

**EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE  
ADQUISICIÓN DE DATOS PARA EL LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.**

**HERMES SAMIR FRANCO CADENA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2007**

**EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE  
ADQUISICIÓN DE DATOS PARA EL LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.**

**HERMES SAMIR FRANCO CADENA**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Mecánico**

**Director**

**Ing. JAVIER RÚGELES PÉREZ.**

**Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2.007**

## **DEDICATORIA**

A nuestro Dios y Salvador JESUCRISTO,

A mi Esposa Yenny Rocío y mi hijo Josué

A mi madre Martha, y mis hermanos Tomás y Jenny.

Gracias por su amor y su apoyo.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias Señor por tu amor y fidelidad

Que siempre me has mostrado.

Gracias porque se que en ti puedo confiar

Y que me guiaras aun más allá de la muerte.

Toda la ciencia y el conocimiento proceden de ti

Creador del cielo y la Tierra.

Gracias Señor por tu ternura y amor que

Siempre me has mostrado.

Quiero agradecer a mi esposa Yenny Rocío por todo el apoyo y esfuerzo que me brindo para culminar este proyecto.

A mi madre Martha, mis hermanos José Tomás y Jenny Rocío, por sus consejos y apoyo tan valiosos.

Agradezco al Ingeniero Didier Eduardo Jurado, por su dirección en los momentos difíciles.

Al Ingeniero Rolando Rodríguez por sus valiosos aportes que le dieron alas a este proyecto.

Al Ingeniero Javier Rúgeles Pérez por su paciencia y comprensión para el desarrollo y culminación de este trabajo de grado.

Al Ingeniero José Miguel Díaz por su flexibilidad que permitieron culminar esta etapa de mi vida.

**Hermes Samir Franco Cadena**

## CONTENIDO

	<b>pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1. FUNDAMENTOS DE DE LOS SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS.</b>	<b>3</b>
1.1. PANORAMA HISTÓRICO DE LOS SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS.	3
1.2 FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS.	4
1.3 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN EN UN PROYECTO DE ADQUISICIÓN DE DATOS.	12
<b>2. SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS.</b>	<b>19</b>
2.1 APLICACIONES DE SAD EN LABORATORIO.	19
2.2 ALCANCES Y VENTAJAS QUE OFRECE EL SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS EN EL LABORATORIO DEMECANICA DE FLUIDOS. 21	
2.3 PANORAMA ACTUAL DE LAS PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS.	22
2.4 ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA DE LAS PRUEBAS DESARROLLADAS EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS.	35

<b>3. EVALUACIÓN DE PROPUESTAS.</b>	<b>42</b>
3.1. METODOLOGIA DE ANALISIS Y EVALUACION.	42
3.1.2 PROPUESTAS.	43
3.2 ANALISIS TECNOLOGICO.	44
3.2.1. TIPO Y CAPACIDAD DE SEÑALES.	45
3.2.2 FRECUENCIA DE TRANSMISION DE DATOS.	46
3.2.3 CONFIGURACION.	47
3.2.4 CONDICIONES AMBIENTALES DE TRABAJO .	48
3.2.5 COMUNICACIONES.	48
3.2.6. SOFTWARE VISUALIZADOR.	49
3.2.7. RESUMEN ANALISIS TECNOLOGICO .	51
3.3 SOPORTE Y CONFIABILIDAD.	52
3.4 PARALELO DE COSTOS.	54
3.5 INSTRUMENTACIÓN.	55
3.6 CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN DE PROPUESTAS.	56
<b>4. CONCLUSIONES</b>	<b>58</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>60</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>63</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Pasado y Actualidad en el Montaje de Instrumentación en Plantas Industriales.	4
Figura 2. Esquema General De Un Sistema De Adquisición De Datos.	5
Figura 3. Elementos Relacionados con el Hardware de un SAD.	6
Figura 4. Esquema E/S De Un Sensor.	6
Figura 5. Señal Digital.	7
Figura 6. Señal Analógica.	8
Figura 7. Amplificador Operacional. Elemento de frecuente uso en el área de la amplificación de señales.	9
Figura 8. PLC y Tarjeta de Adquisición de Datos. (Siemens y OMEGA).	10
Figura 9. Mímico Hecho con Labtech Notebook de Omega.	11
Figura 10. OM-LMPLC de Omega.	14
Figura 11. Banco Para Evaluación de Propiedades.	23
Figura 12. Esquema practica de Densidad.	23
Figura 13. Hidrómetro Sumergido en Aceite.	24
Figura 14. Tubo Capilar.	24
Figura 15. Practica de Tensión Superficial.	25
Figura 16. Banco de Presiones Manométricas.	25
Figura 17. Calibrador de Pesos Muertos.	26
Figura 18. Manómetros y Área de Trabajo en el Calibrador de Pesos Muertos.	27
Figura 19. Viscosímetro Hoopler.	27
Figura 20. Viscosímetro Rotativo.	28
Figura 21. Fuerzas de Presión en Superficies.	29

Figura 22. Banco de Trayectoria de Chorro.	30
Figura 23. Banco de Medición de Flujo Compresible.	30
Figura 24. Banco de Impacto de Chorro.	31
Figura 25. Banco de Medición de Caudal.	32
Figura 26. Flujometro Neumático.	33
Figura 27. Banco de Evaluación de Perdidas de Energía.	34
Figura 28. Panorama de Practica en Tubo Capilar.	35
Figura 29. Curvas de Capilaridad Para Diferentes Fluidos.	36
Figura 30. Practica Impacto de Chorro.	36
Figura 31. Chorro impactando con platina cónica.	37
Figura 32. Esquema de la metodología de Análisis y Evaluación de Propuestas.	42

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla1. Variables identificadas en la prueba de Impacto de Chorro.	38
Tabla 2. Variables identificadas en la prueba de Medición de Caudal.	39
Tabla 3. Variables de proceso en el banco de Evaluación de Perdidas.	40
Tabla 4. Variables de proceso en el Viscosímetro Rotativo.	41
Tabla 5. Resumen Propuesta N°1.	43
Tabla 6. Resumen Propuesta N°2.	44
Tabla 7. Resumen Propuesta N°3.	44
Tabla 8. Bosquejo de la Tabla de Evaluación.	45
Tabla 9. Cuantificación de señales a manipular por medio del SAD.	45
Tabla 10 .Capacidad de Manejo de Señales.	46
Tabla 11. Frecuencia de Datos a Máxima Capacidad de Transmisión.	46
Tabla 12. Tipo de Configuración.	47
Tabla 13. Condiciones Ambientales en el Laboratorio de Mecánica de Fluidos.	48
Tabla 14. Condiciones Ambientales Admisibles en los Equipos Propuestos.	48
Tabla 15. Resumen de Comunicaciones.	49
Tabla 16. Oferta Software Visualizador.	50
Tabla 17. Resultado de Fortalezas en Análisis Tecnológico.	51
Tabla N° 18. Resultado de Fortalezas En Soporte Y Confiabilidad.	53
Tabla 19. Costos Hardware SAD.	54
Tabla 20. Costos Software SAD.	54
Tabla 21. Costos Instrumentación.	56
Tabla 22. Costos Globales Implementación de SAD en el laboratorio de Mecánica de Fluidos.	57

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pág.</b>
Anexo A. Planos de Instrumentación Según la norma ANSI/ISA-S5.1 -1984(R1992).	63
Anexo B. Solicitud De Cotización Emitida Para El Desarrollo Del Proyecto.	67
Anexo C. Propuestas Presentadas Por Diversa Entidades.	74
Anexo D. Propuesta De Financiación Dirigida Al Banco De Proyectos De La Universidad Industrial De Santander.	100

## RESUMEN

### **TÍTULO:**

**EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.**

### **AUTOR:**

Hermes Samir Franco Cadena

### **PALABRAS CLAVES:**

Sistema de Adquisición de Datos, Señales Digitales, Señales Análogas, Hardware, Software.

### **DESCRIPCIÓN:**

El objetivo de este proyecto es desarrollar una evaluación al estado actual de las prácticas del laboratorio de Mecánica de Fluidos adscrito a la Escuela de Ingeniería Mecánica en términos de gestión y calidad de la toma de datos.

El resultado de dicha evaluación desembocó en la necesidad de seleccionar y evaluar un SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS que sea mas acorde a las necesidades y proyecciones institucionales que tiene el laboratorio.

Para dicha evaluación se estudiaron y seleccionaron las prácticas mas criticas en cuanto a gestión y adquisición de datos se refiere, permitiendo así, la identificación del tipo de señal y rango que se va a manejar.

Finalmente se emitió una solicitud de cotización de equipos para este fin, y se evaluaron las propuestas recibidas por parte de las entidades mas interesadas, dando como resultado la selección de un Sistema de Adquisición de Datos que se caracteriza por su robustez,

flexibilidad y facilidad para configuración, características que se ajustan a los requerimientos del laboratorio.

## **SUMMARY**

**TITLE:**

**EVALUATION AND SELECTION OF THE DATA ADQUISITION SYSTEM FOR THE LABORATORY OF MECHANICS OF FLUIDS ATTRIBUTED TO THE SCHOOL OF MECHANICAL ENGINEERING.**

**AUTHOR:**

Hermes Samir Franco Cadena

**KEY WORDS:**

Data Acquisition System, Digital Signal, Analog Signal, Hardware, Software.

**DESCRIPTION:**

The objective of this project is to develop an evaluation to the current state of the practices of the laboratory of Mechanics of Fluids attributed to the School of Mechanical Engineering in administration terms and quality of the taking of data.

The result of this evaluation ends in the necessity of to select and to evaluate a SYSTEM OF ACQUISITION OF DATA that is but chord to the necessities and institutional projections that it has the laboratory.

For this evaluation they were studied and they selected the practices but you criticize as for administration and acquisition of data refers, allowing this way, the identification of the sign type and range that it will manage.

Finally an application of rate of teams was emitted for this end, and the proposals were evaluated received on the part of the entities but interested, giving the selection of a System of Acquisition of Data that is characterized by its robustness, flexibility and easiness for configuration, as a result characteristic that are adjusted to the requirements of the laboratory.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de los procesos de formación en el área de ingenierías es de suma importancia el llevar a la praxis la diversidad de conceptos que se exponen en el aula de clases. Ya que el escenario donde el Ingeniero se mueve es en la realidad. Esto, ha sido por muchos años la premisa para incluir dentro de un plan de formación de ingeniería, el espacio para desarrollar experiencias dentro de un marco que permitan al estudiante verificar la naturaleza de diversos fenómenos y comprobar la validez de las conclusiones teóricas.

Sin embargo, este fin no se logra cumplir, si el laboratorio no tiene elementos de medida, que permitan percibir adecuadamente los diferentes fenómenos que se estudian dentro de un laboratorio y la cantidad de datos que en una determinada experiencia sean necesarios, afectando seriamente el proceso de aprendizaje del individuo.

El desarrollo de este proyecto, tiene como fin realizar una inspección en las prácticas del laboratorio de Mecánica de Fluidos adscrito a la Escuela de Ingeniería Mecánica, en términos de gestión y toma de datos, buscando el mejoramiento del entorno de aquellas practicas que por su naturaleza requieran un sistema que respalde las diversas variables de estudio dentro del marco de una experiencia particular.

Como resultado de dicha inspección surgió un documento de solicitud de cotización de un Sistema de Adquisición de Datos como herramienta soporte para las prácticas que así lo requieran, y de la misma manera preparar al laboratorio de mecánica de Fluidos como escenario de investigación y desarrollo.

Finalmente se llevo a cabo la evaluación de las propuestas recibidas por las entidades mas interesadas en la implementación de un Sistema de Adquisición Datos en el laboratorio.

## **1. FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS.**

### **1.1. PANORAMA HISTÓRICO DE LOS SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS.**

Los sistemas de adquisición de datos aparecieron en los años 70 bajo el nombre de software SCADA (*Control Supervisivo y Adquisición de Datos, siglas en inglés*), con el objetivo de reemplazar aquellos monitores de supervisión de procesos, por monitores de computador que en la época, se destacaban por su capacidad de almacenamiento de información, interfase amigable con el usuario y facilidad de comunicación (como son los buses y diversos protocolos) con los equipos que registran diversas variables de proceso en campo. Estos equipos contenían un núcleo que operaba bajo UNIX o DOS. Paralelamente aparecieron los DCS (*Sistemas de Control Distribuido, por las siglas en inglés*), más orientado a procesos de control y equipado con tecnología especializada en el campo de la supervisión de procesos.

La década de los 80 sorprendió al mundo con el desarrollo de las comunicaciones entre equipos y el paso de las aplicaciones con DOS a Windows, cada fabricante ofrecía su producto de adquisición de datos, y los usuarios demandaban la estandarización de las comunicaciones debido a la imposibilidad de intercomunicar aplicaciones de diferentes marcas entre si.

Dicho inconveniente se logro solucionar parcialmente con la llegada de los 90, en donde, el surgimiento de productos en la rama de la adquisición de datos de carácter estructurado, equipados básicamente con un modulo principal y un conjunto de módulos opcionales, que se podían obtener a diferentes proveedores (entornos multiproveedor) trajo consigo: beneficio al usuario, al mercado y a la credibilidad de estas aplicaciones.

Hoy en día, este conjunto de módulos muestra como resultado, el surgimiento de entornos integrados (mantenimiento, ingeniería, planificación, entre otros) que facilitan la interconexión de dos mundos en la industria: proceso y gestión.



Figura 1. Pasado y Actualidad en el Montaje de Instrumentación en Plantas Industriales.

## 1.2 FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

### **DEFINICIÓN DE SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS (SAD):**

Su función principal, es crear gráficos (mímicos) del proceso, que permitan al operador supervisar (control supervisivo) un proceso industrial facilitando la adquisición de datos para determinar el estado del proceso y su posterior análisis.

Un sistema SAD puede definirse como: “Aplicación (hardware-software) especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores de control de producción”. Esta aplicación se interconecta al proceso por medio de redes de comunicación y presenta de manera grafica el estado de las variables que intervienen en el proceso.

El SAD no puede considerarse como un sistema de control porque no cuenta con los elementos para ser clasificado en esta categoría, ya que, el objetivo del control en procesos es mantener en determinado valor de operación las variables involucradas en un sistema determinado y el Sistema de Adquisición de Datos no cuenta con las herramientas (*actuadores*) para intervenir sobre el proceso. Un SAD solo puede hacer un control de supervisión, el cual se limita a modificar ciertas condiciones del sistema como son arranque y/o paradas.

### **ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.**

Los SAD están compuestos por un número de elementos que se dividen principalmente en:

- Hardware.
- Software.

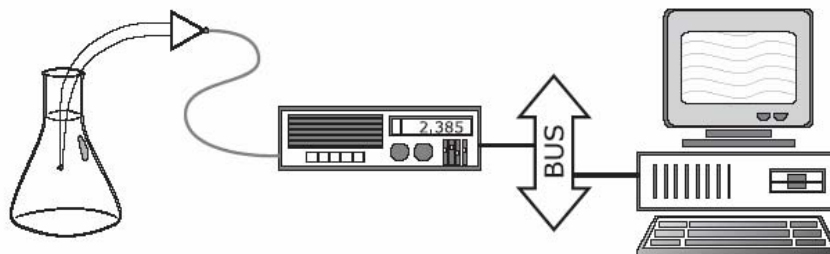


Figura 2. Esquema General De Un Sistema De Adquisición De Datos.

## HARDWARE

Conjunto de elementos físicos que componen el SAD.



Figura 3. Elementos Relacionados con el Hardware de un SAD.

- a. **Sensores:** Se conoce como sensor, a todo dispositivo que puede convertir un estímulo físico, al cual es sensible, a una señal eléctrica.

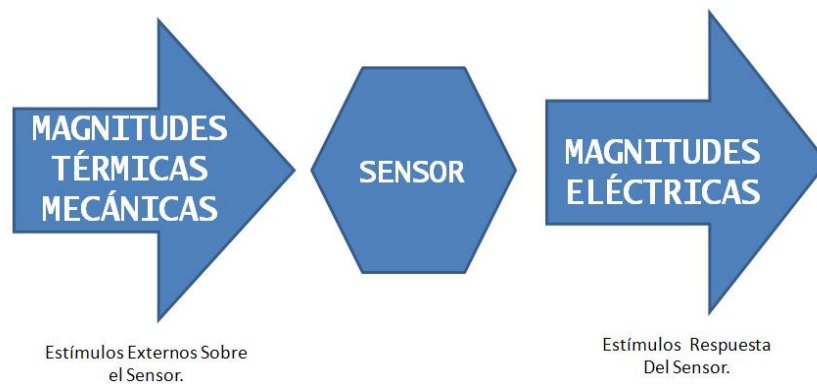


Figura 4. Esquema E/S De Un Sensor.

Estos estímulos externos sobre los sensores reciben el nombre de señales, las cuales pueden ser: digitales y/o analógicas.

La señal digital es aquel tipo de estímulo que percibe el sensor de una manera discontinua en el tiempo, es decir en instantes. La figura a continuación nos ilustra el concepto de una mejor forma:

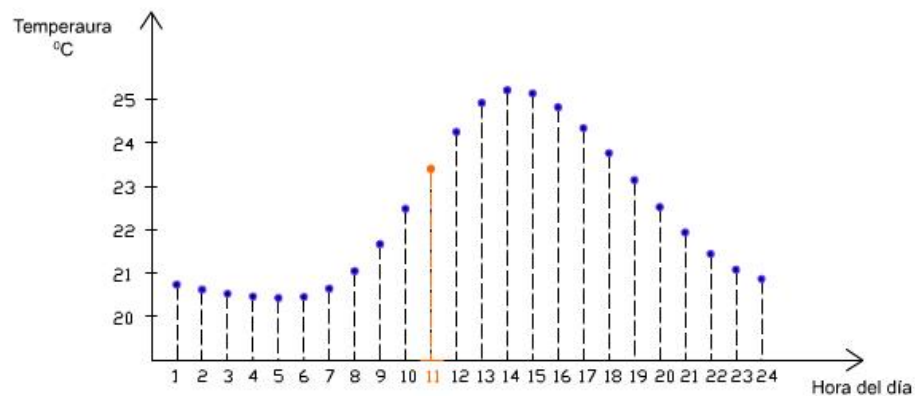


Figura 5. Señal Digital.

Podemos visualizar que esta señal perturba al sensor en instantes de tiempo bien definidos y hace que el sensor emita una respuesta eléctrica proporcional a la magnitud del estímulo previamente recibido.

Cuando el estímulo externo sobre el sensor es continuo en el tiempo, se le conoce como señal analógica o análoga. De igual forma que con la señal digital, la respuesta del sensor es proporcional al estímulo externo, pero es continua en el tiempo, así como lo es la perturbación externa. La mayoría de magnitudes que en la naturaleza se pueden medir son de carácter análogo. La siguiente grafica lo ilustra para una mejor comprensión.

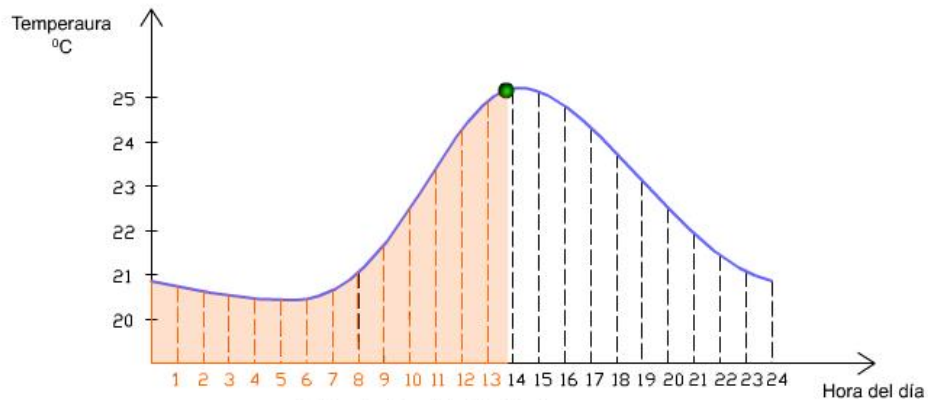


Figura 6. Señal Analógica.

Es bien importante analizar el tipo de salida o respuesta que el sensor emite en términos de voltaje o amperaje. Normalmente se utilizan aquellos con valores de 4 - 20 mA o de 0 - 5 V.

Adicionalmente, no podemos obviar el principio físico que rige el funcionamiento de este dispositivo, ya que, este aspecto permite una mejor selección de un sensor para determinada aplicación.

- b. Acondicionamiento de Señal:** El acondicionamiento de señal es un “pre-proceso” que se lleva a cabo en la señal de salida del sensor, cuando sus características, no permiten un buen trabajo de almacenamiento de datos. Dentro de las causas de amplificación más usuales, se encuentran: la señal de salida del sensor es muy baja es decir complicada de procesar y detectar, se requiere convertir la señal de corriente o frecuencia a voltaje, entre otras.

El proceso de acondicionamiento de señal es un procedimiento de carácter electrónico, pero en la mayoría de los casos en donde se espera

implementar un SAD, se puede asumir esta etapa del proceso, como una caja negra, debido a que el fabricante de estos productos especializados se encarga de ello.

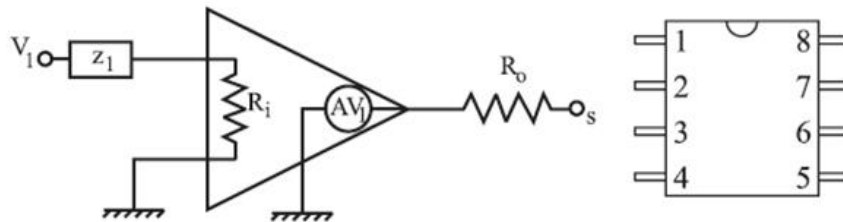


Figura 7. Amplificador Operacional. Elemento de frecuente uso en el área de la amplificación de señales.

c. **Registrador:** Dispositivo que registra los valores obtenidos de los diferentes sensores a lo largo del tiempo del proceso. Normalmente son equipos pequeños de fácil transporte. Algunos por facilidad de aplicación traen secciones modulares para captar las señales. Sus formas comerciales pueden ser: tarjetas, multiplexores, entre otros. Desde el se envían los datos al PC, en sistemas donde su configuración así lo prescriba, como en aplicaciones de laboratorio. En aplicaciones de campo se utilizan registradores de características mas específicas conocidos como *datalogger*.

En algunos casos estos registradores van acompañados de un controlador cuando el sistema requiere "control" a partir de los datos registrados en el proceso. En este tipo de ejercicios suele

utilizarse dispositivos que cumplan esta función como un PLC o PAC (controlador automático programable).



Figura 8. PLC y Tarjeta de Adquisición de Datos. (Siemens y OMEGA).

**d. Bus de Comunicación o de Campo:** Es el canal de comunicación a través del cual se comunica el registrador con el PC. Cada bus de campo tiene a su disposición un tipo de *medio* y *protocolo* propios. Como medio se conoce al canal por donde viajarán los datos desde el registrador al PC. Existen diversidad de medios: cable, ondas de radio, fibra óptica, entre otros.

El protocolo de cada bus está relacionado con las reglas de comunicación entre los dispositivos que se interconectan por medio de este.

El tipo de bus de campo que se vaya a utilizar en una implementación de SAD, también está definido por la distancia sobre la cual se van a transmitir los datos. Cada marca presenta sus diversas características en este aspecto.

Profibus es un bus de campo utilizado en aplicaciones de automatización con elementos de la marca SIEMENS.

### SOFTWARE:

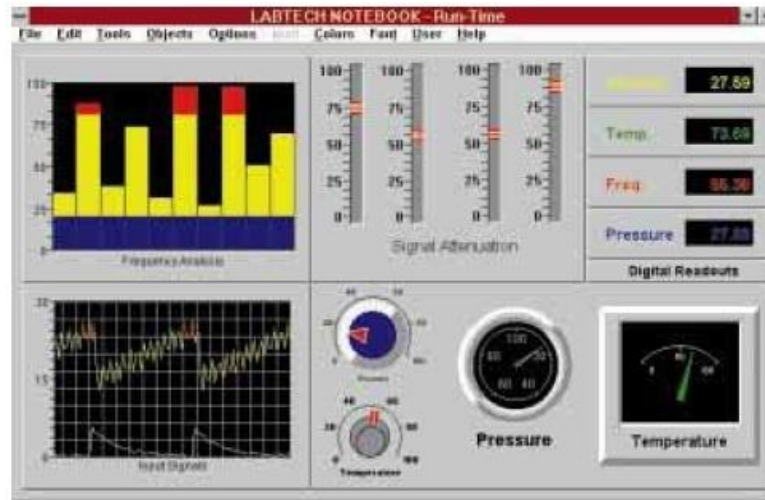


Figura 9. Mímico Hecho con Labtech Notebook de Omega.

Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas que permitan desarrollar las aplicaciones (mímicos u esquemas del proceso) para desarrollar la actividad.

Bajo la denominación de software SAD están incluidas todas aquellas operaciones como son: Adquisición, Registro, Monitorización de datos, Detección y gestión de alarmas.

Existen dos tipos de software específicos:

1. *Software de aplicación SAD*: Es el software que se utiliza en el proceso de adquisición de datos. Un ejemplo de ello es el LabView de National Instruments.

Aunque algunos proveedores dentro de este tipo de software, a nivel de venta de licencias, diferencian entre la licencia para desarrollar aplicaciones y licencias de solo ejecutables para algún ejercicio específico.

2. *Software de configuración de hardware:* Aquel cuyo objetivo es auxiliar en la puesta a punto de los diferentes dispositivos que componen el hardware. Step 7 es un programa desarrollado por Siemens cuyo objetivo es establecer las tareas de funcionamiento de un PLC, mediante una interfase con un computador personal, en una ejecución de Adquisición de Datos.

### **1.3 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN EN UN PROYECTO DE ADQUISICIÓN DE DATOS.**

Para considerar estos parámetros es indispensable tener en cuenta que un SAD esta compuesto por dos elementos importantes: Hardware y Software. De esta manera se facilita la descripción de los puntos que se deben evaluar, al planear un proyecto de adquisición de datos.

Cabe aclarar, que el análisis por separado de los elementos de un SAD, no significa que comercialmente se adquieran por separado. Muchos distribuidores de esta tecnología trabajan con fabricantes que ofrecen hardware y software en una sola marca (Siemens, Omega).

## **HARDWARE.**

Como primera medida se mencionaran los aspectos generales que se deben tener en cuenta al seleccionar el hardware adecuado para un proceso de adquisición de datos.

- **Tipo de Señales:**

Conocer que tipo de señales puede adquirir (*analógicas y digitales*).

- **Frecuencia:**

Esta relacionado con la cantidad de datos que se pueden almacenar, capacidad de trabajo autónomo y frecuencia de transmisión de datos. Los autores especializados establecen un rango mínimo de 40 KHz, para evitar problemas en el proceso de transmisión. Este valor de frecuencia de 40 KHz es valido tanto para la transmisión entre el sensor y el registrador como del registrador al PC. El valor máximo viene definido por la aplicación del SAD y es un dato importante que el fabricante debe suministrar. El valor de la frecuencia determina la cantidad de información que se va a transferir y es importante prever cuanto espacio se debe tener de memoria para almacenar los datos. Por ejemplo *Daqbook 2000* de *Iotech*, tiene la capacidad de trabajar con una frecuencia máxima de 200 KHz, es decir, 200 mediciones por segundo.

- **Configuración:** Algunos registradores permiten ser configurados por su propia interface de usuario. Un ejemplo lo vemos en el *OM-LMPLC* de *Omega*, quien permite su configuración desde un PC con Windows o desde su display de trabajo. Es importante en este punto resaltar la facilidad que el equipo preste para su

configuración, ya sea por un menú de configuración propio o por un lenguaje de programación de tipo general (Visual Basic, C, C++).



Figura 10. OM-LMPLC de Omega.

- **Capacidad Máxima de Memoria Disponible:** En aplicaciones que requieran alta frecuencia de transmisión de datos, es un punto a tener en cuenta. El rango que se maneja en este punto, esta en función de la aplicación: Para aplicaciones en campo, como estaciones de bombeo remotas, se requiere alta capacidad de memoria, donde se puede emplear un equipo como el *Datachart 3600 de Monarch Instrument*, el cual trabaja con tarjetas de memoria extraíble de 128 MB. Paralelo a ello el mercado ofrece, para aplicaciones dentro de una planta o laboratorio, dispositivos como el micro-PLC de Siemens que presenta una capacidad de memoria de máximo 10 KB. Como se puede apreciar, el valor de la memoria esta definida por el tipo de trabajo que se quiere llevar a cabo.

- **Condiciones Ambientales de Trabajo:** En el mundo, existe un gran número de industrias, que se desenvuelven bajo diversos comportamientos atmosféricos. Ello ha conducido a cada fabricante a equipar a sus productos con características que les permitan llevar a cabo sus tareas, a pesar de factores como: altas temperaturas, vibraciones, humedad, entre otros. Vemos en una tarjeta de Adquisición de datos con puerto USB, NI USB 6008 de *NATIONAL INSTRUMENTS* que recomienda para un desempeño normal una temperatura de trabajo de 0 - 55 °C, humedad relativa de 10 a 90 %, altitud max de 2000 m sobre el nivel del mar, y un grado de polución de 2. Estas recomendaciones para un equipo para trabajo de laboratorio.
- **Costo:** Indudablemente ante tanta tecnología no debemos olvidar el factor económico, pues es el primer punto a tener en cuenta en todo proyecto, no solo en la ingeniería sino en la vida diaria. Frente a un mercado de SAD donde se ofrecen maravillas para todo tipo de requerimientos, el confort y tecnología que brindan cada uno de los fabricantes en el mundo, solo será avalado con un presupuesto adecuado.
- **Internet como medio de comunicación:** Frente a un mundo cada día más interconectado, no se puede dejar a un lado la facilidad en comunicación que la red hoy brinda en diferentes necesidades. Es de gran servicio donde el PC esta a cientos de kilómetros de la estación de supervisión, un ejemplo de este tipo de servicio lo ofrece el *datalogger Dataweb 4000* de *MSL* el cual transmite a través de la web y mediante una dirección IP los datos recogidos y

visualizados en un PC con un navegador Explorer 5.0 (o superior) sin un software adicional especializado.

## **SOFTWARE.**

A continuación se entrara en detalle de los puntos más relevantes para la selección del software de un SAD.

- **Madurez del producto:** Valorar el tiempo que determinado producto lleva en el mercado fortalece la confianza en él.
- **Intercomunicabilidad con diferentes dispositivos y aplicaciones:** La facilidad de comunicación es importante hoy en día, ya que ello le da al SAD flexibilidad de trabajo, ya sea entre interfases de comunicación propias o estándares. DDE, OLE, ODBC son algunos de los estándares más extendidos por *Microsoft*. La aparición de OPC (*OLE for Process Control*) en el mundo de las comunicaciones trae dentro de los procesos industriales facilidad de interoperabilidad en planta, y es de gran ayuda que el software trabaje en dicha flexibilidad. *Measurements Studio* de *National Instruments* aprovecha las facilidades de comunicación de OPC.
- **Inicio automático de registro:** Capacidad de programar el inicio de la toma de adquisición de datos por periodos o por variación significativa. Se conocen como programación por tiempo o por evento.

- **Programación del tiempo de registro:** Posibilidad de programar el intervalo de tiempo de muestreo.
- **Lenguajes de programación utilizados:** Se valora de gran potencia, aquellos software que permiten desarrollar grandes aplicaciones a partir no solo de configuraciones, sino de programación por medio de un lenguaje estándar (Visual, C, C++).
- **Reacción frente a fallos:** La posibilidad de evitar daños en los equipos ante algún caso de emergencia (*corte fluido eléctrico*) es una característica de importancia en un montaje de SAD, teniendo en cuenta que el valor monetario que en algunos montajes el SAD representa.
- **Precio de las licencias:** Se debe diferenciar entre dos tipos de licencias: licencias de desarrollo de aplicaciones y licencias de ejecución de aplicaciones (*runtime*). Actualmente se presenta una diferencia de precios entre los dos tipos de licencias, que se traduce en una estrategia comercial de los fabricantes.

Finalizando la primera parte de este capítulo, se han discutido algunos puntos importantes para el desarrollo de proyectos de Adquisición de Datos, para lograr visualizar un panorama más claro del tema que nos compete.

La evolución de este tipo de tecnología, ha ido de la mano con la necesidad de hacer más fácil la gestión de un volumen considerable de información en diferentes campos de la industria y la academia, a fin de que hoy en día, el

mercado presenta una oferta muy amplia de productos bien equipados dentro de un gran numero de aplicaciones.

A continuación, presentaremos el trabajo que se llevo a cabo sobre los equipos del laboratorio, los cuales, a partir de una inspección preliminar se seleccionaron aquellas pruebas que mostraron falencias en el área de toma de datos, lo cual es relevante para que el objetivo de la practica pueda cumplirse.

## 2. SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS.

### 2.1 APLICACIONES DE SAD EN LABORATORIO.

El surgimiento de nuevas tecnologías para el monitoreo y supervisión de procesos industriales, ha entrado con pasos firmes en el mundo de laboratorios de investigación tanto a nivel de industria como en la esfera académica facilitando el manejo de grandes cantidades de información.

Y es en la rama de la investigación donde hoy por hoy, se han consolidado los *Sistemas de Adquisición de Datos*, ya que gracias a ellos, se pueden desarrollar procedimientos de experimentación mas complejos y completos desde el punto de vista de la toma de datos, pues con la ayuda de un PC, el manejo de volúmenes importantes de datos (*administración y análisis*) en pruebas de laboratorios es mucho mas fácil.

Encontramos además, que en la rama de los laboratorios, es donde estos paquetes tecnológicos han evolucionado, ya que dentro de la gran mayoría de aplicaciones de laboratorio, se pueden detectar con mayor facilidad y sin inconvenientes de alto coste económico (*comparado con la parada de una planta*), los diferentes problemas de funcionamiento y desempeño de un hardware o software de adquisición de datos.

Por otro lado, la utilización de tarjetas de adquisición de datos, por su facilidad de conexión y configuración en el ambiente de laboratorio, ha convertido a los paquetes de SAD, en elementos casi imprescindibles en

pruebas donde la cantidad de datos y correlaciones relacionadas es importante.

Además, en el mercado existen diversas marcas como NATIONAL INSTRUMENTS, SIEMENS, OMEGA, DAS 8000, OPTO 22 entre otros fabricantes, quienes han desarrollado aplicaciones enfocadas al trabajo de laboratorio.

Para el laboratorio de Mecánica de Fluidos la implementación de un *Sistema de Adquisición de Datos* no solo reflejara la llegada de nueva tecnología a sus equipos, sino que además, es el primer paso en equipar al laboratorio con herramientas para el desarrollo de proyectos de investigación en el área de fluidos.

La adecuación tecnológica en el laboratorio de Mecánica de Fluidos, es un proyecto que se inicio con dos tesis de grado anteriores, cuyo objetivo general ha sido modernizar e innovar las instalaciones y pruebas desarrolladas dentro del marco de prácticas que se llevan a cabo en el laboratorio. La visión, es situar a nuestro laboratorio dentro de los más importantes a nivel nacional, cuyas instalaciones sean acordes, para la realización de pruebas que fortalezcan el aprendizaje del estudiante y brinden el espacio para cultivar la investigación en el área de la mecánica de fluidos.

## 2.2 ALCANCES Y VENTAJAS QUE OFRECE EL SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS.

De la misma manera que la vida cotidiana se ha llenado de elementos que buscan mejorar la vida diaria, nuestros laboratorios buscan entrar a esa era de modernización que beneficiara en muchos aspectos la misión de la Universidad Industrial de Santander y en nuestro caso particular la Escuela de Ingeniería Mecánica.

Entre los aspectos mas importantes se encuentran:

- a. Establecer dentro del laboratorio de mecánica de fluidos una plataforma SAD, con posibilidades futuras para la implementación de lazos de control cerrados en los bancos que actualmente así lo requieran u otros equipos que paulatinamente se construirán o compraran para esta dependencia de la Escuela de Ingeniería Mecánica.
- b. Llevar a cabo proyectos de índole investigativo que promuevan el nombre de la Escuela de Ingeniería Mecánica en esferas académicas dentro y fuera de la Universidad como un organismo que apoya y busca liderar el avance tecnológico de la región.
- c. Estar en capacidad de brindar al estudiante un panorama actualizado tecnológicamente de las practicas de laboratorio, que familiaricen al mismo con el lenguaje, el ambiente y el know how que es inherente en practicas que manejan componentes de alta tecnología.

- d. Abrir espacios en servicios de extensión universitaria, prestando el servicio a otras instituciones académicas o empresariales, haciendo uso de la modalidad presencial y/o virtual, sirviéndose de la red. Esto con el fin de que el laboratorio se auxilie económicamente en un principio pero buscando siempre el autosostenimiento.

### **2.3 PANORAMA ACTUAL EN LAS PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS.**

Las prácticas en el Laboratorio de Mecánica de Fluidos están divididas en dos fases. La primera de ellas esta relacionada con los fundamentos de mecánica de fluidos en lo que respecta a la Hidrostática. En la segunda fase se llevan a cabo pruebas relacionadas con conceptos de Hidrodinámica.

#### **FASE 1: HIDROSTÁTICA.**

##### **1. Propiedades de Fluidos.**

**Objetivo:** Determinar propiedades de fluidos tales como densidad, capilaridad, tensión superficial para diferentes fluidos. Los fluidos utilizados en esta práctica son:

- Fluido rojo: Lubricante para motos de dos tiempos (Terpel Jaso FB)
- Fluido verde: Lubricante semisintético para motos de dos tiempos. (Terpel Jaso FC)
- Etilenglicol.
- Mercurio

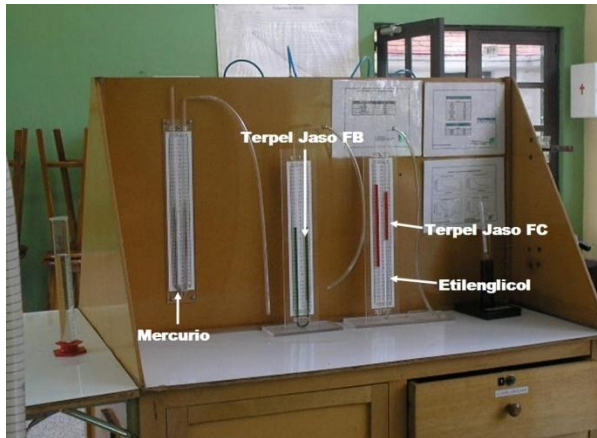


Figura 11. Banco Para Evaluación de Propiedades.

### Metodología:

- DENSIDAD:

Con la ayuda de *Manómetros en U*, se conecta una manguera en un extremo del manómetro y la otra punta de la manguera se deposita en una probeta, que provoca por causa de la presión atmosférica, que la columna de mercurio se desplace produciendo un diferencial de altura el cual a partir de relaciones hidrostáticas permite determinar la densidad. Esto se lleva a cabo con cada fluido.

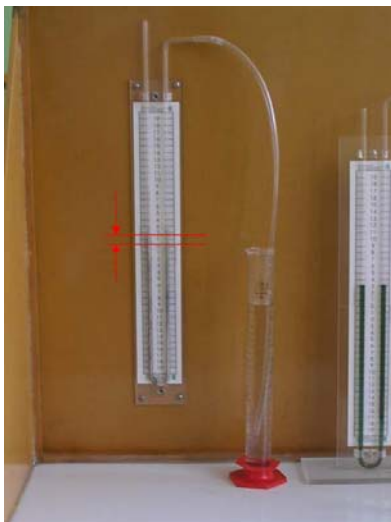


Figura 12. Esquema practica de Densidad.

Alternativamente se desarrolla una práctica utilizando el hidrómetro, el cual se sumerge dentro de un recipiente que contiene el fluido al cual se desea medir la densidad como se muestra en la Figura 3.



Figura 13. Hidrómetro Sumergido en Aceite.

- CAPILARIDAD:

Para llevar a cabo esta prueba utilizamos el *Tubo de Capilaridad*. Se vierte dentro del tubo agua líquida, luego se ubica un nivel de referencia y conocidos los diámetros de cada tubo capilar así como las diferencias de altura en las columnas de fluido se desarrolla una curva en función de los diámetros de los tubos y la altura que el fluido alcanza en cada tubo como la mostrada en la Figura 5.

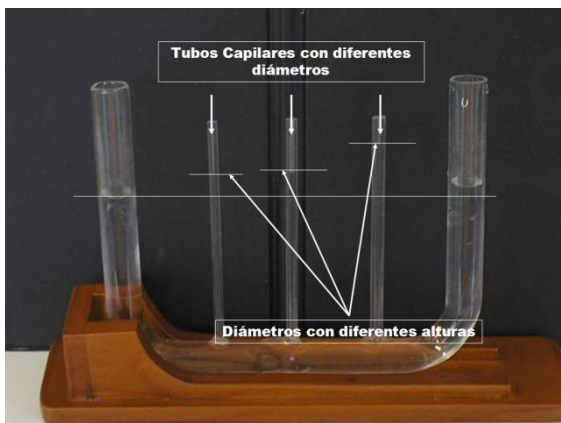


Figura 14. Tubo Capilar.

- TENSION SUPERFICIAL:

Para que el estudiante pueda percibir dicho fenómeno se utilizan placas de acrílico en medio de las cuales se forma una película fluida. Una vez distribuido uniformemente el fluido se jalen las placas en direcciones opuestas, comprobando así el fenómeno de tensión superficial.

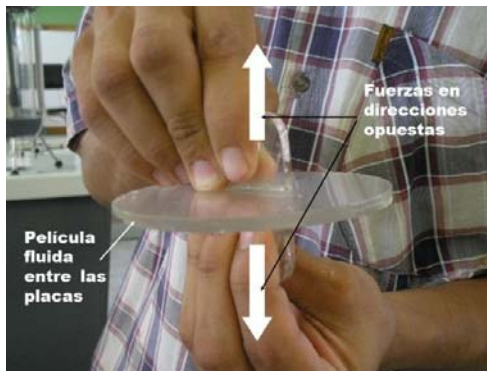


Figura 15. Practica de Tensión Superficial

## 2. Medición de Presión.

**Objetivo:** Determinar el porcentaje de error que existe entre los datos de un Manómetro en U y un Manómetro Digital, utilizando diversos fluidos.

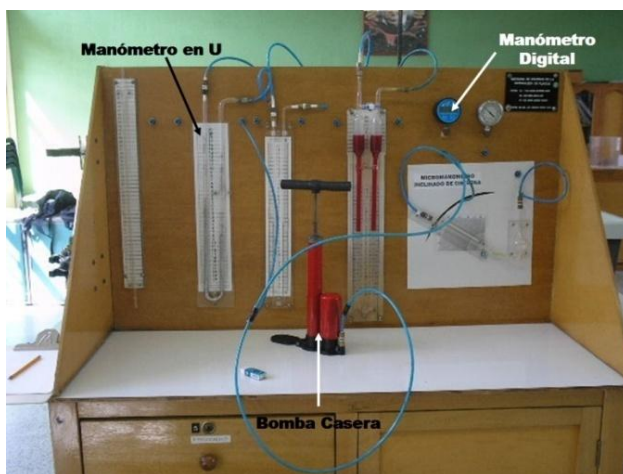


Figura 16. Banco de Presiones Manométricas.

**Metodología:** Por medio de la bomba casera se genera una presión que desplaza la columna del fluido que se encuentra en cada manómetro (Mercurio, Teruel Jaso FB, Etilenglicol y Agua). A partir de relaciones hidrostáticas se determina la presión en el punto deseado y se compara con la que marca el manómetro digital en psi.

### 3. Calibrador de Pesos Muertos.

**Objetivo:** Determinar el porcentaje de error en los manómetros del calibrador de pesos muertos.



Figura 17. Calibrador de Pesos Muertos.

**Metodología:** Utilizando el porta peso de este banco el cual tiene un peso de 4 Kg., y un área de trabajo de 4 centímetros cuadrados se adiciona peso al calibrador de peso muerto y se examinan el valor de presión que registran los manómetros.



Figura 18. Manómetros y Área de Trabajo en el Calibrador de Pesos Muertos.

#### 4. Viscosidad.

**Objetivo:** Determinar la viscosidad dinámica del aceite SAE W60.



Figura 19. Viscosímetro Hoopler.

**Metodología:** Esta prueba se desarrolla con el uso del viscosímetro Hoopler (Figura 12). El funcionamiento básico de este instrumento se basa en el movimiento de una esfera metálica sumergida en un baño de aceite, por otra parte el viscosímetro permite medir la distancia que se mueve la esfera y con la ayuda de un cronometro manual podemos medir el tiempo que demora la

esfera en recorrer una distancia estipulada para la prueba, la distancia y el tiempo son parámetros de entrada para realizar los cálculos de la viscosidad.

Paralelamente otro dispositivo que se utiliza en el laboratorio para este fin es el viscosímetro rotativo (Figura 10). Su funcionamiento esta basado en el uso de un elemento rotativo dentro de una carcasa cilíndrica. Este viscosímetro tiene un sistema interno (microcontrolador) que permita variar las variables de trabajo que son velocidad angular (rpm) y torque. Estas dos variables están relacionadas por medio de una ecuación matemática que brinda la posibilidad de calcular la viscosidad de un aceite determinado. La ventaja que presenta el viscosímetro rotativo frente al viscosímetro Hoopler es la gran cantidad de datos que permite tomar y además graficar con la ayuda de un sistema de adquisición de datos.



Figura 20. Viscosímetro Rotativo.

## 5. Fuerzas sobre Superficies.

**Objetivo:** Determinar el valor de la fuerza de presión estática que ejerce un determinado volumen de líquido en una superficie plana y curva.

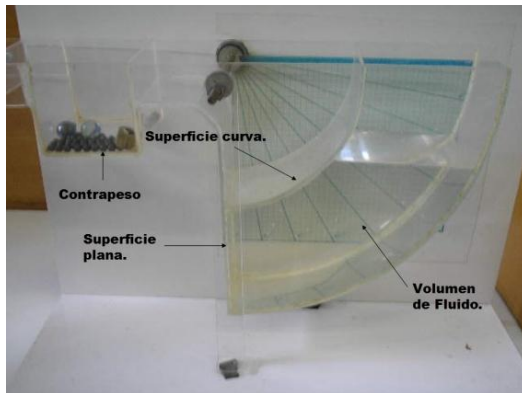


Figura 21. Fuerzas de presión en superficies.

**Metodología:** Después de verter cierta cantidad de fluido de manera que entre en contacto tanto con la superficie plana como con la curva, se agregan elementos que permitan equilibrar el sistema, haciendo una sumatoria de fuerzas en el punto de pivote se determinan las fuerzas en cada superficie.

### FASE 2: HIDRODINÁMICA.

#### 1. Trayectoria de Chorro.

**Objetivo:** Determinar el coeficiente de descarga ( $C_d$ ), velocidad ( $C_v$ ) y contracción ( $C_c$ ), así como la curva de trayectoria de chorro.

**Metodología:** Los coeficientes se determinan a partir de medición directa sobre los orificios, ellos son relaciones entre medidas tales como áreas y velocidades reales y teóricos. La curva de trayectoria se determina con la

ayuda de los elementos deslizantes y se compara con la parábola teórica de un movimiento semiparabólico.

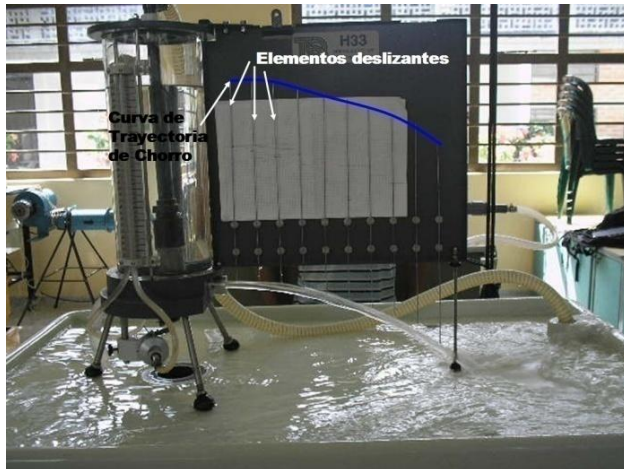


Figura 22. Banco de trayectoria de chorro.

## 2. Medición de Flujo Incompresible.

**Objetivo:** Medición de flujo a través de dispositivos como platina orificio, rotámetro y tubo Venturi, utilizando herramientas matemáticas como la ecuación de Bernoulli.

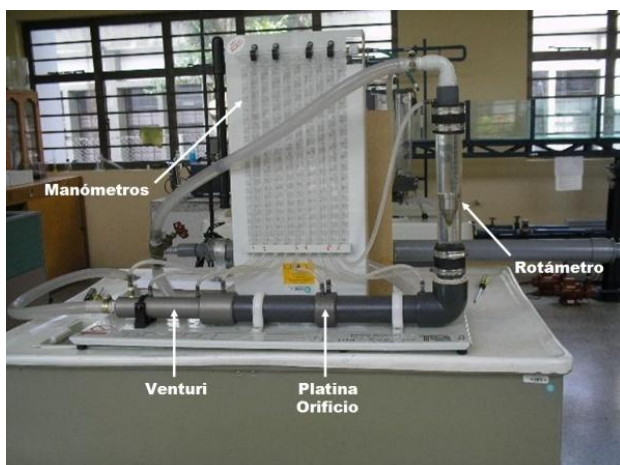


Figura 23. Banco de Medición de Flujo Compresible.

**Metodología:** A partir de los datos geométricos que el banco proporciona, los valores de las presiones a la entrada y salida de la platina y del venturi y la ecuación Bernoulli se determinan los valores del flujo en cada uno de ellos.

### 3. Impacto de Chorro.

**Objetivo:** Determinar a partir de la ecuación de momentum un factor ( $\lambda$ ) que relaciona la fuerza de impacto con la cantidad de movimiento del chorro.

**Metodología:** La válvula nos ayuda a controlar la cantidad del chorro que incide sobre la placa de impacto. Existen tres configuraciones diferentes de placas. La fuerza que actúa sobre cada placa se determina por la acción elástica del resorte que se encuentra en la parte superior de la placa de impacto.

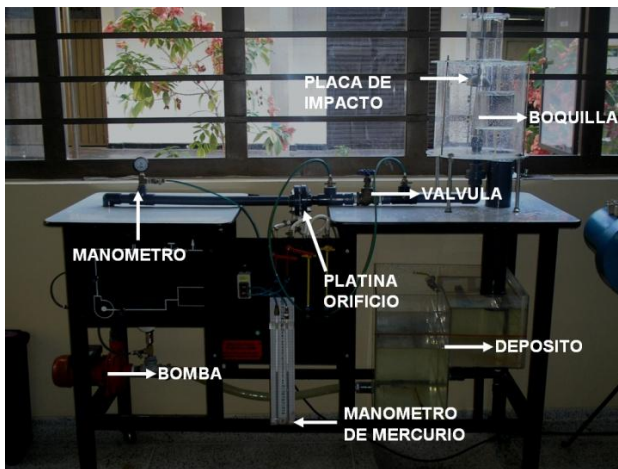


Figura 24. Banco de Impacto de Chorro.

### 4. Medición de Caudal.

**Objetivo:** Observar el grado de precisión que maneja la platina orificio y el tubo Venturí respecto del medidor de caudal electrónico. Comparar el caudal

que fluye a través de unos perfiles geométricos en vidrio ubicados al final del canal abierto, deducido a partir de ecuaciones experimentales con el registrado por el medidor de flujo. En la Figura 19 se muestra el banco de medición de caudal.

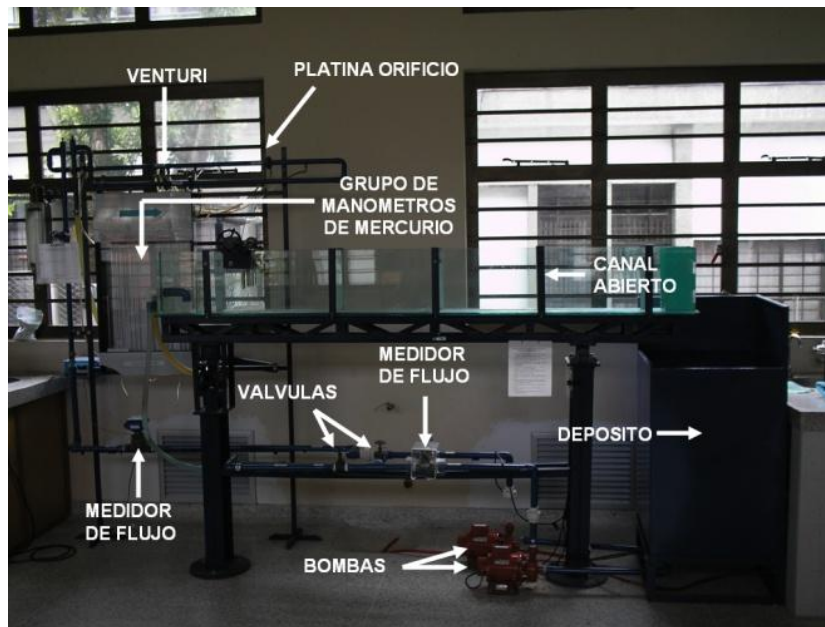


Figura 25. Banco de Medición de Caudal.

**Metodología:** El banco consta de dos circuitos hidráulicos que cumplen independientemente los objetivos anteriormente enunciados. El primero permite el paso de fluido impulsado por la bomba hacia los grupos de instrumentos de medida (placa orificio, venturi, entre otros) y finalmente llega al canal abierto que conduce el fluido al depósito. El segundo conduce el fluido directamente al canal abierto, en donde se hace pasar el flujo a través de perfiles geométricos de diversa forma (tres perfiles en vidrio), y se compara el flujo deducido en cada perfil por las ecuaciones experimentales con el mostrado por el medidor electrónico.

## 5. Medición de Flujo Compresible.

**Objetivo:** Determinar la velocidad de flujo y el perfil de velocidades dentro del flujometro neumático.



Figura 26. Flujometro Neumático.

**Metodología:** Se utilizan dos dispositivos manuales de medida para desarrollar esta practica uno de ellos es el anemómetro de paletas que se usa para evaluar la velocidad promedio del flujo para diferentes regímenes del ventilador posterior. El otro dispositivo usado es el anemómetro de hilo caliente, que se usa para determinar el perfil de velocidades dentro del tubo.

## 6. Evaluación de Pérdidas de Energía.

La construcción de este banco ha sido planteada ya como un proyecto de grado al comité de proyectos de grado de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

**Objetivo:** Las pruebas que se desarrollaran en este banco se dividen en tres grandes grupos:

- Evaluación de pérdidas de energía en tuberías, válvulas y accesorios.

- Estudio del comportamiento hidráulico de líneas de tubería en serie y en paralelo.
- Elaboración de curvas características para una bomba centrífuga y para dos bombas dispuestas en serie y en paralelo.

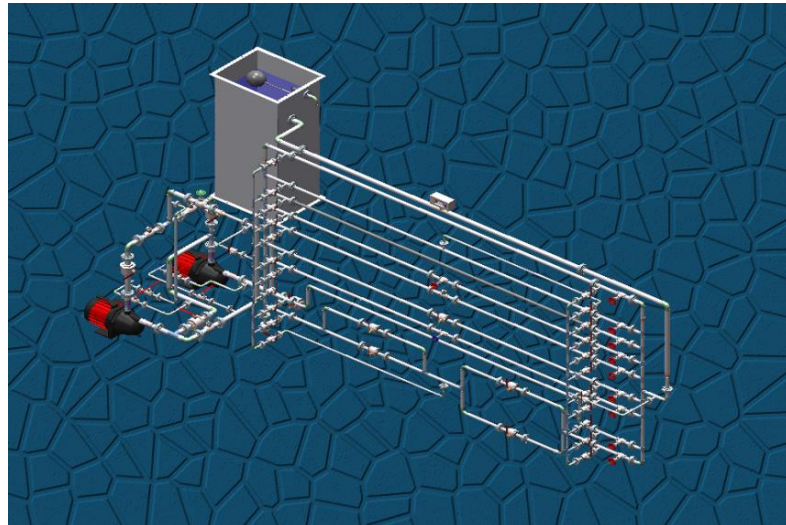


Figura 27. Banco de Evaluación de Pérdidas de Energía.

## 2.4 ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA DE LAS PRUEBAS DESARROLLADAS EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS.

Por otro lado en el desarrollo de las prácticas del laboratorio, desde el punto de vista metodológico se tienen dos tipos de pruebas:

1. Experiencias en las cuales el objetivo primordial es la observación de un fenómeno físico, tal como la experiencia de capilaridad (Figura 28) en la cual el estudiante observa el contraste entre la altura alcanzada por las columnas de agua y el diámetro de los tubos capilares.

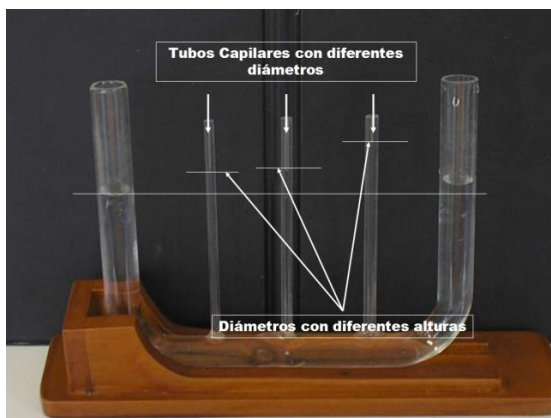


Figura 28. Panorama de Practica en Tubo Capilar.

Además en el desarrollo de esta prueba el estudiante puede observar el comportamiento del fenómeno de capilaridad en otros fluidos por medio de las curvas de capilaridad mostradas en la Figura 29.

En las prácticas similares a la descrita anteriormente la toma de datos carece de importancia respecto del fortalecimiento y verificabilidad de los principios teóricos vistos en el aula de clase, esto hace que este tipo de pruebas no sean tomadas en cuenta a la hora de evaluar la adquisición de datos en el laboratorio de fluidos.

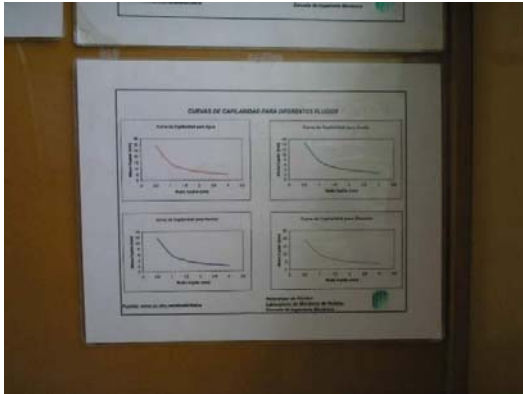


Figura 29. Curvas de Capilaridad Para Diferentes Fluidos.

2. El otro tipo de prácticas llevadas a cabo en el laboratorio de mecánica de fluidos son aquellas que buscan la validación de correlaciones entre las variables que describen un proceso. Para dicho análisis es necesario un volumen considerable de datos para realizar análisis estadísticos válidos, y de esta manera el estudiante puede concluir que el fenómeno que se encuentra en estudio realmente se presenta. Un ejemplo de estas prácticas es el banco de impacto de chorro (Figura 30).

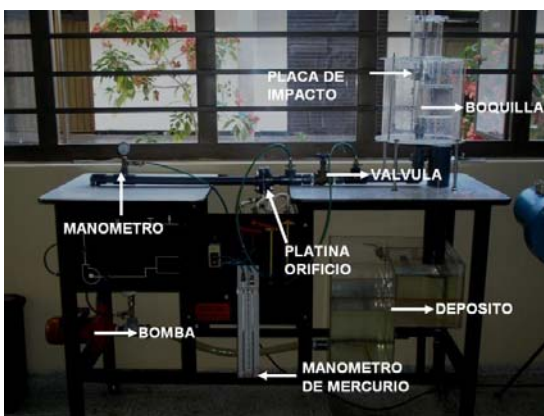


Figura 30. Practica Impacto de Chorro.

En esta prueba se utiliza una ecuación que relaciona la caída de presión con el caudal que pasa a través de la platina orificio que mas adelante le auxiliara para establecer una relación entre la cantidad de movimiento del chorro que sale por la tobera y la fuerza ejercida por este en las diversas platinas.



Figura 31. Chorro impactando con platina cónica.

Adicionalmente el factor tiempo es un obstáculo para registrar un gran volumen de datos, hecho que se refleja en informes incompletos, conclusiones numéricas arregladas por medio de asunciones sin fundamento, desembocando en poca credibilidad hacia la interrelación entre teoría y práctica, y la confianza del estudiante para evaluar fenómenos en el laboratorio se ve apocada.

Según el criterio antes expuesto, las pruebas seleccionadas para la implementación de un sistema de adquisición de datos son:

- *Banco de Impacto de Chorro.*
- *Banco de Medición de Caudal en Canal Abierto.*
- *Banco de Evaluación de Perdidas de Energía.*
- *Viscosímetro Rotativo.*

Las variables implicadas en cada uno de los bancos anteriores, se han consignado en tablas detallando la variable, el tipo de señal a manejar y su respectivo rango de medida. La siguiente tabla nos ilustra este proceso en el banco de Impacto de Chorro.

<b>BANCO DE IMPACTO DE CHORRO</b>		
<b>Nombre Variable</b>	<b>Tipo de Señal</b>	<b>Rango de Medida</b>
Diferencia de Presión (Platina)	Análoga	1 - 30 cm Hg, 13 - 400 mbar, 0.2 - 6 psi.
Desplazamiento de la Placa de Impacto	Digital	0 - 20 cm, 0 - 8 in.
Encendido y apagado	Digital	N/A
Alarmas*	Digital	N/A

\* Señales digitales que indican inestabilidad en el sistema causado por un comportamiento anormal de una variable, por ejemplo nivel de un tanque muy bajo emite una señal de alarma para prevenir cavitación en la bomba.

Tabla 1. Variables identificadas en la prueba de Impacto de Chorro.

La Tabla 2 que se muestra a continuación da a conocer las variables del proceso en el banco de Medición de Caudal:

<b>BANCO DE MEDICIÓN DE CAUDAL</b>		
<b>Nombre Variable</b>	<b>Tipo de Señal</b>	<b>Rango de Medida</b>
Diferencia de Presión ( <i>Platina</i> )	Análoga	1 - 20 cm Hg, 13 - 270 mbar, 0.2 - 4 psi.
Diferencia de Presión ( <i>Venturi</i> )	Análoga	1 - 20 cm Hg, 13 - 270 mbar, 0.2 - 4 psi.
Caudal	Análoga	0 - 120 lpm, 0 - 35 gpm.
Medición de Caudal en Canal Abierto	Análoga	0 - 120 lpm, 0 - 35 gpm.
Encendido y apagado	Digital	N/A
Alarmas*	Digital	N/A

*\*Señales digitales que indican inestabilidad en el sistema causado por un comportamiento anormal de una variable, por ejemplo nivel de un tanque muy bajo emite una señal de alarma para prevenir cavitación en la bomba.*

Tabla 2. Variables identificadas en la prueba de Medición de Caudal.

La Tabla 3 ilustra el resultado de la evaluación del banco de Evaluación de Perdidas de Energía:

<b>BANCO DE EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS.</b>		
<b>Nombre Variable</b>	<b>Tipo de Señal</b>	<b>Rango de Medida</b>
Presión de Descarga	Análoga	0 - 10 bar, 0 - 145 psi.
Diferencia de Presión	Análoga	0 - 5 bar, 0 - 45 psi.
Presión de Succión	Análoga	0 - 1 bar, 0 - 15 psi.
Caudal	Análoga	0 - 50 gpm, 0 - 190 lpm.
Encendido y apagado	Digital	N/A
Alarmas*	Digital	N/A

*\*Señales digitales que indican inestabilidad en el sistema causado por un comportamiento anormal de una variable, por ejemplo nivel de un tanque muy bajo emite una señal de alarma para prevenir cavitación en la bomba.*

Tabla 3. Variables de proceso en el banco de Evaluación de Perdidas.

La Tabla 4 ilustra las variables que son necesarias para el desarrollo de esta prueba, que fueron estimadas a partir de los datos que proporciona el texto de las memorias de la tesis titulada: *Viscosímetro Rotativo Automatizado*.

<b>VISCOSIMETRO ROTATIVO</b>		
<b>Nombre Variable</b>	<b>Tipo de Señal</b>	<b>Rango de Medida</b>
Torque	Análoga	0 - 700000 D-cm, 0 - 0.07 N-m.
Velocidad Angular	Análoga	0 - 1200 rpm.
Temperaturas	Análoga	-5 - 150 °C
Encendido y apagado	Digital	N/A
Alarmas	Digital	N/A

*\* Señales digitales que indican inestabilidad en el sistema causado por un comportamiento anormal de una variable, por ejemplo nivel de un tanque muy bajo emite una señal de alarma para prevenir cavitación en la bomba.*

Tabla 4. Variables de proceso en el Viscosímetro Rotativo.

A diferencia de los otros bancos de prueba tomados en cuenta para el desarrollo de este proyecto, el viscosímetro rotativo ya cuenta con su sistema de sensores previamente instalados internamente, sin embargo, el funcionamiento del viscosímetro no es el esperado debido a fallas de índole electrónica en sus componentes de control (microcontrolador), esto se ha deducido a raíz de una revisión técnica a la que fue sometido a finales del año 2006. Pero cabe aclarar que la reingeniería a la que fue sometido en un proyecto de grado anterior, le permite trabajar con un sistema de adquisición de datos pues ya posee la interfase para este propósito a partir de un puerto RS232. Es por esta razón que la instrumentación para este banco de prueba no se sometió a solicitud de cotización en el desarrollo de este proyecto.

### 3. EVALUACIÓN DE PROPUESTAS

#### 3.1. METODOLOGIA DE ANALISIS Y EVALUACION.

El camino que se propone para analizar y concretar la propuesta mas ajustada a los requerimientos del laboratorio consta de tres etapas: **Análisis Tecnológico, Respaldo y Mantenimiento** y finalmente **Análisis de costos**.

Para ello es de suma importancia tener en cuenta los alcances y ventajas de un Sistemas de Adquisición de Datos descritos en el numeral **2.2** del capitulo anterior.



Figura 32. Esquema de la metodología de Análisis y Evaluación de Propuestas

El proceso de recepción de propuestas se llevo a cabo a través de la concepción de un documento donde se solicitaba la cotización para la implementación del SAD en el laboratorio a partir de la identificación de señales que en principio se van a manejar para el desarrollo de las practicas mencionadas en el capitulo anterior. En el documento se planteo por aparte la

solicitud para instrumentación y paralelamente el equipo para adquisición de datos. El texto de este documento esta consignado como un anexo a este volumen.

Luego de enviada esta solicitud se recibió respuesta de tres entidades diferentes las cuales se analizaran en este capitulo.

### 3.1.2 PROPUESTAS:

Para iniciar daremos a conocer las propuestas recibidas por parte de las entidades interesadas. Los costos discriminados a continuación no contemplan IVA, instalación y/o configuración, capacitación.

<b>PROPUESTA N°1 (Sensomatic del Oriente - SIEMENS)</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	CPU SIEMENS 224XP SIMATIC S7-200, ALIMENTACIÓN 110-220 VAC, 14 ED 24VDC/10 SD A RELE, 2 EA DE 0-10 VDC, 1 SA 0-10 VDC Y 4-20MA. 2XPPI. MODULO DE AMPLIACIÓN PARA CPU SIEMENS SIMATIC S7-200 DE 4 ENTRADAS ANÁLOGAS. INTERFASE DE COMUNICACIÓN Y PROGRAMACIÓN CP 5611 PROFIBUS. SOFTWARE VISUALIZADOR RUNTIME DE 128 POWER TAGS. CABLES Y CONECTORES.
<b>COSTO EN MILES DE PESOS</b>	6,794

Tabla 5. Resumen Propuesta N°1.

<b>PROPUESTA N°2 (ESI - NI)</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	CFP-2000, LAB VIEW REAL TIME/ETHERNET NETWORK CONTROLLER, 1 SERIAL PORT. CFP-AI-110 8 CH,16 BIT ANALOG IMPUT MODULE (MA, MV, V), CFP-RLY-425,RELAY OUTPUT MODULE (AC/DC SWITCHING),8CH. CFP-DI-300 DIGITAL INPUT MODULE 8 CH. SOFTWARE LAB-VIEW (LICENCIA DEPARTAMENTAL)
<b>COSTO EN MILES DE PESOS</b>	32,804

Tabla 6. Resumen Propuesta N°2.

<b>PROPUESTA N°3 (Instrumatic - INTECH)</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	2100-A16, RS 232 16 ENTRADAS ANALOGS CONFIGURABLES, 4 ENTRADAS DIGITALES, 2 SALIDA RELE, 2 SALIDAS ANALOGAS. INTERFASE DE RED NODO ACTIVO. INTERFASE DE RED NODO PASIVO CONVERTIDOR INTERFASE RS232/RS 485-RS422.
<b>COSTO EN MILES DE PESOS</b>	12,941

Tabla 7. Resumen Propuesta N°3.

### 3.2 ANALISIS TECNOLOGICO:

En este punto compararemos las propuestas planteadas por los diferentes proveedores frente a los parámetros de evaluación más importantes presentados en el numeral 1.3, como son: tipo y capacidad de señales que maneja, frecuencia de transmisión de datos, configuración, condiciones

ambientales de trabajo, posibilidad de comunicación con internet, así como las parámetros para software madurez del producto y costo de licencias.

Para lograr una evaluación clara se plantea el uso de tablas donde se compare cada propuesta respecto de un ítem específico. Esta tabla contendrá una columna que llamaremos FORTALEZA en donde se consignara si la propuesta esta equipada adecuadamente para el ítem que se esta evaluando. De ser así se inscribirá una Y como símbolo afirmativo de la fortaleza de la propuesta, de lo contrario la casilla estará ocupada por una N Esta tabla ira acompañada de cometarios aclarativos en función de explicar la tabla. A continuación se muestra un bosquejo de la tabla de evaluación:

PROPUESTA N°	ITEM	FORTALEZA
1		
2		
3		

Tabla 8. Bosquejo de la Tabla de Evaluación.

### 3.2.1. TIPO Y CAPACIDAD DE SEÑALES:

Para analizar este punto debemos tener en cuenta el numero de señales que se van manejar inicialmente, basados en las tablas de variables identificadas en el capitulo anterior.

NUMERO DE SEÑALES A MANEJAR	
DIGITALES	ANALOGAS
9	12

Tabla 9. Cuantificación de señales a manipular por medio del SAD.

PROPUESTA N°	NUMERO MAX. SEÑALES		FORTALEZA
	DIGITALES	ANALOGAS	
1	126 Configurables	30 Configurables	Y
2	64 Configurables	64 Configurables	Y
3	8	32	N

Tabla 10 .Capacidad de Manejo de Señales.

Las exigencias de nuestro proyecto demandan capacidad para manipular señales analógicas y digitales, en este caso las tres propuestas cumplen. Pero en cantidad de señales la Propuesta N°3 no supe estas necesidades.

De la Tabla 2 podemos deducir que el mas equilibrado en cuanto a manejo de señales esta representado por la propuesta N°2.

### 3.2.2 FRECUENCIA DE TRANSMISION DE DATOS:

Según Balcells J. (*AUTOMATAS PROGRAMABLES*) la frecuencia óptima para la transmisión de datos, evitando problemas de transmisión se encuentra en el valor de 40 KHz. En la siguiente tabla se dan a conocer los diferentes valores que en este aspecto manejan los diferentes sistemas propuestos.

PROPUESTA N°	FRECUENCIA (KHz)	FORTALEZA
1	187.5	Y
2	32000	Y
3	0.1	N

Tabla 11. Frecuencia de Datos a Máxima Capacidad de Transmisión.

La diferencia de tecnologías se da a conocer al analizar este punto. Los valores consignados son bajo funcionamiento de máximo desempeño. Tener un valor tan alto en la segunda propuesta le da a la aplicación un alto margen de seguridad. Si evaluamos las propuestas bajo el criterio mínimo de 40 KHz, solo la propuesta 1 y 2 cumplen.

### 3.2.3 CONFIGURACION:

La facilidad de configuración es un aspecto muy importante que se debe tener en cuenta dentro de la evaluación de propuestas para SAD, pues esta directamente relacionada con la rapidez de implementación y facilidad de manipulación. En esta parte entre menos dificultades presente el hardware para configurarlo, permite más aceptación del producto.

PROPUESTA N°	TIPO DE CONFIGURACION	SOFTWARE ESPECIALIZADO PARA CONFIGURACION	FORTALEZA
1	Por interface con PC	SI STEP 7/MICRO WIN	N
2	Por interface con PC	NO	Y
3	Por interface con PC	NO	Y

Tabla 12. Tipo de Configuración.

La casilla de (SOFTWARE ESPECIALIZADO PARA CONFIGURACION) se refiere si la aplicación requiere un software adicional para configurar el controlador para la implementación, adicional al software visualizador. En este caso la primera propuesta queda relegada por requerir un software adicional.

### 3.2.4 CONDICIONES AMBIENTALES DE TRABAJO.

El ambiente de trabajo dentro de las instalaciones del Laboratorio de Mecánica de Fluidos es un ambiente suave por sus condiciones ambientales, ello ayuda a la conservación de los equipos, en la tabla siguiente se consignan los valores más importantes:

<b>Temperatura(°C)</b>	<b>Altitud(m)</b>	<b>Humedad Relativa (%)</b>
16 - 29	959	55 - 98

Tabla 13. Condiciones Ambientales en el Laboratorio de Mecánica de Fluidos.

<b>PROPUESTA N°</b>	<b>TEMPERATURA DE TRABAJO(°C)</b>	<b>ALTITUD (m)</b>	<b>HUMEDAD RELATIVA (%)</b>	<b>FORTALEZA</b>
1	0 - 45	-1000 a 2000	95	Y
2	-25 - 55	2000 máx.	90	Y
3	0 - 70	2000 máx.	85	Y

Tabla 14. Condiciones Ambientales Admisibles en los Equipos Propuestos.

### 3.2.5 COMUNICACIONES:

En este punto se puede visualizar la gran cantidad de posibilidades que se presentan en este momento para la intercomunicabilidad entre dispositivos en una aplicación automatizada. Es de gran importancia para nuestro proyecto contar con posibilidades de comunicación a través de Internet como herramienta de soporte en servicios de extensión.

PROPUESTA N°	BUS DE COMUNICACIÓN	Comunicación vía INTERNET	FORTALEZA
1	PPI,MPI,PROFIBUS	SI . Conexión con modulo adicional.	Y
2	ETHERNET	SI, Conexión integrada al modulo	Y
3	ETHERNET	NO	N

Tabla 15. Resumen de Comunicaciones.

La negativa para la propuesta 3, es su desventaja ante las otras dos por su imposibilidad para trabajar desde internet. Aunque la propuesta 1 presenta dicha posibilidad queda relegada debido a la necesidad de adquirir el modulo que lo permite, esto incrementa el costo.

### 3.2.6. SOFTWARE VISUALIZADOR:

A continuación analizaremos los puntos clave dentro del software visualizador que nos presentan las propuestas para el SAD. La solicitud para el correcto SET UP e instalación que cada software hace es mínimo: WINDOWS 98, WINDOWS XP-SP1. En el caso de que el sistema operativo sea diferente a Microsoft WINDOWS se debe consultar al proveedor.

PROPUESTA N°	NOMBRE SCADA	MADUREZ PRODUCTO	LENGUAJE DE PROGRAMACION	DESCRIPCION OFERTA	FORTALEZA
1	WIN CC flex.	WIN CC básico 1990 Plataforma actual 2002	Visual y/o código.	Visualizador Run Time de 128 Power TAGS.	N
2	<b>LAB VIEW</b>	<b>1986</b>	<b>Visual y/o compatibilidad con lenguaje C.</b>	<b>Licencia Departamental (actualización anual)</b>	<b>Y</b>
3.	MICRO-SCAN T 50	1996 (dato aprox.)	Visual	50 TAGS, modulo mímico.	N

Tabla 16. Oferta Software Visualizador.

Las posibilidades de desarrollo de proyectos con altas prestaciones en términos de investigación e innovación en el montaje de nuevas pruebas, es mas respaldada por las características del paquete de software presentado por la propuesta 2, que se diferencia de las otras dos por el gran numero de toolbox que acompañan esta licencia departamental, hasta tal punto, que la compra de esta licencia no solo afectara al laboratorio de Mecánica de Fluidos sino adicionalmente, todos los demás laboratorios que deseen desarrollar aplicaciones de automatización con la utilización de los recursos presentados por esta licencia, en comparación de los otros dos productos que exclusivamente permiten el desarrollo de la aplicación para este proyecto. Obviamente la compra de esta licencia requiere la inversión anual para la actualización.

### 3.2.7. RESUMEN ANALISIS TECNOLOGICO:

Por medio de la siguiente tabla, ilustraremos finalmente los pro y contra de cada propuesta desde el punto tecnológico y resaltaremos cual de ellas se destaca desde este punto de vista.

Ítem Evaluativo	Propuesta N°1	Propuesta N°2	Propuesta N°3
Manejo y Tipo de Señales	V	V	V
Frecuencia de Transmisión de datos	V	V	F
Configuración	F	V	V
Condiciones Ambientales de Trabajo	V	V	V
Comunicaciones	V	V	F
Software Visualizador	F	V	F
<b>TOTAL FORTALEZAS</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>3</b>

Tabla 17. Resultado de Fortalezas en Análisis Tecnológico.

Como podemos ver la propuesta N° 2 lidera el puntaje de fortalezas técnicas respecto de las propuestas competidoras. Este análisis es de gran importancia en este tipo de proyectos, pues así logramos tener una visión real de los alcances de cada dispositivo y compararlos con la necesidad real o el objetivo que se desea en la implementación de un SAD.

### **3.3 SOPORTE Y CONFIABILIDAD.**

Otro aspecto importante dentro del procedimiento de evaluación es indagar sobre el soporte técnico que las diferentes propuestas nos brindan.

La disponibilidad de personal capacitado para responder a las diferentes inquietudes dentro de un marco de planeación, implementación y puesta en marcha de un proyecto en el área de automatización da tranquilidad en el momento de dar el visto bueno a una oferta de equipos.

El interés y la calidad de atención que cada entidad proponente muestre en cada paso de consulta y presentación de la propuesta, permite visualizar la seriedad y competitividad de la misma.

La confiabilidad de los productos es un tema importante en este punto. Aunque el tema de las marcas puede prestarse para debate, no se puede negar que el tratar con productos de marca reconocida tanto local, como mundialmente da seguridad a la hora de hacer una inversión, pues se espera respuesta a favor de la inversión en situaciones de anomalías en los productos.

Gracias a la expansión global que hoy en día acompaña al campo de las comunicaciones, muchas empresas utilizan estos recursos (líneas gratuitas, páginas web con links de ayuda e informativos) para prestar atención al cliente las 24 horas y facilitar el contacto cliente empresa.

El mantenimiento en esta clase de equipos es prácticamente nulo. Esto es causado por la naturaleza tecnológica de los dispositivos. Las tareas que se desarrollan en este tipo de sistemas son la utilización de los periodos de garantías para supervisión de funcionamiento de la aplicación

La capacitación en el manejo de software y hardware de SAD, puede ser una alternativa para disminuir los costos de montaje y puesta en marcha, por ello es importante aprovechar estos espacios que brindan algunas compañías.

Para resumir los diferentes aspectos antes mencionados y evaluar cada propuesta frente a ellos presentamos a continuación una tabla donde se ilustran las fortalezas y debilidades en este punto de cada plan recibido.

<b>ITEMS EVALUATIVOS</b>	<b>Propuesta N°1</b>	<b>Propuesta N°2</b>	<b>Propuesta N°3</b>
<b>Disponibilidad de Personal Capacitado</b>	Y	Y	Y
<b>Interés y Calidad de Servicio</b>	Y	Y	Y
<b>Marca Reconocida Mundial y Localmente</b>	Y	Y	N
<b>Recursos de Atención al cliente</b> <i>(líneas gratuitas, pagina web, e-mail)</i>	N	Y	N
<b>Garantía en los Equipos</b>	Y	Y	Y
<b>Capacitaciones</b>	N	Y	N
<b>TOTAL FORTALEZAS</b>	5	6	3

Tabla N° 18. Resultado de Fortalezas En Soporte Y Confiabilidad.

El resultado del cuadro comparativo de la Tabla N° 10, pone muy cerca las propuestas 1 y 2, ello gracias a que los equipos y el marco de mercadeo que manejan las marcas que representan son mas robustos que el respaldo que

presenta la Propuesta N°3. Ello refleja que la preferencia por ciertas marcas no es solo casualidad.

### 3.4 PARALELO DE COSTOS.

El paralelo de los costos que cada una de estas propuestas presenta es un paso importante dentro de la evaluación de proyectos, más no la definitiva, pensando siempre en la mejor alternativa para la necesidad presente.

#### HARDWARE

PROPUESTA N°	COSTO (en miles de pesos)	FORTALEZA
1	5,318	Y
2	9,586	Y
3	8,042	N

Tabla 19. Costos Hardware SAD.

#### SOFTWARE:

PROPUESTA N°	COSTO (en miles de pesos)	FORTALEZAS
1	1,476	Y
2	23,218	N
3	4,900	Y

Tabla 20. Costos Software SAD.

La diferencia de costos que la propuesta N°2 presenta frente a sus competidoras, es un punto de cuidadoso análisis. Como ya vimos en las

anteriores etapas de evaluación esta propuesta estuvo muy por encima en algunos ítems de evaluación tanto de índole tecnológico como en soporte y confiabilidad, ello responde también en el alto costo que se incurre al tomar una propuesta de tan altas prestaciones como esta.

Los costos de montaje y puesta en marcha no son tomados en cuenta en este punto. Sin embargo en el desarrollo de estos proyectos se maneja un costo de \$ 120,000 pesos/hora Ingeniero en algunos casos, o \$ 500,000 pesos / día. Estos valores dependen de la compañía que vaya a prestar el servicio, que en algunos casos para la implementación de proyectos académicos manejan valores especiales.

### **3.5 INSTRUMENTACIÓN:**

Para analizar las propuestas recibidas en el tema de la instrumentación nos apoyaremos en dos puntos importantes:

- Salida de la señal del sensor.
- Costo.

En este punto nos limitaremos a considerar estos dos puntos, sin desconocer los diferentes ítems que un sensor presenta dentro de sus características estáticas y dinámicas desde el punto de vista técnico.

En el momento de la emisión del documento de solicitud de cotización se aclaró la necesidad de que la salida del sensor, cumpliera con el rango de medida especificado y que la señal de salida fuera de 4-20 mA, por la facilidad de manejar corriente frente al voltaje.

Dentro de las 3 propuestas recibidas desde el punto de vista de rango de medición y salida, cumplen en su totalidad. La diferencia la marca el costo de ellas.

En este caso nos inclinaremos por la propuesta de menor costo, ya que el ambiente de laboratorio no requiere mayores prestaciones adicionales en un dispositivo sensor que los estándares (*las condiciones ambientales y de entorno del laboratorio no exigen protecciones especiales contra atentados, ni condiciones atmosféricas extremas, punto que hace la diferencia de costo entre propuestas*).

<b>PROPUESTA N° / ENTIDAD</b>	<b>COSTO (En miles de pesos).</b>
1 / Sensomatic del Oriente	19,495
2 / Kimac LTDA.	23,146
3 / Instrumatic	10,217

Tabla 21. Costos Instrumentación.

### **3.6 CONCLUSIONES DE LA EVALUACION DE PROPUESTAS:**

Luego de estudiar cada propuesta desde los tres puntos de vista planteados en el capítulo 3 afirmar:

- La Propuesta N° 2 presentada por ESI con National Instruments desde el punto de vista tecnológico y confiable es la más acertada para la implementación del SAD en el laboratorio de Mecánica de Fluidos, por sus características de flexibilidad, modularidad y confiabilidad.
- El alto costo de inversión se sustenta en el hecho de que esta plataforma, gracias a sus prestaciones, evitara el retroceso en el

desarrollo tecnológico del laboratorio, pues no se tendrá que pensar en inversiones de equipos de esta categoría, sino que abrirá paso para la conexión de más pruebas y proyectos a su interfase.

- La gran cantidad de recursos que la marca utiliza para la atención al cliente, la facilidad para ponerse en contacto con asesores y la capacidad de ellos para responder inquietudes, hacen a la propuesta N°2 la más confiable en la prestación del servicio.
- La implementación de un SAD bajo las características presentadas en la Propuesta N°2, equipan al laboratorio de herramientas para amplificar y mejorar los servicios de extensión e investigación del laboratorio de Mecánica de Fluidos.
- El costo de inversión para la implementación del Sistema de Adquisición de Datos para las condiciones requeridas en el laboratorio de Mecánica de Fluidos en miles de pesos es:

<b>HARDWARE</b>	9,586
<b>SOFTWARE</b>	23,218
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>	10,217

Tabla 22. Costos Globales Implementación de SAD en el laboratorio de Mecánica de Fluidos.

#### 4. CONCLUSIONES.

- Se evaluaron las propuestas presentadas por diversas compañías como solución al Sistema de Adquisición de Datos y se seleccionó basados en parámetros claramente establecidos la alternativa más adecuada en términos de flexibilidad, robustez y modularidad para beneficio de la comunidad universitaria usuaria de este laboratorio.
- Por medio de una inspección preliminar se logró identificar las prácticas de laboratorio que necesitan un Sistema de Adquisición de Datos como soporte para el mejor aprovechamiento de la experiencia por parte del practicante.
- La utilización de tecnologías de este tipo dentro del marco de recursos para mejorar y profundizar el aprendizaje de conceptos en Ciencias Aplicadas de Ingeniería, es una alternativa clave para la generación de conocimiento y extensión del mismo, gracias al ambiente amigable y llamativo, la fácil configuración y el soporte en manejo de tablas de datos, curvas entre otros tipos de información, los cuales atraen el interés de las nuevas generaciones de estudiantes en el campo de las ingenierías.
- La amplitud y diversidad de recursos que el mundo de la automatización presenta, hoy por hoy, se traduce en pequeñas cantidades de información aleatoriamente planteadas, dejando a un lado los fundamentos y la claridad de conceptos. Ello incentiva el esfuerzo de dar a conocer el panorama de un SAD evitando detalles técnicos que pueden confundir en el momento de dar los primeros pasos en este campo.
- La falta de un procedimiento claro para la selección de este tipo de sistemas y la gran cantidad de productos que el mercado ofrece, llevo a

la investigación sobre los parámetros mas importantes para la evaluación y selección de este tipo de sistemas, en búsqueda de establecer elementos claros de juicio que delimitan desde un principio el horizonte de un proyecto de SAD.

- La relevancia que este tipo de proyectos tiene a nivel académico desde el punto de vista comercial, se ve reflejado en el pequeño grupo de compañías que respondieron a la solicitud de cotización de este proyecto.

## RECOMENDACIONES.

- Poner a consideración del Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica la iniciativa propuesta en este trabajo de grado, de manera que el proyecto mantenga su vitalidad y no caiga en demoras innecesarias que afectan la comunidad universitaria misma.
- Definir los fondos económicos de los cuales se financiara el proyecto de implementación de SAD en el laboratorio de Mecánica de Fluidos.
- Llevar a cabo iniciativas similares en los laboratorios de otras cátedras, adscritos a la Escuela de Ingeniería Mecánica en pro innovar tecnológicamente sus instalaciones y prácticas.
- Planear una metodología enfocada en incentivar y motivar la cultura de la investigación, innovación y desarrollo, como instrumento de progreso y desarrollo en la región dentro de la Escuela de Ingeniería Mecánica.
- Distribuir adecuadamente cargas académicas en el cuerpo docente que den la posibilidad de crear grupos de investigación seriamente conformados y cuyos resultados sean tangibles dentro y fuera de la institución.

## BIBLIOGRAFIA.

BOADA, Jaime y LIZCANO Javier. REDISEÑO DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

Bucaramanga. UIS. 1999.

DÍAZ, Alejandro y ZARATE, Jair. ADECUACIÓN, INSTALACIÓN Y MONTAJE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA. Bucaramanga. UIS. 2002.

APARICIO, Mónica y DÍAZ, Jaime. ADECUACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS PARA MEDICIÓN DE CAUDAL UBICADO EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA. Bucaramanga. UIS. 2003

SANABRIA, Cesar y SÁNCHEZ, Ricardo. DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA LA EVALUACIÓN DE PERDIDAS DE ENERGÍA EN UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE FLUIDOS. Bucaramanga. UIS. 2004.

TREMOSA, Laura y ALCOBER, Xavier. ENTORNO A LOS BUSES DE CAMPO. Revista Automática e Instrumentación. Febrero de 1999. Págs.: 101 - 109. Biblioteca UIS.

AYZA, Jordy. EQUIPOS Y SOFTWARE PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS. Revista Automática e Instrumentación. Mayo 2004. Págs.: 91-99. Biblioteca UIS.

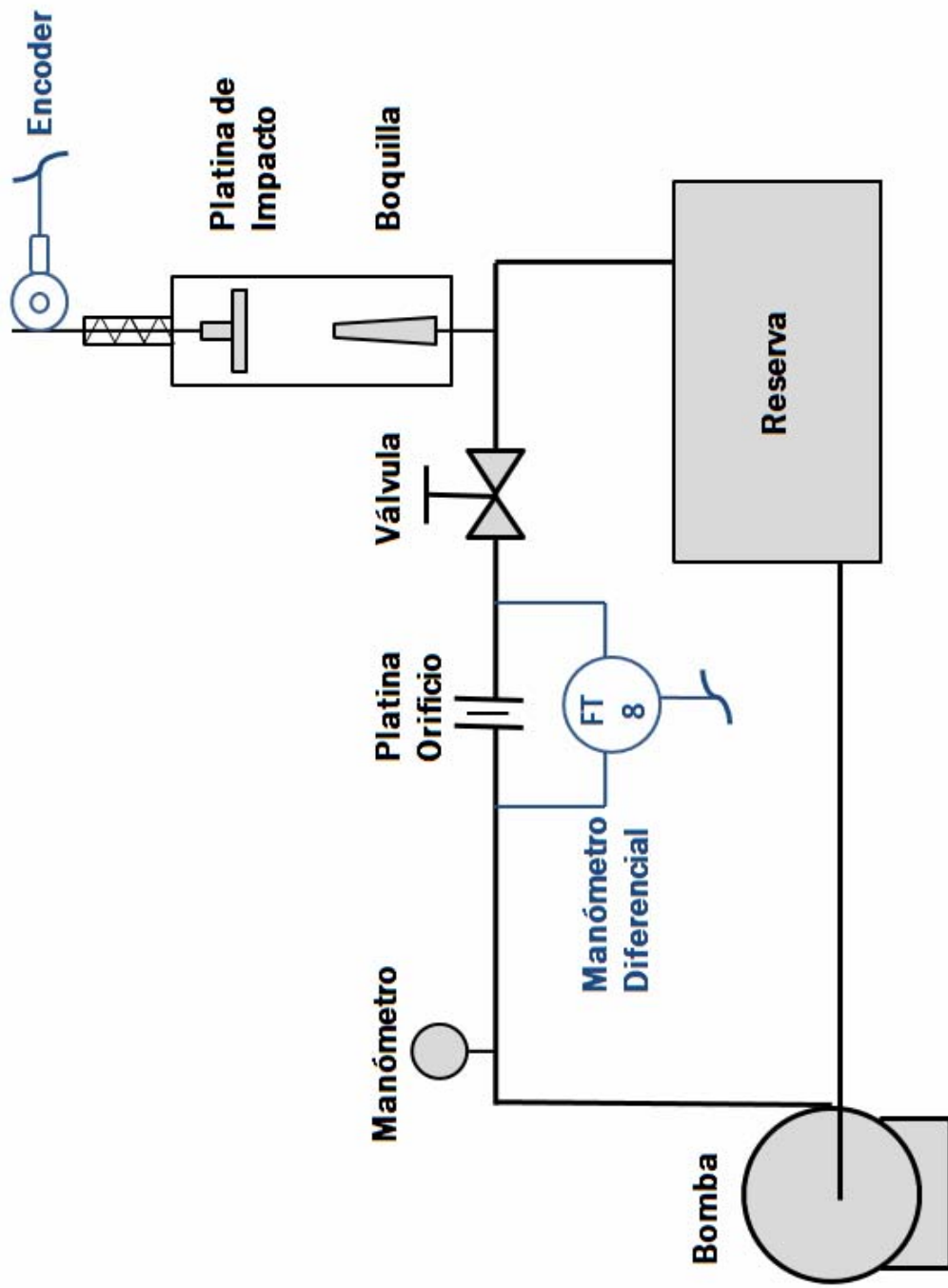
RUEDA, Oscar. REDES INDUSTRIALES: IMPLEMENTACIÓN DEL SCADA P-CIM PARA EL CONTROL Y LA SUPERVISIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES. Bucaramanga. UIS. 2003.

BALCELLS, Josep y ROMERAL, José. AUTOMATAS PROGRAMABLES. Mexico. Alfaomega. 1998.

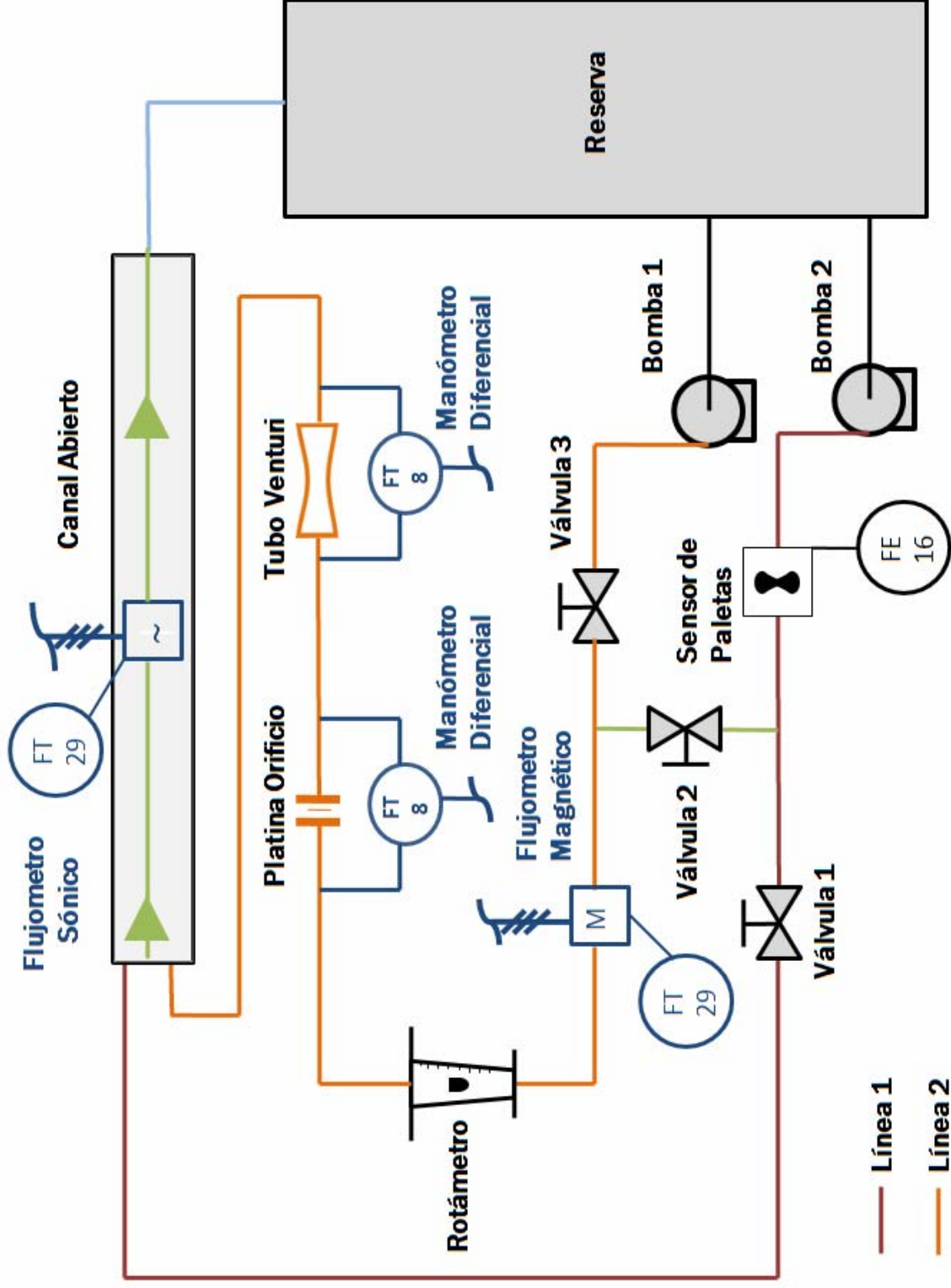
SMITH, Carlos y CORRIPIO, Armando. CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS, APLICACIONES Y PRÁCTICAS. Limusa. 1999.

AYZA Jordy. SOFTWARE DE SUPERVISION, CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS. Revista Automática e Instrumentación. Julio 2005. Págs.: 80-85. Biblioteca UIS.

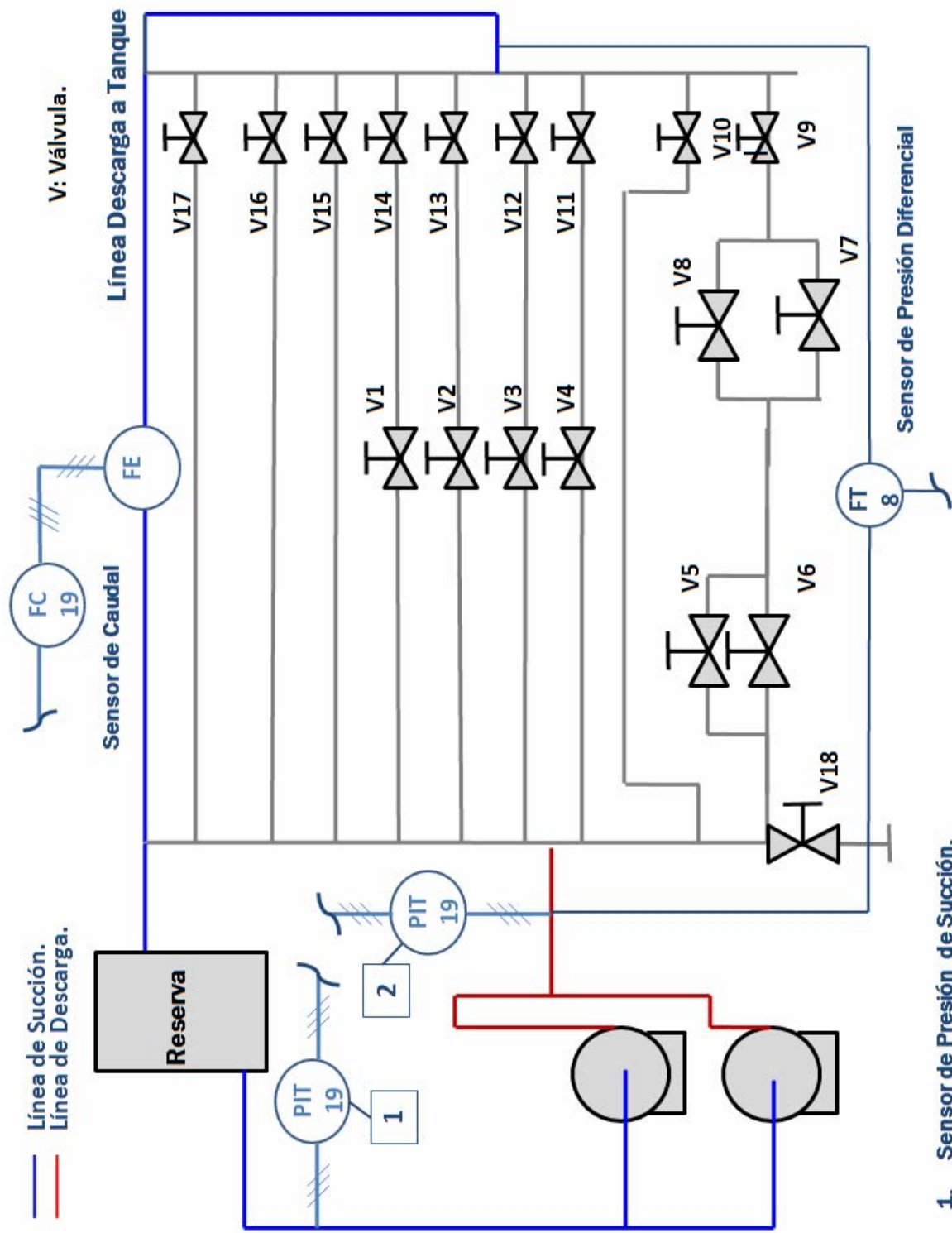
**ANEXO A. PLANOS DE INSTRUMENTACIÓN SEGÚN LA NORMA  
ANSI/ISA-S5.1-1984(R1992).**



PLANO A. INSTRUMENTACION BANCO DE IMPACTO DE CHORRO.



PLANO B. BANCO MEDICION DE CAUDAL Y CANAL ABIERTO.



1. Sensor de Presión de Succión.
2. Sensor de Presión de Descarga.

**ANEXO B. SOLICITUD DE COTIZACION EMITIDA PARA EL  
DESARROLLO DEL PROYECTO**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica**

Bucaramanga, Abril de 2007.

Ingeniero:

**NN**

**Empresa de automatización**

**LC**

Nuestra institución se ha caracterizado por la formación de profesionales de alta calidad técnica y humana, gracias a la calidad de nuestros procesos de formación no solo teórica sino respaldada por prácticas de laboratorio que soportan lo visto en las aulas. Es por esta razón que nos dirigimos a Uds. con el fin de continuar con el mejoramiento de los equipos de prueba con los que cuenta nuestra Escuela en el área de Mecánica de Fluidos.

Adjunto a esta carta se les envía un documento que contiene todos los pormenores de las novedades involucradas en la reforma de nuestro laboratorio. Es nuestro deseo conocer más sobre su empresa, la tecnología que manejan y los servicios que Uds. pueden brindarnos.

Nuevamente agradezco su preciada colaboración en el desarrollo de este proyecto, y espero su pronta respuesta.

**Ing. JAVIER RÚGELES PÉREZ.**  
**Director Laboratorio de Mecánica de Fluidos**  
**Escuela Ingeniería Mecánica – UIS.**

## SOLICITUD DE COTIZACION DE INSTRUMENTACIÓN.

Agradeciendo su colaboración remitimos los datos de cotización corregidos, recordándoles de igual forma los ítems de evaluación relevantes para nosotros.

- ✦ Costo del dispositivo en pesos colombianos o dólares.
- ✦ Nombre del dispositivo ( referencia, modelo, serial)
- ✦ Características de desempeño ( Rango de trabajo, referencia de la variable, tipo de salida, tensión de alimentación, velocidad de operación, errores asumidos, robustez frente a agentes externos y requerimientos computacionales)
- ✦ Garantía y mantenimiento de los equipos.
- ✦ Ventajas que ofrecen sus servicios.
- ✦ Empresas que han recibido sus servicios.

<b>BANCO DE IMPACTO DE CHORRO</b>		
<b>Nombre Variable</b>	<b>Tipo de Señal</b>	<b>Rango de Medida</b>
Diferencia de Presión <i>(Platina)</i>	Análoga 4 – 20 mA	1 – 30 cm Hg, 13 – 400 mbar, 0.2 - 6 psi.
Desplazamiento de la Variable	Digital	0 – 20 cm, 0 – 8 in.

<b>BANCO DE MEDICIÓN DE CAUDAL</b>		
<b>Nombre Variable</b>	<b>Tipo de Señal</b>	<b>Rango de Medida</b>
Diferencia de Presión ( <i>Platina</i> )	Análoga 4 – 20 mA	1 – 20 cm Hg, 13 – 270 mbar, 0.2 – 4 psi.
Diferencia de Presión ( <i>Venturí</i> )	Análoga 4 – 20 mA	1 – 20 cm Hg, 13 – 270 mbar, 0.2 – 4 psi.
Caudal	Análoga 4 – 20 mA	0 – 120 lpm, 0 – 35 gpm.

<b>BANCO DE EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS.</b>		
<b>Nombre Variable</b>	<b>Tipo de Señal</b>	<b>Rango de Medida</b>
Presión de Descarga	Análoga 4 – 20 mA	0 – 10 bar, 0 - 145 psi.
Diferencia de Presión	Análoga 4 – 20 mA	0 – 5 bar, 0 – 45 psi.
Presión de Succión	Análoga 4 – 20 mA	0 – 1 bar, 0 – 15 psi.
Caudal	Análoga 4 – 20 mA	0 – 50 gpm, 0 – 190 lpm.

## SOLICITUD DE COTIZACION DE SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

Agradeciendo su colaboración remitimos los datos de cotización corregidos, recordándoles de igual forma los ítems de evaluación relevantes para nosotros.

- ✦ Capacidad de trabajar con señales analógicas y digitales. (*Cantidad de señales analógicas y digitales de trabajo*).
- ✦ Frecuencia máxima con que se pueden adquirir y transmitir los datos. (*Frecuencia mayor o menor a 40 Hz*).
- ✦ Número máximo de señales que puede adquirir simultáneamente. (*Señales que pueden adquirirse simultáneamente entre análogas y digitales*).
- ✦ Posibilidades de configuración. (*Configuración por medio de PC o manual*).
- ✦ Capacidad de memoria para almacenar datos. (*En Kbz*).
- ✦ Posibilidad de trabajo con la red.
- ✦ Condiciones ambientales optimas de trabajo.
- ✦ Años del producto en el mercado.
- ✦ Lenguaje de programación.
- ✦ Precio de las licencias (en dólares o pesos colombianos).
- ✦ Soporte técnico.

### DATOS DE CARACTERIZACIÓN.

- ✦ Intercomunicabilidad con otros dispositivos y aplicaciones.
- ✦ Inicio automático de registro y programación del tiempo de registro.
- ✦ Redundancia frente a fallos.
- ✦ Servidor de Internet.
- ✦ Bus de campo.
- ✦ Ventajas que ofrecen sus servicios

<b>BANCO DE IMPACTO DE CHORRO</b>		
<b>Nombre Variable</b>	<b>Tipo de Señal</b>	<b>Rango de Medida</b>
Diferencia de Presión ( <i>Platina</i> )	Análoga 4 – 20 mA	1 – 30 cm Hg, 13 – 400 mbar, 0.2 - 6 psi.
Desplazamiento de la Variable	Digital	0 – 20 cm, 0 – 8 in.
Encendido y apagado	Digital	N/A
Alarmas	Digital	N/A

<b>BANCO DE MEDICIÓN DE CAUDAL</b>		
<b>Nombre Variable</b>	<b>Tipo de Señal</b>	<b>Rango de Medida</b>
Diferencia de Presión ( <i>Platina</i> )	Análoga 4 – 20 mA	1 – 20 cm Hg, 13 – 270 mbar, 0.2 – 4 psi.
Diferencia de Presión ( <i>Venturi</i> )	Análoga 4 – 20 mA	1 – 20 cm Hg, 13 – 270 mbar, 0.2 – 4 psi.
Caudal	Análoga 4 – 20 mA	0 – 120 lpm, 0 – 35 gpm.
Encendido y apagado	Digital	N/A
Alarmas	Digital	N/A

<b>BANCO DE EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS.</b>		
<b>Nombre Variable</b>	<b>Tipo de Señal</b>	<b>Rango de Medida</b>
Presión de Descarga	Análoga 4 – 20 mA	0 – 10 bar, 0 - 145 psi.
Diferencia de Presión	Análoga 4 – 20 mA	0 – 5 bar, 0 – 45 psi.
Presión de Succión	Análoga 4 – 20 mA	0 – 1 bar, 0 – 15 psi.
Caudal	Análoga 4 – 20 mA	0 – 50 gpm, 0 – 190 lpm.
Encendido y apagado	Digital	N/A
Alarmas	Digital	N/A

**ANEXO C. PROPUESTAS PRESENTADAS POR DIVERSA ENTIDADES.**

## **ANEXO C.1. PROPUESTAS DE INSTRUMENTACIÓN.**

Bucaramanga, Mayo 30 de 2007

KJ7/0122

Señores:  
**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**Atte:** Ing. Javier Rugeles Pérez y/o Hermes Franco  
Ciudad

Agradeciendo su solicitud, estamos enviando la oferta de los siguientes Equipos:

<b>CANT</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
3	SIEMENS SITRANS P DS III TRANSMISOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL PARA MEDIDA DE FLUJO, RANGO DE TRABAJO 6.....600MBAR, SALIDA 4-20MA. REF. 7MF4433-1EA22-2AC6-Z A02+A40.	\$ 3'546.400	\$ 10'639.200
1	MEDIDOR DE FLUJO ELECTROMAGNETICO MAGFLO MAG 5000, SENSOR SITRANS FM MAG 5100W, DN 25, 1 “; ELECTRONICA MAG 5000 , IP67; 115....230 VAC, SALIDA 4-20 MA, PASACABLES DE ½ “.	\$ 3'740.000	\$ 3'740.000
1	MEDIDOR DE FLUJO ELECTROMAGNETICO MAGFLO MAG 5000, SENSOR SITRANS FM MAG 5100W, DN 40, 1 Y 1/2 “; ELECTRONICA MAG 5000 , IP67; 115....230 VAC, SALIDA 4-20 MA, PASACABLES DE ½ “.	\$ 3'821.600	\$ 3'821.600
2	OPCIONAL: ACCESORIOS PARA MONTAJE REMOTO DE LA ELECTRONICA DEL MEDIDOR DE FLUJO, UNIDAD DE MONTAJE SOBRE PARED Y XCABLE DE INSTRUMENTACION 20 METROS	\$ 649.000	\$ 1'298.000

**CONDICIONES COMERCIALES:**

<b>PRECIO:</b> Equivalente a la TRM mas el IVA que se liquidara en el momento de facturación.
<b>FORMA DE PAGO:</b> 30 días
<b>TIEMPO DE ENTREGA:</b> 6-8 semanas

Cordialmente,

Ing. KEVIN JOEL OSPINO  
**SENSOMATIC DEL ORIENTE LTDA.**



Bogotá D.C., 04 de Junio de 2007

Señores:

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
**ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS**  
Bucaramanga

**REF: Cotización No. 20070604112**

De acuerdo a su amable solicitud nos permitimos dar nuestra mejor oferta para los equipos solicitados, esperando estos sean de su agrado y conveniencia:

### **BANCO DE IMPACTO DE CHORRO**

Ítem	Descripción	Cant	Valor Unit.	Valor Total
001	Transmisor de Presión Diferencial SITRANS P DSIII, relleno de célula de medida aceite de silicona, rango de medida 6...600mbar (2.409...240.9 inH <sub>2</sub> O), partes húmedas en acero inoxidable, conexión al proceso rosca interior ¼-18NPT, carcasa electrónica en fundición inyectada de aluminio, conexión eléctrica/entrada de cables pasacables ½-14NPT, con indicador digital visible. 7MF4433.	01	\$ 2.598.370	\$ 2.598.370
002	Encoder Incremental, 600 pulsos/revolución, salidas A, B, Z, diámetro de eje 8mm, alimentación 10-30 VDC.	01	\$ 398.000	\$ 398.000
003	Transductor de desplazamiento Lineal. Desplazamiento 200 mm. Velocidad de desplazamiento 10 m/s. Temperatura de trabajo -30 a +100°C. Conector de 4 polos Salida potenciómetro 5KOhm.	01	\$ 964.058	\$ 964.058

---

Calle 71A # 37 - 53 • Tel.: 6606942 • Telefax.: 5407292

• e-mail: [info@kimac-ltda.com](mailto:info@kimac-ltda.com)

• Bogotá, D.C., Colombia



## BANCO DE MEDICION DE CAUDAL

Ítem	Descripción	Cant	Valor Unit.	Valor Total
001	Transmisor de Presión Diferencial SITRANS P DSIII, relleno de célula de medida aceite de silicona, rango de medida 6...250mbar (1.004...100.4 inH <sub>2</sub> O), partes húmedas en acero inoxidable, conexión al proceso rosca interior ¼-18NPT, carcasa electrónica en fundición inyectada de aluminio, conexión eléctrica/entrada de cables pasacables ½-14NPT, con indicador digital visible. 7MF4433.	02	\$ 2.598.370	\$ 5.196.740
002	Transmisor de flujo de Caudal en Canal Abierto OCM III, rango de medida 0.3...1.2m, precisión +/- 1mm/m, resolución 0.2mm, alimentación AC, visualización digital, registro de 1 a 24 meses, en función de los registros, conexión RS232, salida analógica 4...20 mA, salidas a relé. Sensor ultrasónico XRS-5, rango de 0.3...8m, protección IP68, conexión a proceso 1"NPT, ángulo de haz 10°.	01	\$ 4.679.560	\$ 4.679.560
003	Medidor de nivel continuo ultrasónico, rango de medida 0.25...5m., salida 4...20 mA, conexión a 2 hilos, alimentación 12...28 VDC, visualización digital, conexión a proceso 2" NPT.	01	\$ 1.796.570	\$ 1.796.570

### BANCO DE EVALUACION DE PERDIDAS DE ENERGIA

Ítem	Descripción	Cant	Valor Unit.	Valor Total
001	Transmisor serie Z, para medición de presión manométrica, rango de 0 a 10 bar, salida 4 a 20 mA, sin display, conexión ½" NPT.	01	\$ 653.400	\$ 653.400
002	Transmisor serie Z, para medición de presión absoluta, rango de 0 a 1 bar, salida 4 a 20 mA, sin display, conexión ½" NPT.	01	\$ 620.400	\$ 620.400
003	Transmisor de Presión Diferencial SITRANS P DSIII, relleno de célula de medida aceite de silicona, rango de medida 50...5000mbar (20.08...2008 inH2O), partes húmedas en acero inoxidable, conexión al proceso rosca interior ¼-18NPT, carcasa electrónica en fundición inyectada de aluminio, conexión eléctrica/entrada de cables pasacables ½-14NPT, con indicador digital visible. 7MF4433.	01	\$ 2.598.370	\$ 2.598.370
004	Sensor para medidor de caudal SITRANS FM MAG 5100W, electrodos en Hastelloy, bridas en acero al carbono, diámetro DN40 (1 ½"), brida según ANSI B16.5 Clase 150, material de revestimiento EPDM. Transmisor Digital MAG5000 con indicador, para montaje compacto y en pared, IP67, NEMA 4X, alimentación 115/230 VAC, salidas de pulsos/frecuencia, 4 a 20 mA, salida relé, 1 entrada digital.	01	\$ 3.640.000	\$ 3.640.000



<b>CONDICIONES COMERCIALES</b>	
<b>IVA</b>	No incluido favor adicionar el vigente a la fecha (16%)
<b>MONEDA</b>	Pesos Colombianos.
<b>FORMA DE PAGO</b>	50% Anticipo, 50% Contraentrega
<b>VALIDEZ OFERTA</b>	30 días.
<b>GARANTIA</b>	Un (1) año contra defectos de fabricación comprobados, otorgado por el fabricante.
<b>LUGAR DE ENTREGA</b>	En sus instalaciones Bucaramanga.
<b>TIEMPO DE ENTREGA</b>	6 a 8 Semanas después de recibida su orden de Compra y Anticipo.
<b>SERVICIOS</b>	Todo servicio post-venta de reparación o asesoría por incorrecta instalación o aplicación será facturado por horas de acuerdo con tarifa interna de Kimac Ltda.

Cordialmente;

Diego Fdo. Caballero G.  
 División Ventas y Servicios  
 Móvil: 311-464 3434

## COTIZACIÓN No972

Señores : UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE STDER Atn. : SR. HERMES FRANCO Tel/Fax : Ciudad : BUCARAMANGA	Fecha : 30/05/07 Vendedor : Javier A. Jiménez S. Asunto : SENSORICA
--	---

ITEM	CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>BANCO DE IMPACTO DE CHORRO</b>					
1	54 0618	880D, TRANSDUCTOR DE PRESION DIFERENCIAL, 0-27"H2O/4-20MA; NEMA 4	1	690.000	690.000
2	17 0121	CB-100-HC, ENCODER DIAM 38MM, EJE 6MM, 12-24VDC	1	470.000	470.000
<b>BANCO DE MEDICION DE CAUDAL</b>					
3	54 0467	860D, 0-5 PSID/4-20MA; TRANSDUCTOR DE PRESION DIFERENCIAL, NEMA 4	2	840.000	1.680.000
4	57 1065	X253-HL, SENSOR DE FLUJO TI PO TURBINA, SIGNET; ½ A 4", POLIPROPILENO	1	1.780.000	1.780.000
5	9994	ADAPTADOR PARA TUBERÍA 1" EN ACERO	1	225.000	225.000
6	57 0915	LPI-F TRANSMISOR DE PULSOS, 4-20 mA	1	898.000	898.000

### OBSERVACIONES

Estos precios no incluyen instalación

BRUTO	5.743.000
DESCUENTO 7%	402.010
SUBTOTAL	5.340.990
FLETES	
IVA 16%	854.558
<b>TOTAL</b>	<b>6.195.548</b>

Tiempo de entrega	30 DIAS
Garantía de equipos	12 MESES
Validez de la oferta	15 DIAS
Forma de pago	CREDITO

**Javier Alfonso Jimenez S.**

FIRMA AUTORIZADA

## COTIZACIÓN No972

Señores : UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE STDER Atn. : SR. HERMES FRANCO Tel/Fax : Ciudad : BUCARAMANGA	Fecha : 30/05/07 Vendedor : Javier A. Jiménez S. Asunto : SENSORICA
--	---

ITEM	CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>BANCO DE EVALUACIÓN DE PERDIDAS</b>					
1	53 1055	BAR 14, 0-10BAR/4-20MA; TRANSMISOR DE PESION VEGA, SALIDA 4-20 MA	1	650.000	650.000
2	53 1101	BAR14, -1 A 1 BAR; /4-20MA; TRANSMISOR DE PRESION VACIO; MARCA VEGA	1	850.000	850.000
3	9994	860D- 0-40PSID/4-20MA; TRANSDUCTOR DE PRESION DIF. AUTOTRAN; SALIDA 4-20 MA	1	840.000	840.000
4	57 1065	X253-HL; SENSOR DE FLUJO, ½ A 4"; POLIPROPILENO; 1%	1	1.780.000	1.780.000
5	57 0915	LPI-FTRANSMISOR PULSOS SALIDA 4-20 MA; NEMA 4	1	898.000	898.000
6	9994	ADAPTADOR TUBERÍA DE SENSOR DE FLJO	1	225.000	225.000

### OBSERVACIONES

Estos precios no incluyen instalación

BRUTO	5.243.000
DESCUENTO 7%	367.010
SUBTOTAL	4.875.990
FLETES	
IVA 16%	780.158
TOTAL	5.656.148

Tiempo de entrega	30 DIAS
Garantía de equipos	12 MESES
Validez de la oferta	15 DIAS
Forma de pago	CREDITO

**Javier Alfonso Jimenez S.**

FIRMA AUTORIZADA

**ANEXO C.2. PROPUESTAS DE ADQUISICION DE DATOS.**

Bucaramanga, Mayo 30 de de 2007

KJ7/0123

Señores:  
**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
Atte: Javier Rugeles Pérez y/o Hermes Franco  
Ciudad

Agradeciendo su solicitud, estamos enviando la oferta de los siguientes Equipos:

CANT	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	CPU SIEMENS 224XP SIMATIC S7-200, ALIMENTACIÓN 110-220 VAC, 14 ED 24VDC/10 SD A RELE, 2 EA DE 0-10 VDC, 1 SA 0-10 VDC Y 4-20MA. 2XPPI.	\$ 1.573.800	\$ 1'573.800
2	MODULO DE AMPLIACIÓN PARA CPU SIEMENS SIMATIC S7-200 DE 4 ENTRADAS ANÁLOGAS	\$ 543.900	\$ 1'087.800
1	FUENTE DE ALIMENTACIÓN SIEMENS SITOP DE 5 A A 24 VDC, ALIMENTACION 110-220 VAC.	\$ 533.100	\$ 533.100
1	INTERFASE DE COMUNICACIÓN Y PROGRAMACIÓN CP 5611 PROFIBUS DP/MPI, PARA CONECTAR SOBRE BUS PCI.	\$ 1'637.400	\$ 1'637.400
1	SOFTWARE VISUALIZADOR RUNTIME DE 128 POWER TAGS	\$ 1'475.600	\$ 1'475.600
2	CONECTORES PROFIBUS PG FAST CONNECT.	\$ 187.000	\$ 374.000
20	METRO DE CABLE PROFIBUS	\$ 5.600	\$ 112.000

**CONDICIONES COMERCIALES:**

<b>PRECIO:</b> El estipulado mas el IVA que se liquidara en el momento de facturación.
<b>FORMA DE PAGO:</b> 30 días
<b>TIEMPO DE ENTREGA:</b> 2 semanas

Cordialmente,

Ing. KEVIN JOEL OSPINO  
**SENSOMATIC DEL ORIENTE LTDA.**



E.S. INSTRUMENTACION NIT 830.053.412-1

# COTIZACION 5878

PRECIOS EN PESOS COLOMBIANOS

**Institucion:** Universidad Industrial de Santander

**Atn.** Javier Rugeles

**Proyecto:**

**Fax:**

**Email:** rugeles@uis.edu.co

**Direccion:** Escuela Ingeniería Mecánica - UIS

**Telefonos:** Ciudad: BUCARAMANGA

**Contacto en ventas:** Marcela Jimenez - Ingeniera

Item	Cantidad	No. Parte	Descripcion	Valor Unitario	Valor Total
1	1	777317-2000	cFP-2000, LabVIEW Real-Time/Ethernet Network Controller, 1 serial port.	\$3,850,704.00	\$3,850,704.00
2	1	777318-110	cFP-AI-110 8 ch, 16-Bit Analog Input Module (mA, mV, V)	\$1,386,792.00	\$1,386,792.00
3	1	777318-425	cFP-RLY-425, Relay Output Module (AC/DC switching), 8 channel	\$1,332,936.00	\$1,332,936.00
4	1	777318-300	cFP-DI-300, Digital Input Module (DC V sinking), 8 channel.	\$525,096.00	\$525,096.00
5	1	778617-04	cFP-BP-4 4-Slot Backplane	\$1,157,904.00	\$1,157,904.00
6	3	778618-01	cFP-CB-1 Connector Block	\$444,312.00	\$1,332,936.00
DESCUENTOS: 16% por pago 100% anticipado. 12% por pago contraentrega 8% por pago a 15 dias calendario de la fecha de la factura.				<b>SubTotal</b>	\$ 9,586,368.00
Comentarios: Esta cotizacion tiene una validez de 15 dias calendario a partir del 28 de Mayo de 2007				<b>IVA</b>	\$ 1,533,818.88
				<b>Total</b>	\$ 11,120,186.88

#### Garantía.

National Instruments garantiza al Cliente que la fabricación de la Instrumentación y de los materiales que componen los mismos, estará libre de defectos de materiales y fabricación durante el plazo de un (1) año para todos los productos hardware National Instruments, valida desde la fecha de recepción de los equipos por parte del cliente, el Software licenciado por National Instruments, se garantiza por un periodo de Noventa - 90 - días desde la fecha de entrega, en los términos de garantía señalados en el Contrato de Licencia.

La única responsabilidad de National Instruments bajo la presente garantía será la de proceder a la reparación de los Equipos / software o la sustitución de los mismos.

En el supuesto de que dicha reparación o sustitución no fuera razonable o factible National Instruments reembolsará el precio de venta / canon de licencia.

Salvo acuerdo en contrario, la reparación o sustitución se llevará a cabo en las instalaciones de National Instruments, asumiendo el Cliente los gastos de transporte y seguros necesarios. En el supuesto en que National Instruments determine que el Equipo o Software no es defectuoso, lo devolverá al Cliente a su costa y estará autorizado a cobrar al Cliente un cargo por la realización de tales comprobaciones.

En consecuencia, National Instruments no asume ninguna otra garantía adicional que no haya sido reflejada en este documento, ya sea implícita o explícita. De forma específica, National Instruments rechaza cualquier tipo de garantía de comercialidad, implícita o adecuada para un determinado uso, así como cualquier responsabilidad por daños indirectos.

**Forma de Pago: 30 días fecha de la factura**

**Tiempo de Entrega: 30 días hábiles después de la fecha de la orden de compra.**

Pago de anticipos: Cuenta Corriente BANCOLOMBIA #2070-1823660 a nombre de E.S. INSTRUMENTACION

Avenida 15 #124-91 Of.101 Bogotá-Colombia Telefax 6123706 Linea Gratuita: 01 8000 913680



ES INSTRUMENTACION NIT 830.053.412-1

# COTIZACION 5910

PRECIOS EN PESOS COLOMBIANOS

**Institucion:** Universidad Industrial de Santander  
**Atn.** Javier Rugeles  
**Proyecto:**  
**Fax:**

**Email:** rugeles@uis.edu.co  
**Direccion:** Escuela Ingeniería Mecánica - UIS  
**Telefonos:** Ciudad: BUCARAMANGA  
**Contacto en ventas:** Marcela Jimenez - Ingeniera

Item	Cantidad	No. Parte	Descripcion	Valor Unitario	Valor Total
1	1	777455-01	NI Academic Site License - Department Teaching Includes 1 year of SSP	\$23,217,920.00	\$23,217,920.00
DESCUENTOS: 16% por pago 100% anticipado. 12% por pago contraentrega 8% por pago a 15 dias calendario de la fecha de la factura.				<b>SubTotal</b>	\$ 23,217,920.00
Comentarios:				<b>IVA</b>	\$ 3,714,867.20
				<b>Total</b>	\$ 26,932,787.20
Esta cotizacion tiene una validez de 15 dias calendario a partir del 01 de Junio de 2007					

#### Garantía.

National Instruments garantiza al Cliente que la fabricación de la Instrumentación y de los materiales que componen los mismos, estará libre de defectos de materiales y fabricación durante el plazo de un (1) año para todos los productos hardware National Instruments, valida desde la fecha de recepción de los equipos por parte del cliente, el Software licenciado por National Instruments, se garantiza por un periodo de Noventa - 90 - días desde la fecha de entrega, en los términos de garantía señalados en el Contrato de Licencia.

La única responsabilidad de National Instruments bajo la presente garantía será la de proceder a la reparación de los Equipos / software o la sustitución de los mismos.

En el supuesto de que dicha reparación o sustitución no fuera razonable o factible National Instruments reembolsará el precio de venta / canon de licencia.

Salvo acuerdo en contrario, la reparación o sustitución se llevará a cabo en las instalaciones de National Instruments, asumiendo el Cliente los gastos de transporte y seguros necesarios. En el supuesto en que National Instruments determine que el Equipo o Software no es defectuoso, lo devolverá al Cliente a su costa y estará autorizado a cobrar al Cliente un cargo por la realización de tales comprobaciones.

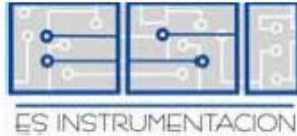
En consecuencia, National Instruments no asume ninguna otra garantía adicional que no haya sido reflejada en este documento, ya sea implícita o explícita. De forma específica, National Instruments rechaza cualquier tipo de garantía de comercialidad, implícita o adecuación para un determinado uso, así como cualquier responsabilidad por daños indirectos.

**Forma de Pago: 30 dias fecha de la factura**

**Tiempo de Entrega: 30 dias habiles despues de la fecha de la orden de compra.**

Pago de anticipos: Cuenta Corriente BANCOLOMBIA #2070-1823660 a nombre de E.S. INSTRUMENTACION

Avenida 15 #124-91 Of.101 Bogotá-Colombia Telefax 6123706 Linea Gratuita: 01 8000 913680



## COTIZACION 5878

PRECIOS EN DOLARES AMERICANOS - COSTO EXWORK U.S.A - NO INCLUYE FLETES DE ENVIO

Institucion: Universidad Industrial de Santander

Email: [rugeles@uis.edu.co](mailto:rugeles@uis.edu.co)

Atn. Javier Rugeles

Direccion: Escuela Ingenieria Mecánica - UIS

Proyecto:

Telefonos: Ciudad: BUCARAMANGA

Fax:

Contacto en ventas: Marcela Jimenez - Ingeniera

Item	Cantidad	No. Parte	Descripcion	Valor Unitario	Valor Total
1	1	777317-2000	cFP-2000, LabVIEW Real-Time/Ethernet Network Controller, 1 serial port.	US\$1,430.00	US\$1,430.00
2	1	777318-110	cFP-AI-110 8 ch, 16-Bit Analog Input Module (mA, mV, V)	US\$515.00	US\$515.00
3	1	777318-425	cFP-RLY-425, Relay Output Module (AC/DC switching), 8 channel	US\$495.00	US\$495.00
4	1	777318-300	cFP-DI-300, Digital Input Module (DC V sinking), 8 channel.	US\$195.00	US\$195.00
5	1	778617-04	cFP-BP-4 4-Slot Backplane	US\$430.00	US\$430.00
6	3	778618-01	cFP-CB-1 Connector Block	US\$165.00	US\$495.00
Ver informacion comercial anexa				TOTAL	US\$ 3,560.00
Comentarios:					

Esta cotizacion tiene una validez de 30 dias calendario a partir del 28 de Mayo de 2007



## COTIZACION 5910

PRECIOS EN DOLARES AMERICANOS - COSTO EXWORK U.S.A - NO INCLUYE FLETES DE ENVIO

Institucion: Universidad Industrial de Santander Email: [rugeles@uis.edu.co](mailto:rugeles@uis.edu.co)

Atn. Javier Rugeles

Direccion: Escuela Ingeniería Mecánica - UIS

Proyecto:

Telefonos: Ciudad: BUCARAMANGA

Fax:

Contacto en ventas: Marcela Jimenez - Ingeniera

Item	Cantidad	No. Parte	Descripcion	Valor Unitario	Valor Total
1	1	777455-01	NI Academic Site License - Department Teaching Includes 1 year of SSP	U\$8,800.00	U\$8,800.00
Ver informacion comercial anexa				TOTAL	US 8,800.00
Comentarios:					

Esta cotizacion tiene una validez de 30 dias calendario a partir del 01 de Junio de 2007

## Condiciones Generales de Venta de National Instruments para Colombia

Para información sobre: **fechas de envío, facturación en dólares, envíos FOB, CIF, marque la línea gratuita: 01 80 09133092, un funcionario National Instruments le colaborará con su inquietud.**

**1. Vigencia de la oferta.** La presente Oferta realizada por National Instruments en dólares esta vigente para el territorio colombiano.

### **2. Pedidos, entregas y precios.**

**2.1** Los Clientes deben enviar los pedidos a National Instruments por escrito vía fax al número: 512 683 9020 o por e-mail a: orders@ni.com. El pedido debe incluir lo siguiente:

Numero de orden de compra o copia de la cotización debidamente firmada por la entidad que compra. Indicando referencia del producto, cantidad y valor.

Datos completos para facturación: Nombre de la entidad, dirección, nombre de la persona contacto, teléfono, ciudad, datos completos para el de envío:

Nombre de la entidad, dirección, nombre de la persona contacto, teléfono, ciudad.

La aceptación de los pedidos del Cliente sólo ocurre al momento de recibir el orden de compra y el pago del 100% del valor de los elementos adquiridos incluyendo valor del flete si la entidad lo ha solicitado; dentro del plazo de validez de la oferta y con los requisitos anteriormente señalados.

**2.2** Previa aceptación del cliente, National Instruments podrá hacer entregas parciales y facturar dichas entregas por separado. Dichas entregas parciales no eximirán al Cliente de su obligación de aceptar el resto del pedido.

El precio de los productos no incluye valor de gastos aduaneros, aranceles de importación, seguro o transporte. El cliente se debe encargar de esos costos.

**2.5** El riesgo de pérdida o daño de los Productos pasará al Cliente al momento de la recepción de la mercancía en el destino indicado por el Cliente. Se podrá reclamar por defectos en la cantidad o calidad de los Productos cuando la mercancía sea recibida en el destino indicado por el cliente. Si el Cliente informa a National Instruments un defecto significativo en los Productos recibidos, National Instruments podrá optar por reparar o sustituir los productos o aceptar la devolución de los mismos.

**2.6** Las fechas de entrega indicadas al momento de la confirmación de su pedido, lo son a título estimativo, y no vinculante, no asumiendo National Instruments responsabilidad alguna por retrasos en la entrega.

**Devoluciones y cancelaciones.** El Cliente podrá devolver los productos no deseados a su cuenta y cargo en el plazo de treinta -30- días desde la fecha de recepción del material, previo pago de un quince (15% del valor del elemento devuelto) a National Instruments, por concepto de re-almacenamiento. Ninguna devolución será aceptada después de que el periodo de treinta -30- días de recibida la mercancía.

**Reparaciones.** En el caso de equipos que reporten daño y se encuentren con o sin garantía, la reparación o revisión del equipo será realizada en National Instruments, Austin Texas y los gastos de envío serán por cuenta del cliente. National Instruments informa un número de autorización RMA para el envío del elemento a reparar, si la garantía es válida la reparación no tendrá valor, de lo contrario antes de emitir el número de reparación RMA National Instruments informará el valor de la reparación, para que el cliente decida si envía o no el elemento a reparación.

**3. Pago.** Las condiciones de pago serán las siguientes: cien por cien - 100% prepago. A la siguiente cuenta bancaria:

Nombre del banco:	Wells Fargo Bank, N.A.
Numero de Ruta	Direct to ABA/Routing#: 121000248
Dirección del Banco:	420 Montgomery Street
Ciudad:	San Francisco, CA 94104
Número Cuenta:	404-0008690
Beneficiario:	National Instruments Corporation
Swift/BIC:	WFBIUS66
Dirección	11500 N Mopac Expwy Austin TX. 78759-3504
Teléfono	(512) 683 0100
Fax	(512) 683 9020

**4. Reserva de dominio.** National Instruments se reserva el dominio de los productos hasta su pago total por el Cliente.

**5. Impuestos.** El cliente debe pagar a National Instruments SIN descuentos el valor de cada elemento incluido en la orden de compra, el proceso aduanero de la mercancía al llegar a Colombia será por cuenta del cliente

### **6. Garantía.**

**6.1 Hardware** Por defectos de materiales que lo componen y defectos de fabricación la garantía es de un (1) año, válida desde la fecha de recepción de los equipos por parte del cliente.

**Software** licenciado por National Instruments, se garantiza por un periodo de Noventa - 90 - días desde la fecha de entrega, en los términos de garantía señalados en el Contrato de Licencia.

**6.3** En consecuencia, National Instruments no asume ninguna otra garantía adicional que no haya sido reflejada en este documento, ya sea implícita o explícita. De forma específica, National Instruments rechaza cualquier tipo de garantía de equipos en adecuación para un determinado uso, así como cualquier responsabilidad por daños indirectos.

**7. Limitación de Responsabilidad.** La responsabilidad máxima de National Instruments respecto del Cliente por reclamaciones efectuadas bajo las presentes Condiciones Generales de Venta, quedará limitada al precio del equipo y canon de software facturado al Cliente por aquellos productos a los que se refieran las reclamaciones interpuestas, ya sea por vía o acción contractual o extracontractual.

National Instruments no recomienda el uso de sus productos como elementos críticos para ser usados en cualesquiera sistemas de mantenimiento de constantes vitales de cuyo fallo de funcionamiento puede razonablemente esperarse dar lugar a lesiones graves para un ser humano.

National Instruments se obliga a defender, a su propio costa, cualquier demanda por uso indebido de patente, marca o nombre comercial, siempre y cuando la demanda no se derive del uso de los productos de National Instruments en combinación con otros productos, o de la modificación de los productos de National Instruments, y sujeto a que a National Instruments se le notifique de forma inmediata la existencia de la demanda.

**8. Fuerza Mayor.** Ninguna de las partes será responsable por el incumplimiento de estas Condiciones Generales de Venta, si tal incumplimiento estuviera motivado por causas de fuerza mayor. En tal caso la parte afectada por la fuerza mayor deberá remitir inmediatamente una Notificación a la otra parte y hacer todo lo posible para continuar en la ejecución de sus obligaciones. Esta estipulación no afectará en ningún caso la obligación del Cliente de efectuar los pagos correspondientes bajo estas Condiciones Generales de Venta.

**9. Derechos de Propiedad Intelectual e Industrial.** Todos los derechos de propiedad intelectual e industrial que hayan sido señalados como tal por National Instruments podrán ser utilizados exclusivamente para la instalación, operación y mantenimiento del equipo o software. No estará sujeto a obligación de confidencialidad aquella información que sea pública (por causa no imputable a la parte que la recibe) o que estuviera con anterioridad en poder de la parte que la recibe por medios legítimos.

Avenida 15 #124-91 Of.101 Bogotá-Colombia Telefax 6123706 Línea Gratuita: 01 8000 913680

## COTIZACIÓN 1013

Señores : UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE STDER Atn. : SR. HERMES FRANCO Tel/Fax : Ciudad : BUCARAMANGA	Fecha : 15/08/07 Vendedor : Javier A. Jiménez S. Asunto : ADQUISICIÓN DE DATOS				
ITEM	CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL

**SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS-  
 MONITOREO COMPUESTO POR :**

1	76 1190	2100-A16, RS 232 16 ENTRADAS ANALOGS CONFIGURABLES, 4 ENTRADAS DIGITALES, 2 SALIDA RELE, 2 SALIDAS ANALOGAS	1	3.250.000	3.250.000
2	76 1023	T50, SOFTWARE - MODULO REGISTRADOR,, MIMICO, SHIMADEN, DDE, MÁXIMO 150 I/O	1	4.900.000	4.900.000
3	76 1073	AND, INTERFASE DE RED NODO ACTIVO	1	1.760.000	1.760.000
4	76 1074	P62, INTERFASE DE RED NODO PASIVO, REC,MI	1	1.216.000	1.216.000
5	76 0197	2100 IS, CONVERTIDOR INTERFASE RS232/RS 485-RS422	1	1.290.000	1.290.000
6	9998	<b>PUESTA EN MARCHA, CONFIGURACIÓN Y CAPACITACION</b>	1	1.500.000	1.500.000

### OBSERVACIONES

Estos precios no incluyen instalación  FAVOR VER ANEXOS TECNICOS
--

BRUTO	13.916.000
DESCUENTO 7%	974.120
SUBTOTAL	12.941.880
FLETES	
IVA 16%	2.070.701
TOTAL	15.012.580

Tiempo de entrega      30 DIAS  
 Garantía de equipos      12 MESES  
 Validez de la oferta      15 DIAS  
 Forma de pago              CREDITO

**Javier Alfonso Jimenez S.**

FIRMA AUTORIZADA

**ANEXO D. PROPUESTA DE FINANCIACIÓN DIRIGIDA AL BANCO DE  
PROYECTOS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**ANEXO D.1. FORMATO TIPO A.**



## FORMATOS PROYECTOS TIPO A

### FORMATO ID-01 : DESCRIPCION DEL PROBLEMA O NECESIDAD

Nombre del Proyecto:

SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

Las directivas de la Escuela de Ingeniería Mecánica, han realizado grandes esfuerzos para identificar y reformar, todo el conjunto de aspectos que proporcionen la formación de profesionales de alta calidad, dando como resultado el texto de la Reforma Académica, en donde se ha contemplado la evolución tecnológica de nuestros laboratorios, incluido el laboratorio de Mecánica Fluidos. Dicha evolución tiene en cuenta la metodología para el desarrollo de las prácticas, punto donde se destaca la adquisición o registro de datos.

En el laboratorio de Mecánica de Fluidos actualmente se desarrollan prácticas en donde el estudiante, para realizar análisis de las pruebas, lleva a cabo la toma de datos por medio del registro manual en tablas, en experiencias donde la gran cantidad de datos es importante para comprobar los conceptos aprendidos en la cátedra teórica, haciendo que los análisis llevados a cabo en los informes de laboratorio carezcan de precisión, gracias a la poca cantidad de datos que se han registrado, esto es causado a la gran cantidad de tiempo consumido para registrar el pequeño grupo de datos que generan estas inconsistencias en las conclusiones de las practicas de laboratorio.

Por otro lado, sale a la vista el gran número de tecnologías de automatización enfocadas en la optimización de procesos que el mercado presenta a la industria, pero las cuales no se pueden implementar, la gran mayoría de ocasiones, por el desconocimiento de las mismas por parte de los egresados, en lo que respecta a identificación, operatividad y mantenimiento de este tipo de dispositivos. Una de las principales causas de este punto es, en el caso del área de transporte de fluidos, la inexistencia de un espacio de practicas de laboratorio, lo suficientemente dotado tecnológicamente, para que el estudiante se familiarice con este tipo de entornos automatizados.

Adicionalmente, la desactualización tecnológica del laboratorio de Mecánica de Fluidos trae un impacto sobre las expectativas de aprendizaje de los estudiantes que desarrollan prácticas en sus instalaciones, estimulando desfavorablemente el interés por la asignatura y el sentido de pertenencia por su Alma Mater.



□

## **FORMATO ID-02 : OBJETIVOS DEL PROYECTO**

Nombre del Proyecto:  
SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

### **OBJETIVO GENERAL:**

- Implementar el sistema de adquisición de datos para el laboratorio de Mecánica de Fluidos adscrito a la Escuela de Ingeniería Mecánica mejorando la metodología de toma de datos en las prácticas de Impacto de chorro, Medición de Caudal, Viscosímetro Rotativo y Evaluación de Perdidas.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

El montaje tecnológico (Hardware – Software) de la plataforma de adquisición de datos, busca principalmente afectar al laboratorio de Mecánica de Fluidos, en los siguientes aspectos:

- Permitir el correcto desempeño de las experiencias de laboratorio: Impacto de Chorro, Medición de Caudal, Viscosímetro Rotativo y Evaluación de Perdidas.
- Equipar al laboratorio con herramientas que soporten el mejoramiento de la metodología de aprendizaje a fin de que el estudiante pueda acrecentar el alcance de sus análisis en las prácticas e informes de laboratorio.
- Establecer un fundamento tecnológico que permita el crecimiento y desarrollo del laboratorio, de manera que aumente la complejidad de las pruebas y que soporte la proyección de un portafolio de servicios de extensión que impacte en ambientes académicos e industriales.
- Proporcionar al laboratorio de Mecánica de Fluidos a través de tareas investigativas y de servicios de extensión, los medios para financiar los gastos de mantenimiento e innovación de sus servicios y equipos.

□



## FORMATO ID-03: POBLACION AFECTADA Y/O ZONA AFECTADA Y POBLACION OBJETIVO DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:  
SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

En general podemos agrupar el numero de individuos en los cuales el laboratorio de Mecánica de Fluidos tiene influencia en dos grupos:

- **Población Directa:**  
Conformado por los estudiantes de pregrado de las carreras de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Civil, quienes por razón de su pensum académico deben realizar la totalidad de prácticas que se llevan a cabo en el laboratorio. Este grupo es el principalmente afectado por las innovaciones que se lleven a cabo en el interior del laboratorio. En este momento 117 estudiantes cursando la asignatura de Laboratorio de Mecánica de Fluidos, quienes son distribuidos en cursos de 13 estudiantes, dando una totalidad actual de 9 grupos. En el último año el laboratorio de Mecánica de Fluidos, les ha prestado sus servicios a cerca de 280 estudiantes, numero que aumenta cada año.
- **Población Indirecta:**  
Este grupo lo componen los estudiantes de otras universidades que son beneficiados con las prácticas que se llevan a cabo dentro de nuestro laboratorio. Se destacan principalmente las siguientes universidades con su respectiva cuota de estudiantes beneficiados:

INSTITUCION	CANTIDAD DE ESTUDIANTES	FRECUENCIA DE ASISTENCIA POR SEMESTRE
UNIVERSIDAD DE LA PAZ (UNIPAZ)	20	1
UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER (UTS)	20	3
UNIVERIDAD DE SANTANDER (UDES)	12	7

Además, se incluye el número de empresas que puedan ser beneficiadas por el portafolio de servicios.



## **FORMATO ID-04 : DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL Y SU EVOLUCION**

Nombre del Proyecto:

SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

Las prácticas en el laboratorio de Mecánica de Fluidos se dividen en dos grupos, desde el punto de vista de su metodología de desarrollo. Las primeras se distinguen por ser prácticas en donde el estudiante tiene como objetivo primordial la observación de un fenómeno físico, tal como la experiencia del banco de presiones manométricas en la cual el estudiante observa el contraste entre la altura alcanzada por las columnas de diversos fluidos en manómetros en U al aplicarse una carga de presión por medio de una bomba de accionamiento manual. El segundo grupo se compone de pruebas donde es necesario un gran número de datos para la validación de correlaciones que se estudian en la cátedra teórica. Un ejemplo de ello es la evaluación de pérdidas de energía en tuberías de diversos materiales, ya que para el desarrollo de esta práctica, se necesita valorar la magnitud de la variable de estudio durante un tiempo apreciable y adquirir el volumen de datos necesarios no se logra manualmente.

Es en este segundo grupo donde aparecen prácticas como: Banco de Impacto de Chorro, Banco de Medición de Caudal, Viscosímetro Rotativo y Banco de Evaluación de Pérdidas de Energía, en el que se hace necesario mejorar los mecanismos de adquisición de datos, ya que esta incapacidad, lesiona los análisis de prácticas que llevan a cabo los estudiantes, trayendo imprecisión e inestabilidad al aprendizaje del estudiante. Adicionalmente, mantener al laboratorio bajo el marco de funcionamiento actual, trae atraso al desarrollo institucional, pues las tecnologías de medición que hoy por hoy utiliza el laboratorio, son inadecuadas para el estudio de estos fenómenos.

También es importante dar a conocer, que el laboratorio ya cuenta con el espacio físico para el suministro de computadores que faciliten la gestión de los datos en las pruebas mencionadas, así como también, la capacidad para desarrollar actividades de investigación ( desde una búsqueda bibliográfica hasta simulaciones con software especializados).



## FORMATO ID-05: DESCRIPCION Y CUANTIFICACION DE LA NECESIDAD O PROBLEMA

Nombre del Proyecto:

SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

El laboratorio de Mecánica de Fluidos en este momento presta servicios de orden académico. Las practicas realizadas dentro de las instalaciones del laboratorio, solo tienen como fin en este momento, afianzar los conocimientos que el estudiante adquiere durante el curso de la asignatura de Mecánica de Fluidos, ya sea en simultaneidad o aprobada la cátedra teórica.

Sin embargo, los bancos, los elementos de medición y demás recursos del laboratorio son inadecuados para cubrir en un porcentaje conveniente los objetivos planeados para las practicas de laboratorio, e insuficientes para la realización de actividades de investigación, dimensión relevante dentro de nuestra institución y que figura como arte adicional del quehacer académico.

Durante el desarrollo de una practica, en la cual sea necesario un volumen considerable de datos, en vista de que los datos registrados durante la practica de laboratorio es insuficiente para la realización de análisis adecuados, los estudiantes deben recurrir a suposiciones sin fundamento practico para experiencias, de modo que los resultados de la evaluación de las practicas concuerden con valores lógicos, dentro del rango que el fenómeno en estudio teóricamente presente.

Las prácticas de laboratorio se programan en su totalidad semestralmente. Ellas están divididas de la siguiente manera.

AREA	NOMBRE PRACTICA
HIDROSTATICA	PROPIEDADES DE FLUIDOS
	MEDICION DE PRESION
	CALIBRADOR DE PESOS MUERTOS
	VISCOSIDAD
	FUERZAS SOBRE SUPERFICIES

AREA	NOMBRE PRACTICA
HIDRODINAMICA	TRAYECTORIA DE CHORRO
	MEDICION DE FLUJO INCOMPRESIBLE
	IMPACTO DE CHORRO
	MEDICION DE CAUDAL
	FLUJOMETRO NEUMATICO
	EVALUACION DE PERDIDAS ( <i>en construcción</i> )

El procedimiento para llevar a cabo esta cuantificación, se hizo a través de una inspección preliminar en el laboratorio de Mecánica de Fluidos.



## **FORMATO ID-07 : PRINCIPALES ALTERNATIVAS DEL PROYECTO**

Nombre del Proyecto:  
SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

ALTERNATIVA No. UNICA :

Nombre: IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS  
(SOFTWARE – HARDWARE) E INSTRUMENTACION.



**FORMATO ID-08 : DESCRIPCION DE LA ALTERNATIVA No: 1**

Nombre del Proyecto:

SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

Nombre de la alternativa:

IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS (SOFTWARE – HARDWARE) E INSTRUMENTACION.



Descripción de la alternativa:

De acuerdo a los objetivos planteados la alternativa del proyecto requiere:

1. Inversión para la compra de una plataforma (Hardware – Software) para la adquisición de datos, con su respectiva instrumentación y posibilidades de expansión, iniciando con los bancos de Impacto de Chorro, Medición de Caudal, Viscosímetro Rotativo y Evaluación de Perdidas de Energía.

La instrumentación debe cumplir con los siguientes requisitos:

<b>BANCO DE IMPACTO DE CHORRO</b>		
<b>Nombre Variable</b>	<b>Tipo de Señal</b>	<b>Rango de Medida</b>
Diferencia de Presión ( <i>Platina</i> )	Análoga 4 – 20 mA	1 – 30 cm Hg, 13 – 400 mbar, 0.2 - 6 psi.
Desplazamiento de la Variable	Digital	0 – 20 cm, 0 – 8 in.

<b>BANCO DE MEDICIÓN DE CAUDAL</b>		
<b>Nombre Variable</b>	<b>Tipo de Señal</b>	<b>Rango de Medida</b>
Diferencia de Presión ( <i>Platina</i> )	Análoga 4 – 20 mA	1 – 20 cm Hg, 13 – 270 mbar, 0.2 – 4 psi.
Diferencia de Presión ( <i>Venturi</i> )	Análoga 4 – 20 mA	1 – 20 cm Hg, 13 – 270 mbar, 0.2 – 4 psi.
Caudal	Análoga 4 – 20 mA	0 – 120 lpm, 0 – 35 gpm.



## FORMATO ID-08 : DESCRIPCION DE LA ALTERNATIVA No: 1

Nombre del Proyecto:  
SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

Nombre de la alternativa:  
IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS (SOFTWARE – HARDWARE) E INSTRUMENTACION.

Descripción de la alternativa:

<b>BANCO DE EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS.</b>		
<b>Nombre Variable</b>	<b>Tipo de Señal</b>	<b>Rango de Medida</b>
Presión de Descarga	Análoga 4 – 20 mA	0 – 10 bar, 0 - 145 psi.
Diferencia de Presión	Análoga 4 – 20 mA	0 – 5 bar, 0 – 45 psi.
Presión de Succión	Análoga 4 – 20 mA	0 – 1 bar, 0 – 15 psi.
Caudal	Análoga 4 – 20 mA	0 – 50 gpm, 0 – 190 lpm.

Estas tablas de variables son el resultado de una inspección preliminar que se llevo a cabo dentro de las instalaciones del laboratorio de Mecánica de Fluidos.

Esta alternativa ha sido planteada como única debido al carácter específico de la necesidad identificada. Adicionalmente este proyecto busca hacer materializar los esfuerzos que la Universidad hace por promover la cultura de la investigación en el área de los Fluidos.



## **FORMATO PE-01: DESCRIPCION Y CUANTIFICACION DE LOS PRINCIPALES BENEFICIOS DEL PROYECTO**

SECCION A: Descripción de los principales beneficios del proyecto

Nombre del Proyecto:

SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

- Mejoramiento de las prácticas realizadas en los bancos de prueba de: Impacto de Chorro, Medición de Caudal, Viscosímetro Rotativo y Evaluación de Perdidas.
- Ampliar la capacidad de desarrollo de prácticas de laboratorio de manera que el estudiante tenga la posibilidad de llevar a la praxis y experimentar fenómenos de mayor complejidad en los fluidos.
- Posibilidad del préstamo de servicios a otras Universidades a través de prácticas virtuales por medio de la red.
- Satisfacción por parte de los estudiantes a la hora de llevar a cabo las experiencias de laboratorio, trayendo un ambiente de investigación en la comunidad ubicada en la zona de influencia del laboratorio.
- Captación de fondos a través de servicios de extensión, que conlleven al autosostenimiento del laboratorio.



## FORMATO PE-01: DESCRIPCION Y CUANTIFICACION DE LOS PRINCIPALES BENEFICIOS DEL PROYECTO

SECCION B : Cuantificación del principal bien o servicio producido

Nombre del Proyecto:  
SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

Horizonte del Proyecto:

Año cero:  
2008

BIEN O SERVICIO: Adquisición de Datos  
UNIDAD DE MEDIDA:

FACTOR  
VALOR  
PRESENTE

VALOR  
PRESENTE

AÑO DEL PROYECTO	AÑO CALENDARIO	CANTIDAD PRODUCIDA	FACTOR VALOR PRESENTE	VALOR PRESENTE
0			1.0000	
1			0.8929	
2			0.7972	
3			0.7118	
4			0.6355	
5			0.5674	
6			0.5066	
7			0.4523	
8			0.4039	
9			0.3606	
10			0.3220	
11			0.2875	
12			0.2567	
13			0.2292	
14			0.2046	
15			0.1827	
16			0.1631	
17			0.1456	
18			0.1300	
19			0.1161	
			TOTAL	



## FORMATO PE-02 : PRESUPUESTO DE OBRA DEL PROYECTO

Sección A: Inversión

Nombre del Proyecto: SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

Alternativa: UNICA

ADQUISICION DE BIENES MUEBLES							
COMPONENTE	CATEGORÍA	DETALLE	UNIDA D	CANTIDA D	VLR UNIDAD (Miles de pesos)	VLR PARCIAL (miles de pesos)	Observaci ones
ELEMENTOS DE LABORATORIO		CONTROLADO RY REGISTRADOR DE DATOS		1	3,8501	3,850,704	
		MODULO DE ENTRADA SEÑALES ANALOGAS		1	1,387,79	1,386,792.	
		MODULO DE ENTRADA SEÑALES DIGITALES		1	1,333	1,333	
		MODULO DE SALIDA		1	526		
		SLOT BACKPLANE		1	1158	1158	
		BLOQUE DE CONECCION		3	444	1332	





**FORMATO PE-03 : COSTOS DE INVERSION DE LAS  
ALTERNATIVAS**

Nombre del Proyecto:

Alternativa:

(Este formato es generado por el Sistema)



<b>FORMATO PE-04 : COSTOS DE OPERACION DE LAS ALTERNATIVAS</b>
--

Nombre del Proyecto:
----------------------

Alternativa:
--------------

(Este formato es generado por el Sistema)
---



### **FORMATO PE-05 : CAPACIDAD INSTALADA**

Nombre del Proyecto: SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

¿CUAL ES LA CAPACIDAD INSTALADA POR EL PROYECTO?  
PLATAFORMA DE ADQUISICION DE DATOS CON 8 ENTRADAS/SALIDAS ANALOGAS Y 10 ENTRADAS/SALIDAS DIGITALES

CANTIDAD: 1 PLATAFORMA

UNIDAD DE MEDIDA: NUMERO DE SEÑALES ADQUIRIDAS

OBSERVACIONES:  
ESTE TIPO DE PROYECTOS SE CARACTERIZAN POR LA CANTIDAD DE SEÑALES QUE EL CONJUNTO DE ADQUISICION DE DATOS (HARDWARE- SOFTWARE) PUEDE MANEJAR.



**FORMATO PE-06 : RESUMEN DE COSTOS DE LA ALTERNATIVA**

Nombre del Proyecto:

Alternativa:

(Este formato es generado por el Sistema)



## FORMATO PE-07 : EFECTO AMBIENTAL

Nombre del Proyecto: SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

Alternativa: UNICA

Podemos resumir el impacto que nuestro proyecto tiene sobre el ambiente desde dos frentes:

- Ecológico: La tecnología implicada en este proyecto, en ningún momento conlleva al perjuicio de la salud de quienes lo manipulan, así como también al hábitat animal y vegetal que le rodea.
- Cultural: La llegada de estos dispositivos al laboratorio de Mecánica de Fluidos, influirá de una manera positiva en el interés de quienes desarrollen las experiencias, de modo que se incentiva el conocimiento y aprendizaje de nuevas tecnologías de la gestión y adquisición de información.



**FORMATO PE-08 : SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE MÍNIMO COSTO**

Nombre del Proyecto:

Alternativa No.:

Costo Precio social: (Información generada por el Sistema)

Nombre de la alternativa:

OBSERVACIONES:



## **FORMATO PE-09 : MARCO INSTITUCIONAL**

Nombre del Proyecto: SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

Dentro de los lineamientos que la actual rectoría ha planteado se destaca el interés por reforzar la investigación y la extensión de la comunidad universitaria, hacia esferas sociales y académicas regionales que contribuyan al crecimiento del sentido de pertenencia por nuestras comunidades, un objetivo clave dentro del planteamiento de este proyecto. Nuestro mayor interés es suministrarle al laboratorio de Mecánica de Fluidos adscrito a la Escuela de Ingeniería Mecánica, las herramientas con la suficiente capacidad de sustentar proyectos de investigación y extensión de servicios que contribuyan al desarrollo de nuestra región.



### FORMATO FS-01: FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA INVERSIÓN DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto: SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

AÑOS AÑOS CALENDARIO	CENTRO DE COSTOS	EJECUTAD O	0	1	SALDO	TOTAL
RECURSOS DE INVERSIÓN INTERNAS						
Fondo Común						
Estampilla ProUIS						
RECURSOS DE FUNCIONAMIE NTO						
TOTAL FINANCIACION INVERSIÓN						



## FORMATO FS-02: FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA OPERACIÓN DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto: SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

AÑOS AÑOS CALENDARIO	CENTRO DE COSTOS	EJECUTAD O	0	1	2	3	SALDO	TOTA L
RECURSOS DE INVERSIÓN								
INTERNAS								
Fondos Especiales								
TOTAL FINANCIACION OPERACION								



## **FORMATO FS-03: SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO**

Nombre del Proyecto:

SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**ANEXO D.2. FICHA EBI**



## FORMATOS FICHA EBI

<b>FORMATO EBI-01: CLASIFICACION</b>
Nombre del Proyecto: SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.
PERIODO : SEGUNDO PERIODO AÑO 2007
PROGRAMA:
SUBPROGRAMA:



### **FORMATO EBI-02: LOCALIZACIONES**

Nombre del Proyecto: SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	UAA
SANTANDER	BUCARAMANGA	Escuela de Ingeniería Mecánica



## FORMATO EBI-03: JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto: SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

En el laboratorio de Mecánica de Fluidos actualmente se desarrollan prácticas en donde el estudiante, para realizar análisis de las pruebas, lleva a cabo la toma de datos por medio del registro manual en tablas, en experiencias donde la gran cantidad de datos es importante para comprobar los conceptos aprendidos en la cátedra teórica, haciendo que los análisis llevados a cabo en los informes de laboratorio carezcan de precisión, gracias a la poca cantidad de datos que se han registrado, esto es causado a la gran cantidad de tiempo consumido para registrar el pequeño grupo de datos que generan estas inconsistencias en las conclusiones de las practicas de laboratorio.

La población impactada por este problema esta caracterizada así:

INSTITUCION	CANTIDAD DE ESTUDIANTES	FRECUENCIA DE ASISTENCIA POR SEMESTRE
UIS (Estudiantes de Ingeniería Mecánica y Civil)	117	Todo el semestre
UNIVERSIDAD DE LA PAZ (UNIPAZ)	20	1
UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER (UTS)	20	3
UNIVERIDAD DE SANTANDER (UDES)	12	7

El uso de un sistema de adquisición de datos para este proyecto, se precisa por la cantidad de datos que se genera dentro de una prueba en particular y que se dificultan a la hora de administrar u gestionar dicho volumen de datos en forma manual.

En primera medida los beneficiados de este proyecto serán los estudiantes de nuestra alma mater, entrenado en contacto con los dispositivos y facilitando por medio de un SAD el desarrollo de sus practicas de laboratorio.



### **FORMATO EBI-04: DESCRIPCION DE LA ALTERNATIVA**

(Este formato es generado por el Sistema)

Nombre del Proyecto: SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA.

Nombre Alternativa:

Descripción alternativa:



**FORMATO EBI-05: FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA  
INVERSIÓN DEL PROYECTO**

(Este formato es generado por el Sistema)

Nombre del Proyecto: SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA.

AÑOS AÑOS CALENDARIO	CENTRO DE COSTOS	EJECUTADO	0	1	SALDO	TOTA L
RECURSOS DE INVERSIÓN INTERNAS						
Fondo Común						
Estampilla ProUIS						
RECURSOS DE FUNCIONAMIE NTO						
TOTAL FINANCIACION INVERSIÓN						



**FORMATO EBI-06: FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA  
OPERACION DEL PROYECTO**

(Este formato es generado por el Sistema)

Nombre del Proyecto: SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA.

AÑOS AÑOS CALENDARIO	CENTRO DE COSTOS	EJECUTADO	0	1	2	3	SALDO	TOTAL
RECURSOS DE INVERSIÓN								
INTERNAS								
Fondos Especiales								
TOTAL FINANCIACION OPERACION								



### **FORMATO EBI-07: IMPACTO DEL PROYECTO**

Nombre del Proyecto: SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

#### AREA DE INFLUENCIA

REGION	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
Nor-oriental	Santander	Bucaramanga



## FORMATO EBI-08: ESTUDIOS QUE RESPALDAN EL PROYECTO

Nombre del Proyecto: SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

NOMBRE	FECHA DD MM AA	ENTIDAD AUDITORA	DIRECCIÓN DE CONSULTA
Evaluación y Selección del Sistema de Adquisición de Datos para el Laboratorio de Mecánica de Fluidos Adscrito a la Escuela de Ingeniería Mecánica	8 octubre de2007	Escuela de Ingeniería Mecánica	Escuela De Ingeniería Mecánica.  Ing. Javier Rúgeles Pérez



### **FORMATO EBI-09: DILIGENCIAMIENTO**

(Este formato lo genera el Sistema)

Nombre del Proyecto: SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA.

Funcionario:	
Número de Documento de identidad:	
Tipo de Documento de Identidad:	
Dirección:	
Teléfono:	
Cargo:	



## **FORMATO EBI-10: OBSERVACIONES DEL PROYECTO DILIGENCIAMIENTO**

Nombre del Proyecto:

SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE FLUIDOS ADSCRITO A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.