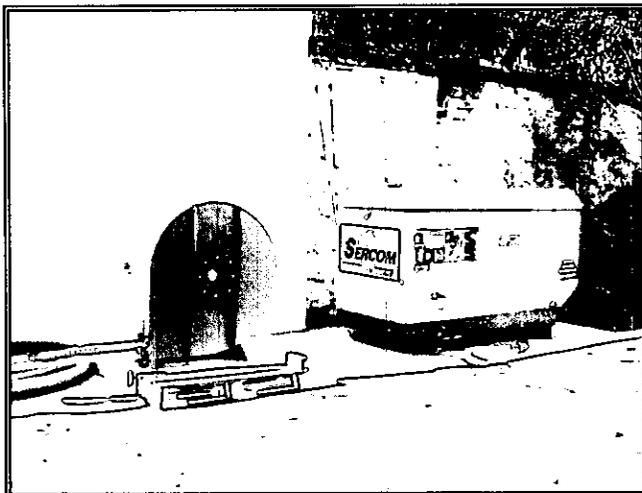
Instalación en TISA : Conjunto del sistema Tempera/SML



**Sensor pirométrico y sistema de extracción**



**Monitores de computación y de vídeo**

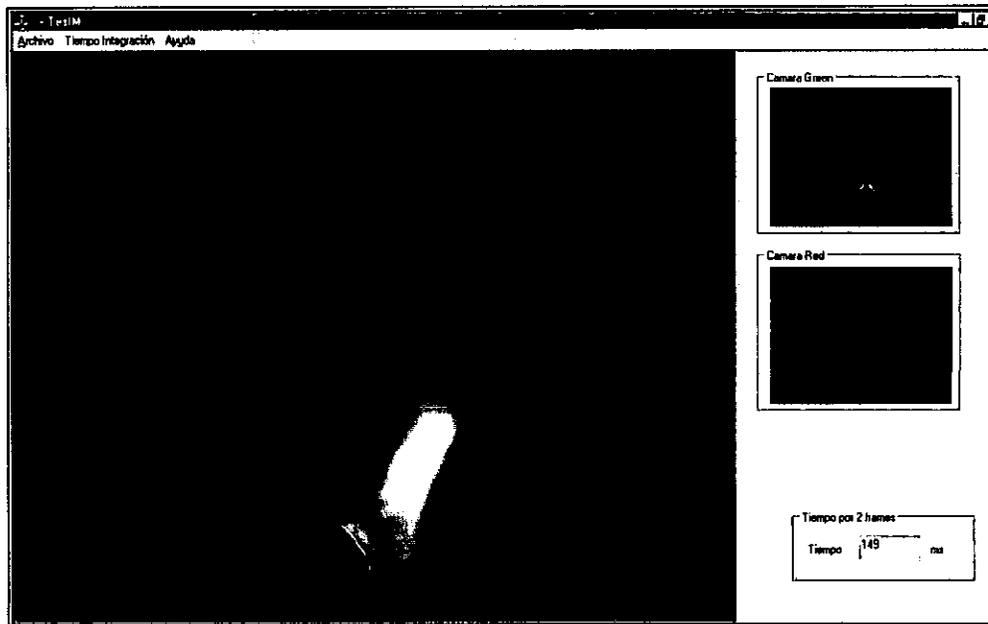
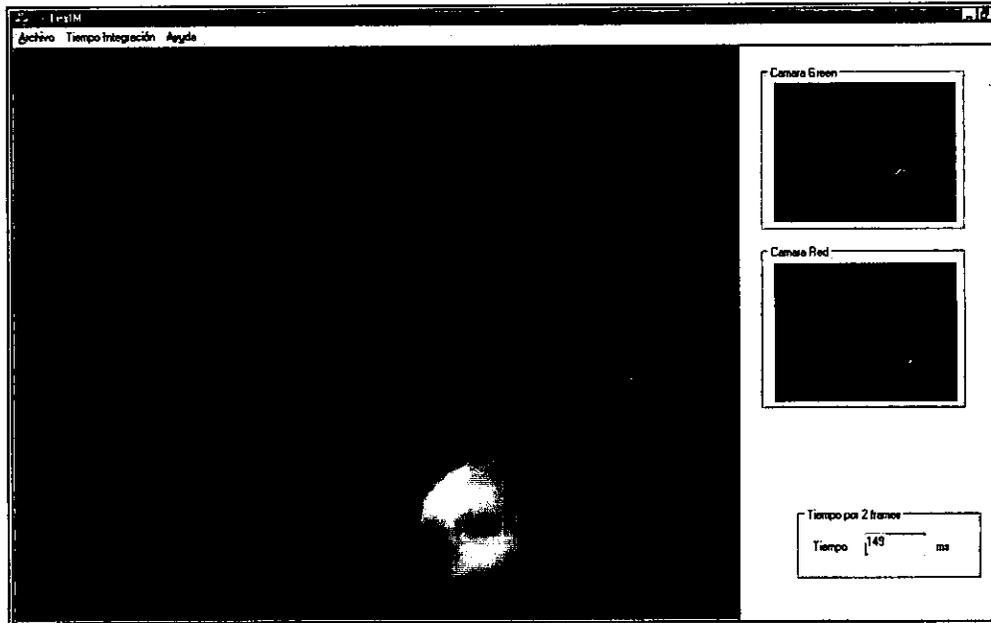


**Sistema de flujo de aire**



## TECNOLOGIA INTEGRAL S. A.

Las siguientes imágenes muestran la captura y procesamiento de objetos incandescentes, logradas durante la etapa de pruebas realizadas en **TISA**.

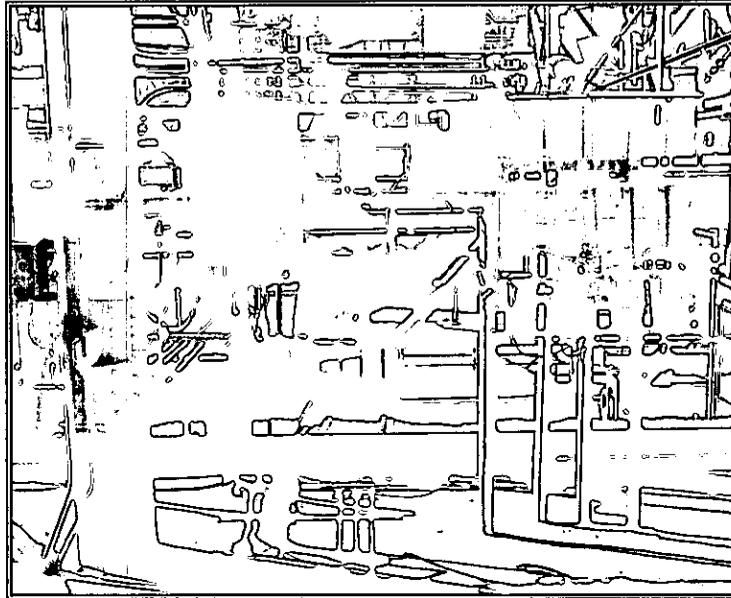


**Instalación en TISA : Imágenes de llama**

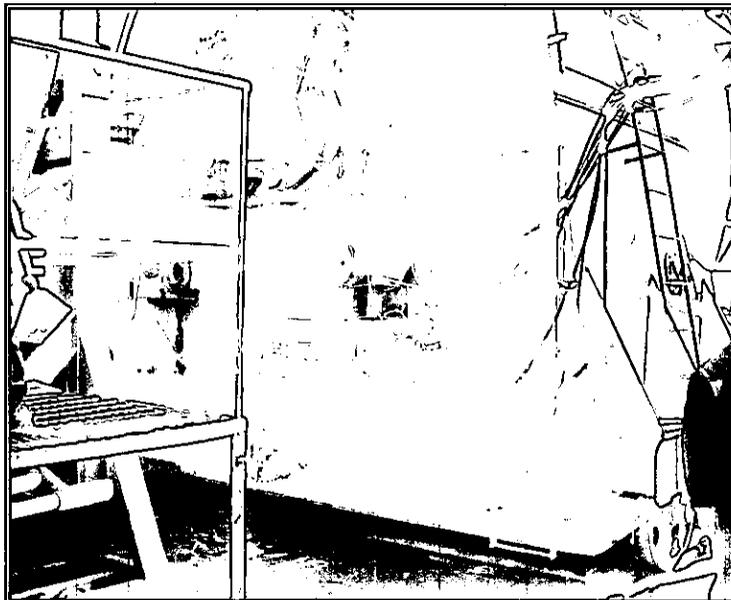


## TECNOLOGIA INTEGRAL S. A.

En la siguientes fotografías se puede apreciar el lugar en el que se instalará el sistema. La instalación se realizará de manera no intrusiva en el Horno N° 3, de Cementos Polpaico, Región Metropolitana, en el mismo sector donde actualmente se encuentra instalado un sistema de vídeo usado para monitoreo visual de la llama. Esto permitirá instalar el sistema sin alterar el normal funcionamiento del horno y dado que las pruebas se efectuaron en **TISA**, el sistema a instalar será el producto 100% terminado.



**Instalación en terreno : Cementos Polpaico, Horno N° 3,  
sector para ubicación unidades de control**



**Instalación en terreno : Cementos Polpaico, Horno N° 3,  
Sector para ubicación sensor pirométrico**



### **Modalidad de análisis de los resultados**

El análisis de los resultados debe hacerse en referencia a lo siguiente:

- Cumplimiento de los requerimientos y de las especificaciones de operación y de medición del sistema, establecidas en los documentos TI-SML506.02-509-1-0, de fecha 13/09/02 y TI-SML506.02-508-1-0 de fecha 17/09/02.
- Obtención de otros resultados no considerados en el proyecto

### **Fuentes de información**

Durante la ejecución de este proyecto se consultó las siguientes fuentes de información:

#### ***Bibliografía***

- [1] Theory and Practice of Radiation Pyrometry, D.Dewitt, Wiley Interscience, 1981.
- [2] PtSi Thermal Imaging Systems, J. R. Tower, Photonics Spectra, 1991.
- [3] Integration of Imaging Pyrometry, C. R. Petrus, World Cement, 1997.
- [4] Smaller IR Imagers for New Applications, J. T. Wimmers, Photonics Handbook, 1998.
- [5] Advance Vision Camera for Rotary Kilns, H. Stein, World Cement, 1999.
- [6] The Infrared System, Design Process, W. L. Wolfe, Photonics Spectra, March 2001.
- [7] Infrared Thermography, D. Drollette, Photonics Spectra, June 2001.
- [8] Camera Interface Guide, Matrox Imaging, 1996.
- [9] Continuous Spectra: Planck 's Law, P. Signell, Michigan State University, January 2001.
- [10] Informe de Avance Proyecto Fontec 202-3178, TISA, Diciembre 2002.

#### ***Sitios WEB***

- [1] [www.machinevisiononline.org](http://www.machinevisiononline.org)
- [2] [www.thermology.com](http://www.thermology.com)
- [3] [www.optics-online.com](http://www.optics-online.com)



**Plan de trabajo (Carta Gantt)**

La siguiente carta Gantt describe el plan de trabajo ejecutado durante el proyecto.

ETAPAS / ACTIVIDADES	PERIODO 1				PERIODO FINAL					
	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
<b>A. REQUERIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES</b>	■									
Definir requerimientos técnicos y componentes	X									
Definir especificaciones técnicas preliminares	X									
<b>B. DISEÑO Y SELECCIÓN DE ARQUITECTURA DE HARDWARE</b>	■	■	■							
Definir la arquitectura del sistema a nivel de HW	X									
Seleccionar componentes para fabricar sistema	X									
Elaborar planos, pautas de fabricación y pruebas		X	X							
<b>C. DISEÑO DE SOFTWARE</b>		■	■							
Diseñar módulo de SW para adquisición de datos		X								
Diseñar módulo de SW para procesamiento			X							
Diseñar módulo de SW para interfaz de usuario			X							
<b>D. FASE EXPERIMENTAL</b>			■	■	■	■				
Montaje experimental			X							
Desarrollo de herramientas de adquisición de datos			X	X						
Análisis de opciones ópticas				X						
Determinación de temperaturas				X	X					
Documentación					X	X				
◆ Informe de Estado de Avance 1										◆
<b>E. FABRICACION DEL HARDWARE Y DESARROLLO DE SOFTWARE</b>					■	■	■	■	■	■
Adquirir equipos y componentes para el HW					X	X	X	X	X	X
Fabricar componentes, piezas y partes								X	X	X
Desarrollar módulo de SW de adquisición de datos					X	X	X	X		
Programar SW de procesamiento						X	X	X	X	
Programar interfaz gráfica para usuarios							X	X	X	
<b>F. INTEGRACION DE HW Y SW Y PRUEBAS DE LABORATORIO</b>								■	■	■
Integrar componentes mecánicos y eléctricos								X	X	
Realizar pruebas al HW								X	X	X
Realizar pruebas al HW-SW integrado								X	X	
<b>G. PRUEBAS DE TERRENO</b>									■	■
Instalación y puesta en marcha en Polpaico									X	X
Pruebas de funcionamiento y adaptaciones										X
Marcha blanca										X
<b>H. DOCUMENTACION DEL SISTEMA</b>										■
Documentar especificaciones técnicas										X
Elaborar manuales de usuario de SW y HW										X
◆ Informe Final										◆

**FECHA DE ENTREGA DE INFORMES**

<b>Informe de Avance N° 1</b>	<b>30-12-2002</b>	<b>Informe Final</b>	<b>30-06-2003</b>
-------------------------------	-------------------	----------------------	-------------------

	Programación original
	Programación real Fase 2
	Programación real Fase 1



Se puede apreciar que la primera fase del proyecto se ejecutó sin contratiempos de acuerdo a lo programado, tal como se documentó en el informe de avance de fecha 30/12/03.

Sin embargo, la segunda fase sufrió un notable retraso debido principalmente al atraso en que incurrieron los proveedores de parte importante del hardware, en particular la cámara pirométrica la cual tuvo un retraso de 8 semanas respecto a la fecha original de entrega comprometida por el proveedor. Este atraso involucró otras adquisiciones que requerían contar con dicha cámara antes de ser ejecutadas.

Todo lo anterior obligó a solicitar una postergación del plazo de término del proyecto, la cual fue autorizada con fecha 07/04/02, quedando fijado el término del proyecto para el 30/06/03.

Adicionalmente, la instalación de pruebas en la Planta de Cementos Polpaico no pudo efectuarse en la fecha programada, dado que el cliente solicitó su postergación por razones operacionales y de seguridad, comprometiéndose a facilitar las instalaciones a partir del día 14 de julio próximo. Ante esta situación se optó por ejecutar las pruebas funcionales del sistema en las dependencias de **TISA**, ello con el propósito de consolidar el producto y efectuar la instalación de un sistema 100% operativo en Polpaico.

En este marco, el proyecto fue ejecutado en su totalidad en un período de 10 meses, con un cumplimiento de un 100% en todas las etapas.

El resultado final del proyecto es un Sistema **Tempera/SML** de monitoreo y medición de temperatura de llama. El sistema desarrollado será instalado en el horno N° 3 de Cementos Polpaico. El cliente evaluará técnicamente el sistema y sugerirá a **TISA** las adaptaciones necesarias para implementarlas en futuras versiones del producto.



## D) RESULTADOS OBTENIDOS

### Resultados

El resultado más relevante de este proyecto es la fabricación del sistema de monitoreo y medición *Tempera/SML*.

Desde el punto de vista del funcionamiento del sistema, los resultados pueden evaluarse mediante el cumplimiento de las especificaciones de monitoreo y medición de temperaturas.

### **Especificaciones de monitoreo de imagen**

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para las pruebas de monitoreo logradas en la etapa de pruebas:

**Tabla 1 : Especificaciones de monitoreo**

Item	Especificado	Alcanzado	Cumplido
Monitoreo			
Frecuencia de muestreo de imagen	25 cuadros/seg	25 cuadros/seg	Si
Condiciones de iluminación	Hasta 5000 lux	Hasta 10000 lux	Si
Campo de visión (FOV)	48°(H) x 36°(V)	Hasta 80° x 60°	Si

### **Especificaciones de medición de temperatura**

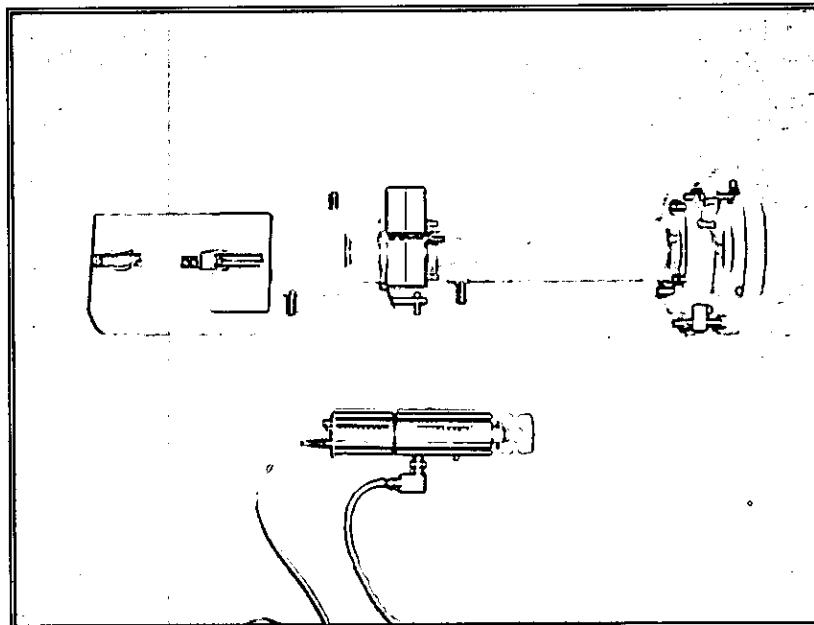
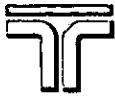
En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para las pruebas de medición logradas en etapa de pruebas:

**Tabla 2 : Especificaciones de medición**

Item	Especificado	Alcanzado	Cumplido
Resolución			
Imagen vídeo color	752 x 582 pix	752 x 582 pix	Si
Imagen vídeo monocromático	752 x 582 pix	752 x 582 pix	Si
Medición de temperatura			
Actualización temporal	1 por segundo	13 por segundo	Si
Rango	900 a 2000 °C	900 a 2000 °C	Si
Cobertura espacial	Por zonas	Sobre toda la imagen	Si

La validación de las mediciones de temperatura se realizó utilizando un sensor pirométrico bi-color adquirido específicamente para la contrastación de las mediciones.

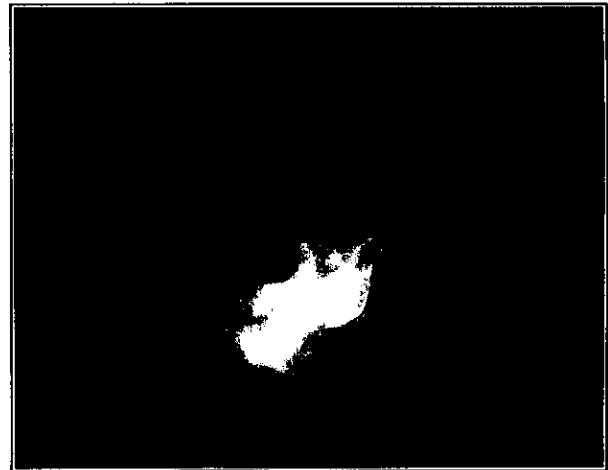
De los resultados expuestos en las tablas 1 y 2 se puede ver que el sistema satisface los requerimientos de monitoreo y medición definidos en la etapa de diseño del sistema. La extensión del FOV a un rango mayor, lo cual es una característica del diseño del sensor pirométrico, permite utilizar el sistema en hornos donde la zona del quemador es más corta y en otras aplicaciones donde por el espacio disponible se requiere un mayor campo de visión.



**Instalación en TISA : Pirómetro bi-color**

**Otros resultados**

La ejecución de este proyecto arrojó también otros resultados técnicos cuyo aporte a la empresa pueden ser muy importantes, ya que darían paso al desarrollo de sub-productos con base en la tecnología desarrollada. Uno de ellos es el desarrollo de un software para incorporar isotermas a las imágenes capturadas por las cámaras de vídeo, el cual tiene múltiples aplicaciones en el estudio de formas de la llama.



**Instalación en TISA : Análisis de llama mediante isotermas**



### **Análisis y conclusiones**

El sistema **Tempera/SML**, diseñado, desarrollado y probado es un importante logro tecnológico dadas las capacidades técnicas y de aplicación que posee.

Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en **TISA** indican que el sistema **Tempera/SML** cumple las especificaciones técnicas elaboradas al inicio del proyecto y que presenta un potencial de mejora en su performance una vez que se incorporen al diseño las modificaciones resultantes de las evaluaciones que realice el cliente (Cementos Polpaico) las que se realizarán por un período de 3 meses a partir del 14 de julio.

La capacidad de medición del sistema permite la determinación de la temperatura de la llama y del material del entorno, con el consiguiente beneficio en la determinación de los parámetros térmicos y morfológicos de la llama, parámetros de gran utilidad en la gestión de operación de los hornos de calcinación.

La versatilidad del cabezal pirométrico, que compone la parte principal del sistema, permite implementar diversos montajes, con diferentes objetivos. Como un plus, el proyecto permitió el desarrollo de una herramienta tecnológica que tiene otras aplicaciones en otros sectores industriales como son el monitoreo y medición de temperaturas en calderas.

## **E) IMPACTOS DEL PROYECTO**

### **Impactos técnico-económicos**

El objetivo del proyecto fue el desarrollo de un nuevo producto tecnológico, con un alto valor agregado, que permitiera aumentar la oferta de productos de **TISA** en los actuales mercados geográficos, en los que ha incursionado exitosamente.

**TISA** desde hace algunos años, ha direccionado los esfuerzos de comercialización de sus productos hacia Latinoamérica, realizando la comercialización directa del producto en las plantas, lo que sumado a un fuerte respaldo técnico, ha permitido a la empresa ser líder de mercado en países como Chile, Argentina y México, desplazando así, paulatinamente, a los proveedores europeos de este tipo de productos.

El posicionamiento de **TISA** como fabricante y proveedor de aplicaciones infrarrojas, es excepcional en Latinoamérica, con alrededor de 50 instalaciones funcionando, se estima que la empresa tiene una participación de mercado del 40% en esta región.

El aumento de la oferta de sistemas de medición de alta tecnología hacia el mercado de las plantas de cemento, cal y celulosa, permitirá aumentar nuestra presencia técnica-comercial y nuestras ventas hacia ese mercado, tanto de los productos mismos, como de los servicios asociados, a saber: asistencia técnica de



instalación, entrenamiento a operadores, servicios de mantenimiento, suministro de repuestos y asistencia técnica de posventa, etc.

Se espera que con la incorporación de nuevos productos, que complementen la actual oferta, en los mismos mercados geográficos, **TISA** pueda replicar el éxito alcanzado hasta ahora, en su posicionamiento en Latinoamérica, permitiéndole aumentar significativamente la tasa de crecimiento anual de las ventas en termografía industrial.

Este aumento en la venta de productos permitirá mantener y aumentar nuestra participación en el mercado Latinoamericano.

Por otro lado, el desarrollo de **Tempera/SML**, también ha permitido obtener un buen conocimiento y manejo de técnicas de obtención y procesamiento de imágenes, lo que nos permitirá enfrentar proyectos, en el mismo mercado, que contengan o requieran este tipo de tecnología, lo que tarde o temprano puede traducirse en nuevos productos tecnológicos.

## **Implementación de los resultados**

### **Actividades ejecutadas**

Con el fin de promocionar anticipadamente el nuevo producto, se generó un manual de presentación del sistema **Tempera/SML**, conteniendo una descripción técnica del producto, de su funcionamiento, así como de las capacidades de medición y análisis termográfico y especificaciones técnicas del sistema.

Se contactaron clientes potenciales, interesados en la incorporación de un sistema de estas características a su proceso productivo, a quienes se visitó y entregó el manual de presentación del sistema, además de la realización de una charla técnica acerca de los principios de medición y configuración de **Tempera/SML**.

Se consideró importante la difusión del proyecto en una fase temprana de su desarrollo, y para ello, además de las visitas a cada cliente, se cursaron invitaciones para que fueran a conocer el sistema, una vez que estuviese instalado en planta.

El área comercial ya ha enviado cotizaciones preliminares y material de promoción del sistema a algunas plantas de México que están en proceso de evaluación de este tipo de sistema.

El proyecto en ejecución se encuentra también publicitado en la página web de **TISA**, [www.tecintegral.cl](http://www.tecintegral.cl)



***Actividades por ejecutar***

El tener un sistema instalado en planta puede ayudar significativamente a la estrategia comercial para empezar a colocar nuestro nuevo producto en el mercado, ya que, por un lado, el producto puede ser evaluado por la planta pudiendo incorporarse inmediatamente modificaciones que potencien el producto y por otro lado, puede ser visto en operación, de tal forma de mostrar las capacidades del producto a todos los potenciales clientes.

Tan pronto el sistema este instalado en planta se elaborará un video promocional que muestre las capacidades de monitoreo del sistema. Además, ya se está trabajando en una versión demo del software que muestre las principales funciones y opciones del sistema desarrollado.

Paralelo a lo anterior, se generarán los folletos publicitarios del nuevo producto, además de empezar a poner su publicidad en nuestra página web y en medios gráficos especializados (ElectroIndustria, World Cement, etc.).

Para poder implementar esta estrategia se requerirá mantener a un Ingeniero y a un Técnico, dedicados en un buen porcentaje de su tiempo a este producto, especialmente en la primera fase de penetración del mercado. Dicho personal deberá implementar las aplicaciones requeridas por los clientes, realizar los up-grades tanto de hardware como de software del sistema y dar soporte técnico al sistema una vez que éste haya sido instalado en terreno.



**TECNOLOGIA INTEGRAL S. A.**

**F) ANEXOS**

- Resumen de actividades desarrolladas (anexo 1)
- Resumen de gastos reales (anexo 2)

(Anexo N° 1)  
RESUMEN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS PROYECTO FONTEC

<b>INFORME DE AVANCE N° 1</b> (corresponde al período 01 de septiembre al 30 de diciembre de 2002)											
<b>Hitos Verificables Programados</b>	HA	HB	HC		HD		HA		HC		HD
<b>Logro Hitos Verificables</b>	100	%									

DETALLE DE ACTIVIDADES	Actividades Programadas				Actividades Realizadas					
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4		
	Sept	Oct	Nov	Dic	Sept	Oct	Nov	Dic		
<b>Etapa A : REQUERIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES</b>										
Definir requerimientos técnicos y componentes	x				SI					
Definir especificaciones técnicas preliminares	x				SI					
<b>Etapa B : DISEÑO DEL HARDWARE</b>										
Definir la arquitectura del sistema a nivel de HW		x			SI					
Seleccionar componentes para fabricar sistema		x			SI					
Elaborar planos, pautas de fabricación y pruebas			x			x	SI			
<b>Etapa C : DISEÑO DEL SOFTWARE</b>										
Diseñar módulo de SW para adquisición de datos			x			SI				
Diseñar módulo de SW de procesamiento				x			SI			
Diseñar módulo de SW para interfaz de usuario				x			SI			
<b>Etapa D : FASE EXPERIMENTAL</b>										
Montaje experimental				x			SI			
Desarrollo de herramientas de adquisición de datos			x	x			x	SI		
Análisis de opciones ópticas				x				SI		
Determinación de temperaturas				x	x			x	SI	
Documentación					x				x	SI
<b>Etapa E : FABRICACIÓN HW y DESARROLLO SW</b>										
Adquirir equipos, componentes y piezas para el HW					x	x			SI	x
Fabricar componentes, piezas y partes										
Desarrollar módulo de SW de adquisición de datos						x				E
Programar SW de procesamiento										
Programar interfaz gráfica para usuarios										

x	=	Período de ejecución
SI	=	Actividad Ejecutada
E	=	Actividad en Ejecución
HX	=	Hito Verificable en Etapa X

**INFORME DE AVANCE N° 2** (corresponde al período 01 de enero al 30 de junio de 2003)

<b>Hitos Verificables Programados</b>			HE	HF	HG								HE	HF	HG
<b>Logro Hitos Verificables</b>	100	%													

DETALLE DE ACTIVIDADES	Actividades Programadas						Actividades Realizadas								
	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10			
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun			
<b>Etapa E : FABRICACIÓN HW y DESARROLLO SW</b>															
Adquirir equipos, componentes y piezas para el HW	x	x					x	x	x	x	x	Si			
Fabricar componentes, piezas y partes	x	x	x							x	x	Si			
Desarrollar módulo de SW de adquisición de datos	x	x	x	x			x	x	x	Si					
Programar SW de procesamiento		x	x	x			x	x	x	x	Si				
Programar interfaz gráfica para usuarios								x	x	x	Si				
<b>Etapa F : INTEGRACION Y PRUEBAS DE LABORATORIO</b>															
Integrar componentes mecánicos y eléctricos			x									x	Si		
Realizar pruebas al HW			x	x								x	x	Si	
Realizar pruebas al HW-SW integrado				x	x								x	Si	
<b>Etapa G : PRUEBAS DE TERRENO</b>															
Instalación y puesta en marcha en Polpaico					x									x	Si
Pruebas de funcionamiento y adaptaciones					x	x									Si
Marcha blanca						x									Si
<b>Etapa H : DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA</b>															
Documentar especificaciones técnicas						x									Si
Elaborar manuales de usuario de SW y HW						x									Si

x	=	Período de ejecución
Si	=	Actividad Ejecutada
E	=	Actividad en Ejecución
HX	=	Hito Verificable en Etapa X

## ( Anexo N° 2 )

PARTIDA DE COSTO	ITEM	GASTOS REALIZADOS ETAPA 1					GASTOS REALIZADOS ETAPA 2							Sub Total Real Etapa 2	Total Real	Total Acumulado Real [M\$]
		SEP 2002	OCT 2002	NOV 2002	DIC 2002	SubTotal Real Etapa 1	ENE 2003	FEB 2003	MAR 2003	ABR 2003	MAYO 2003	JUNIO 2003				
		M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$				
1. PERSONAL DE DIRECCIÓN E INVESTIGACION	Jefe de proyecto y administración	1,450	1,450	1,450	1,523	5,873	1,485	371	371	1,485	1,485	1,485	1,485	6,683	12,555	12,555
	Físico senior	309	309	309	309	1,236	318	0	0	318	318	318	318	1,271	2,507	15,062
	Ingeniero senior	500	500	500	500	2,000	514	0	129	514	514	514	514	2,185	4,185	16,246
	Ingeniero de proyecto	795	795	795	850	3,234	924	231	231	924	924	924	924	4,158	7,392	26,638
	Ingeniero de proyecto	210	210	210	225	855	231	0	0	231	231	231	231	924	1,779	28,417
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>3,284</b>	<b>3,284</b>	<b>3,284</b>	<b>3,408</b>	<b>13,197</b>	<b>3,472</b>	<b>802</b>	<b>731</b>	<b>3,472</b>	<b>3,472</b>	<b>3,472</b>	<b>3,472</b>	<b>15,220</b>	<b>28,417</b>	
2. PERSONAL DE APOYO	Técnico electrónico	503	480	480	503	1,968	530	0	0	530	530	530	2,118	4,088	32,503	
	Técnico de apoyo	78	89	89	78	293	78	0	19	78	76	78	323	616	33,119	
	Adquisiciones	18	18	18	18	71	18	0	4	18	18	18	75	148	33,265	
	Apoyo administrativo	45	45	45	45	182	45	0	11	45	45	45	193	375	33,640	
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>644</b>	<b>613</b>	<b>613</b>	<b>644</b>	<b>2,614</b>	<b>669</b>	<b>0</b>	<b>35</b>	<b>669</b>	<b>669</b>	<b>669</b>	<b>2,709</b>	<b>5,223</b>		
3. SERVICIOS, MATERIALES Y OTROS	Unidad de Detección															
	Interfaz de vídeo a fibra óptica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	937	0	937	937	34,577	
	Frame grabber vídeo color	0	0	0	0	0	878	0	0	0	0	0	878	878	35,455	
	Cable interconexión DBH44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	60	60	35,515	
	Frame grabber vídeo monocromático	0	0	0	0	0	0	0	0	218	685	0	903	903	36,418	
	Accesorios	0	0	0	0	0	57	11	0	0	0	250	318	318	36,736	
	Unidad de Control															
	Gabinete y accesorios	0	0	0	0	0	0	0	0	149	131	52	332	332	37,068	
	Unidad de Enfriamiento															
	Wall Box Mount	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168	29	197	197	37,264	
	Manguera teflón 1/2"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	55	55	37,320	
	Manguera GST 2"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	258	258	258	37,578	
	Cables y Conectores															
	Cable coaxial 75 ohm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12	12	37,590	
	Cable serial RS 485	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175	175	175	37,765	
	Cable de fibra óptica (50 m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	582	0	582	582	38,347	
	Conectores Thread Lock Leviton	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	59	59	38,406	
	Conector coaxial RF5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	7	38,413	
	Documentación															
	Manuales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	38,417	
	Documentación técnica	0	0	0	17	17	0	0	0	0	0	30	30	47	38,463	
	Insumos Pruebas de Terreno															
	Viajes a Polpaico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	29	76	76	38,539	
	Fletes del equipo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	28	28	38,567	
	Servicios oficinas y laboratorio															
	Teléfono, fax, internet	114	106	73	78	370	61	24	65	128	130	108	516	686	39,453	
	Energía eléctrica	12	9	12	10	42	11	11	11	12	18	195	257	300	39,753	
	Gas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	6	6	39,759	
	Agua	3	3	2	3	11	0	2	2	2	7	0	12	23	39,781	
	Gastos comunes laboratorio	9	9	10	10	39	10	10	10	10	10	10	59	97	39,878	
	Seguro laboratorio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39,878	
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>139</b>	<b>127</b>	<b>97</b>	<b>118</b>	<b>479</b>	<b>1,017</b>	<b>57</b>	<b>87</b>	<b>818</b>	<b>2,721</b>	<b>1,360</b>	<b>5,759</b>	<b>6,238</b>		

( Anexo N° 2 )

4. USO DE BIENES DE CAPITAL PROPIEDAD DE LA EMPRESA	Arriendo oficinas	80	80	80	80	320	93	139	37	59	59	60	446	766	40.645
	Porción arriendo laboratorio	6	6	6	6	26	6	6	0	0	0	0	13	39	40.684
	Patente comercial laboratorio	0	0	0	0	0	32	32	32	32	32	32	190	190	40.873
	Computador Pentium 4 principal	33	33	33	33	134	33	17	17	33	17	17	134	267	41.141
	Tarjeta Frame Grabber Meteor 2/MC	0	46	46	46	138	23	0	0	0	0	0	23	162	41.302
	Tarjeta Frame Grabber Meteor 2/STD	0	28	28	28	83	14	0	0	0	0	0	14	97	41.399
	Cámara B&W	0	125	125	125	378	63	0	0	0	0	0	63	438	41.837
	Filtros interferenciales	0	7	7	7	22	4	0	0	0	0	0	4	26	41.864
	Módulo computadores industriales	0	153	153	153	458	76	0	0	0	0	0	76	534	42.398
	Osciloscopio análogo	0	0	97	194	291	97	49	0	97	97	49	388	680	43.078
	Osciloscopio digital	0	0	0	146	146	146	73	0	73	73	0	364	510	43.588
	Computador Pentium secundario	33	33	33	33	134	0	0	0	0	0	0	0	134	43.721
	Cuerpo negro	0	0	0	204	204	0	0	0	102	204	204	510	714	44.435
	Medidor de temperatura	0	0	7	15	22	15	0	0	0	7	7	29	51	44.486
	Luxometro	0	0	7	7	14	0	0	0	0	7	4	11	25	44.511
Otros	0	0	15	29	44	29	0	0	0	15	15	58	102	44.613	
<b>SUBTOTAL</b>		<b>153</b>	<b>512</b>	<b>639</b>	<b>1,107</b>	<b>2,412</b>	<b>831</b>	<b>315</b>	<b>85</b>	<b>396</b>	<b>511</b>	<b>386</b>	<b>2,323</b>	<b>4,735</b>	
5. USO DE BIENES DE CAPITAL NUEVOS A ADQUIRIR	Cámara pirométrica														
	Cámara pirométrica c/ extracción	1,164	0	0	0	1,164	0	0	0	3,408	0	0	3,408	4,572	49,185
	Equipos Diagnóstico y Pruebas														
	Workstation móvil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	327	0	327	327	49,512
	Non Contact Infrared Thermometer	0	0	0	0	0	0	0	188	0	566	11	766	766	50,278
	Unidad de Adquisición y Despliegue														
	Chasis industrial 19"	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	33	33	60,311
	SBC, Single Board Computer	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0	53	53	50,363
	Tarjeta comunicaciones seriales	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	0	62	62	50,425
	Accesorios (SO, FD, HD, CD, teclas)	0	17	0	0	17	0	0	0	11	0	0	11	26	50,453
	Monitor SVGA 17"	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0	53	53	60,506
	Unidad de Control														
	Fuentes de poder	0	0	0	0	0	0	0	0	0	185	0	185	185	50,691
	Controlador de temperatura	0	0	0	0	0	0	0	0	103	14	0	117	117	50,806
	Sensor de temperatura	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7	7	50,814
	Controlador de presión	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8	8	50,822
	Sensor de presión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12	12	50,833
	Unidad de Enfriamiento														
	Sistema de flujo de aire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	591	91	682	682	51,515
	Controlador de flujo de agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14	14	51,529
Sensor de flujo de agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51,529	
<b>SUBTOTAL</b>		<b>1,164</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,181</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>221</b>	<b>3,703</b>	<b>1,682</b>	<b>128</b>	<b>5,735</b>	<b>6,916</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>5,384</b>	<b>4,533</b>	<b>4,612</b>	<b>5,274</b>	<b>19,783</b>	<b>5,788</b>	<b>974</b>	<b>1,160</b>	<b>8,737</b>	<b>9,054</b>	<b>6,014</b>	<b>31,746</b>	<b>51,529</b>	<b>51,529</b>

Firma Representante Legal Empresa

Firma Contador

Los documentos originales que respaldan la presente rendición se encuentran disponibles en el Área Administrativa de la empresa para cualquier consulta o revisión por parte de FONTEC u otro organismo fiscalizador

Declaro bajo juramento que los datos contenidos en esta declaración de gastos son verídicos, asimismo, declaro conocer las disposiciones relativas a sanciones en caso de suministrar información incompleta, falsa o errónea



TECNOLOGIA INTEGRAL S. A.

TECNOLOGIA INTEGRAL S.A.  
2003