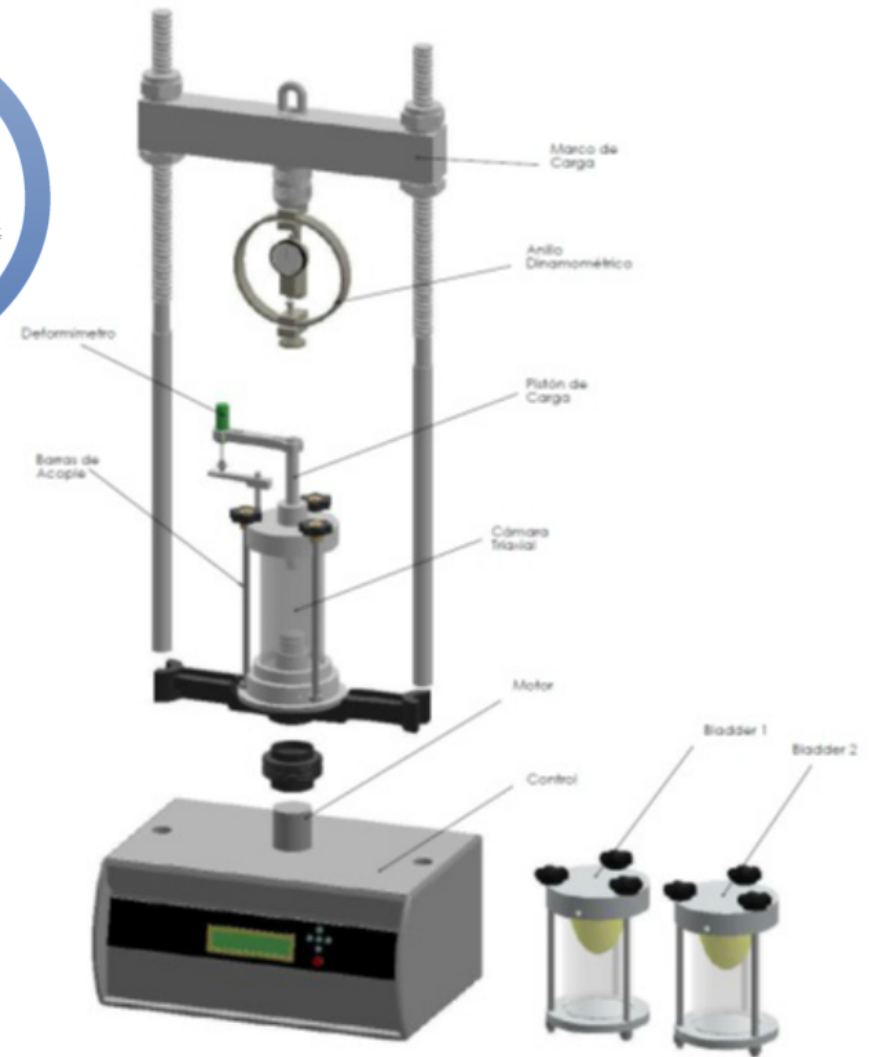
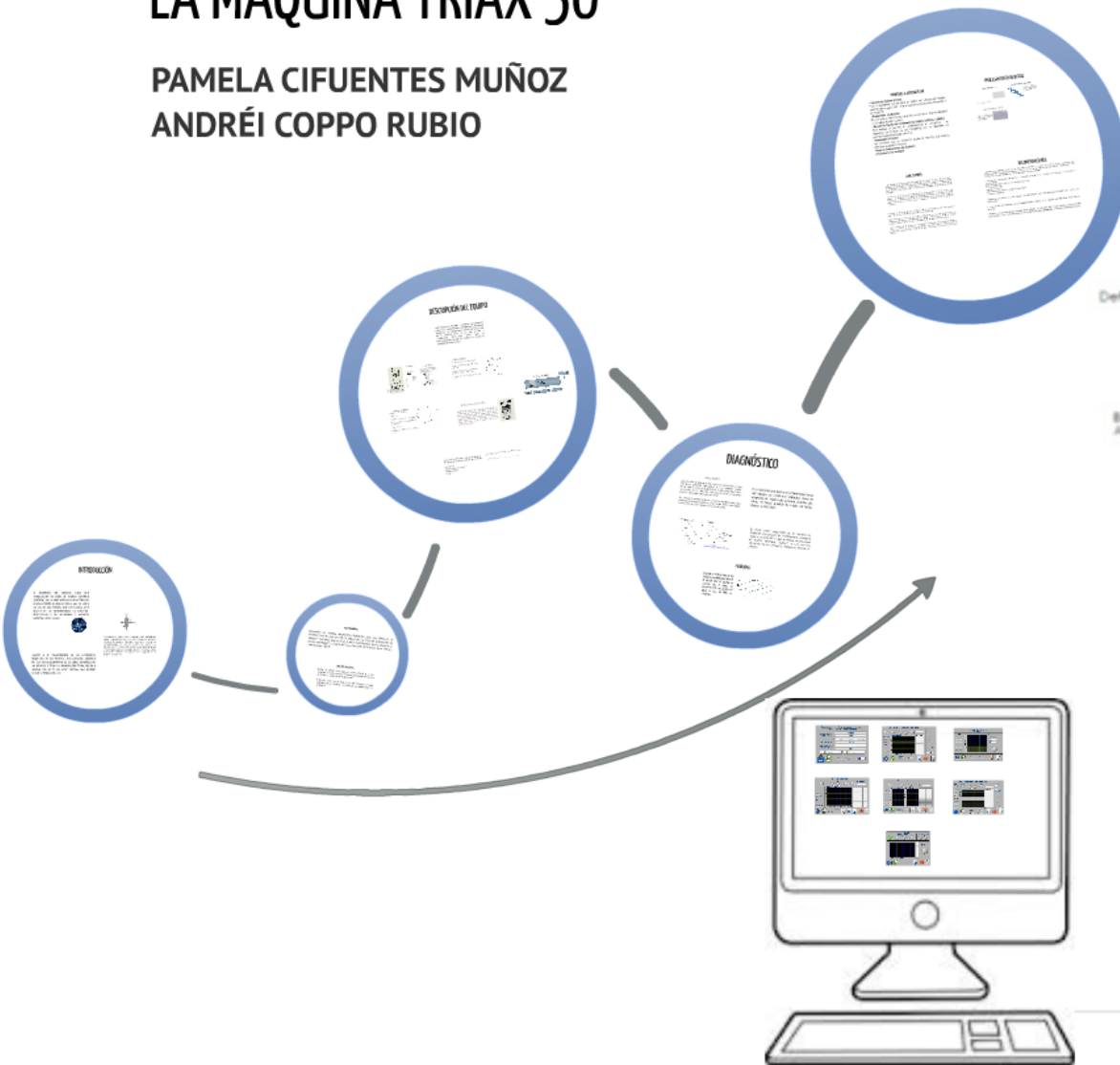


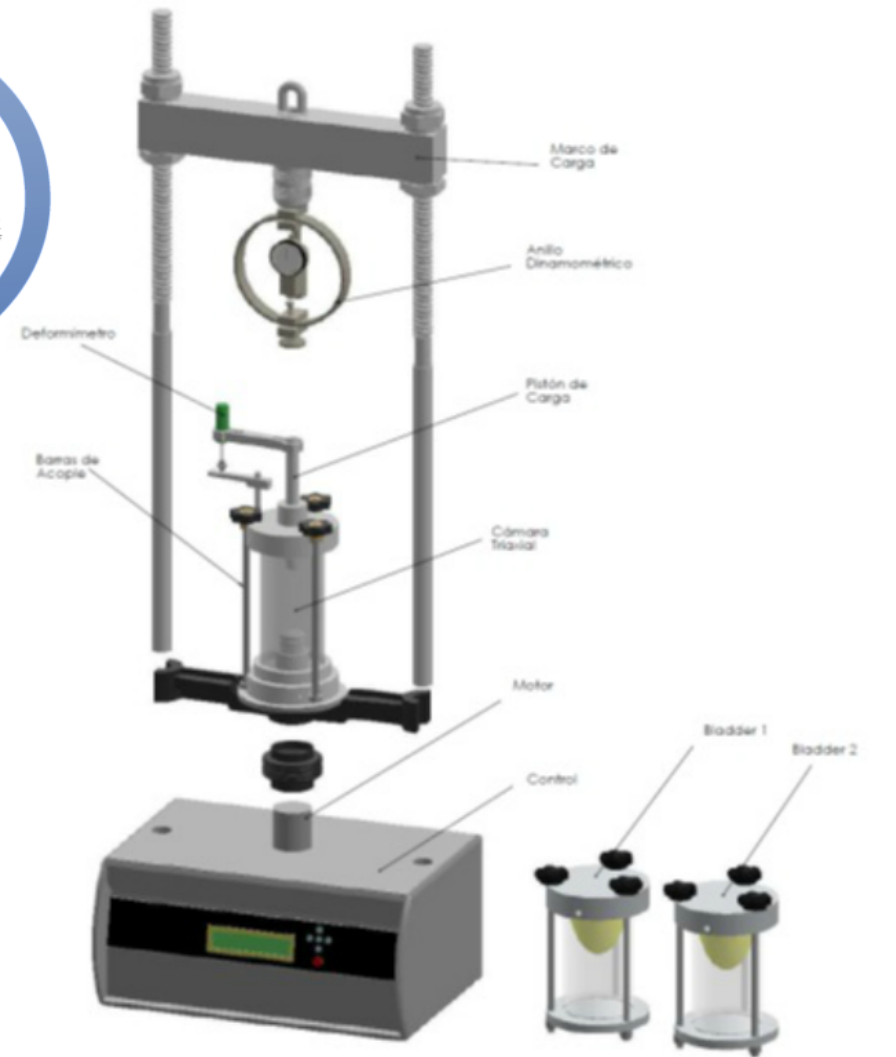
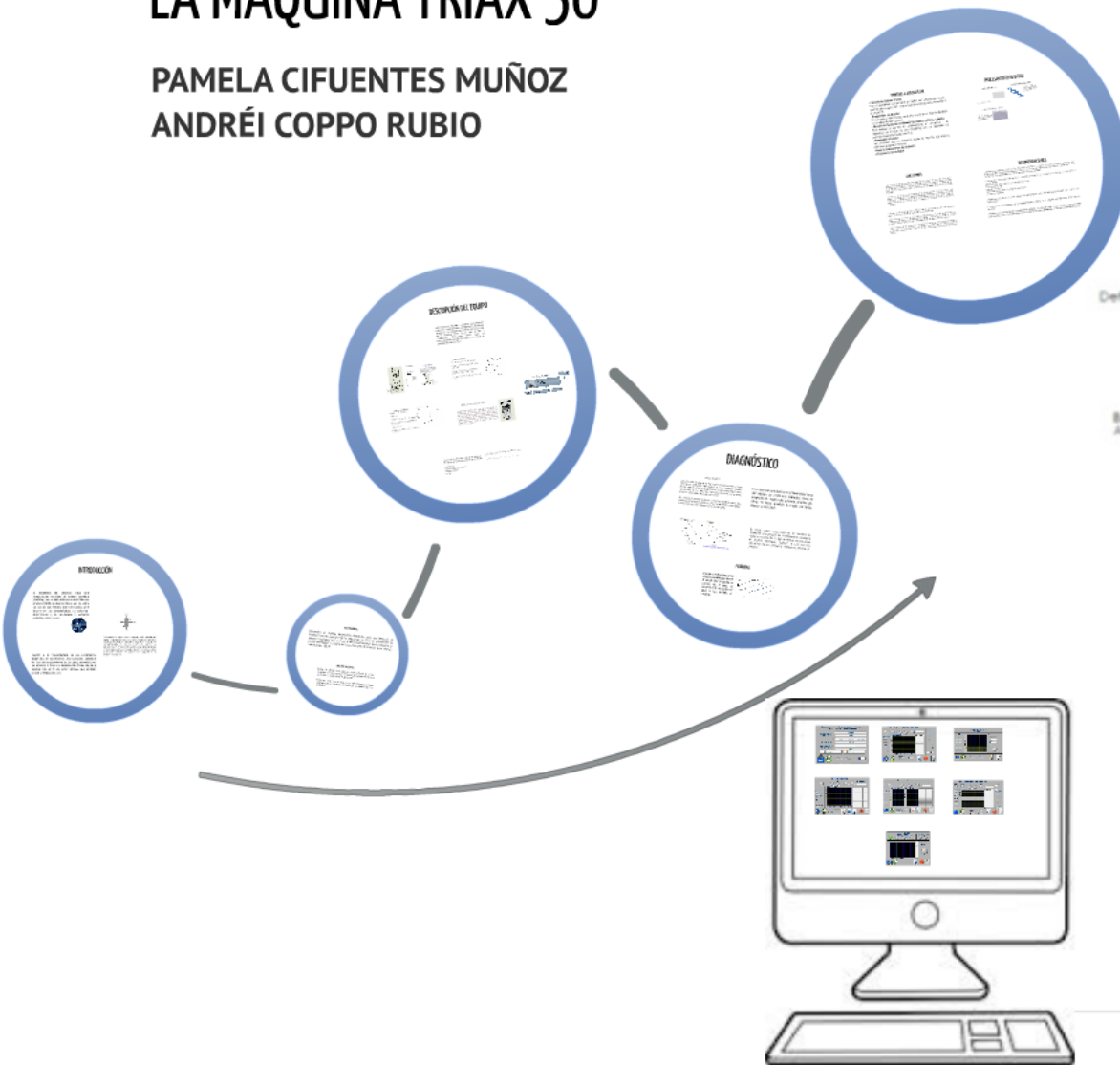
# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO - INFORMÁTICO PARA LA MÁQUINA TRIAX 50

PAMELA CIFUENTES MUÑOZ  
ANDRÉI COPPO RUBIO



# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO - INFORMÁTICO PARA LA MÁQUINA TRIAX 50

PAMELA CIFUENTES MUÑOZ  
ANDRÉI COPPO RUBIO

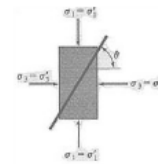


# INTRODUCCIÓN

El desarrollo del proyecto sigue una metodología de ciclo de mejora continua (Deming), por lo cuál primero se identifica los ensayos triaxiales que realiza el equipo sobre los suelos. Los mismos que son usados para determinar las características de esfuerzo-deformación y de resistencia al esfuerzo cortante de los suelos.



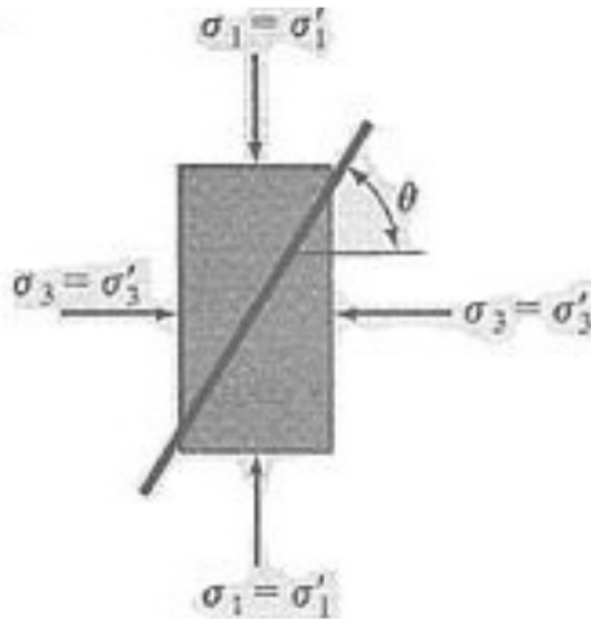
Debido a la trascendencia de los parámetros obtenidos en los ensayos, este proyecto pretende facilitar el procesamiento de los datos obtenidos en los ensayos y hacer un sistema más fiable, rápido y preciso con el fin de evitar errores que podrían causar grandes pérdidas.



Básicamente, el ensayo de compresión triaxial consiste en aplicar esfuerzos laterales y verticales diferentes, a probetas cilíndricas de suelo, permitiendo de esta manera estudiar su comportamiento. Es decir, la muestra es recortada o reconstruida en forma cilíndrica, revestida por una membrana impermeable, confinada mediante presión hidráulica dentro de una cámara y finalmente sometida a una carga axial capaz de producir su rotura.

El desarrollo del proyecto sigue una metodología de ciclo de mejora continua (Deming), por lo cuál primero se identifica los ensayos triaxiales que realiza el equipo sobre los suelos. Los mismos que son usados para determinar las características de esfuerzo-deformación y de resistencia al esfuerzo cortante de los suelos.





Básicamente, el ensayo de compresión triaxial consiste en aplicar esfuerzos laterales y verticales diferentes, a probetas cilíndricas de suelo, permitiendo de esta manera estudiar su comportamiento. Es decir, la muestra es recortada o reconstruida en forma cilíndrica, revestida por una membrana impermeable, confinada mediante presión hidráulica dentro de una cámara y finalmente sometida a una carga axial capaz de producir su rotura.

Debido a la trascendencia de los parámetros obtenidos en los ensayos, este proyecto pretende facilitar el procesamiento de los datos obtenidos en los ensayos y hacer un sistema más fiable, rápido y preciso con el fin de evitar errores que podrían causar grandes pérdidas.

### OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema electrónico-informático para una Máquina de Pruebas Triaxiales que permita la adquisición de datos en aplicaciones de ensayos realizados, que se ajuste a los procedimientos del Laboratorio de suelos, hormigones y asfalto, del Departamento de Ciencias de la Tierra y Construcción – ESPE.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reducir el tiempo del ensayo en un 5% evitando el vaciado completo del reservorio de la máquina por medio de alertas que adviertan al usuario del nivel del mismo.
- Disminuir el consumo de agua en un 30% reutilizando el agua eliminada de los bladders por medio de una válvula hacia el reservorio.

## OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema electrónico-informático para una Máquina de Pruebas Triaxiales que permita la adquisición de datos en aplicaciones de ensayos realizados, que se ajuste a los procedimientos del Laboratorio de suelos, hormigones y asfalto, del Departamento de Ciencias de la Tierra y Construcción – ESPE.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

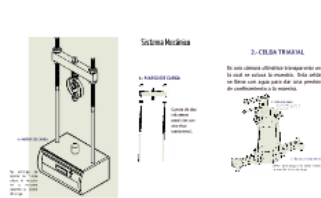


## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reducir el tiempo del ensayo en un 5% evitando el vaciado completo del reservorio de la máquina por medio de alertas que adviertan al usuario del nivel del mismo.
- Disminuir el consumo de agua en un 30% reutilizando el agua eliminada de los bladders por medio de una válvula hacia el reservorio.

# DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Para establecer medidas o procesos que permitan mejorar el funcionamiento y rendimiento del equipo Se detallan las características de los sistemas tanto de la máquina como de los que se van a implementar. Permite tener claro el funcionamiento de toda la máquina así como sus limitaciones y deficiencias.



## SISTEMA NEUMÁTICO

El sistema Neumático está conformado por:

1. Sistema de Producción y Distribución de aire. (Compresor)
2. Sistema de Consumo de Aire o Utilización (Regulador de Presión y Manómetros)
3. Sistema de Des-ventosación de Agua (Bomba de Vacío)



## SISTEMA HIDRÁULICO - NEUMÁTICO

También llamado "Bladder", este permite la regulación de la presión de confinamiento y contrapresión ejercida sobre la muestra. La presión es generada por el sistema neumático y aquí es donde se transmite la misma por el sistema hidráulico hacia la Cámara Triaxial. Estos actúan como acumuladores sobre el sistema y su presión máxima es de 600KPa.



Para el análisis del sistema, el equipo se divide en los siguientes elementos sujetos a carga de trabajo:

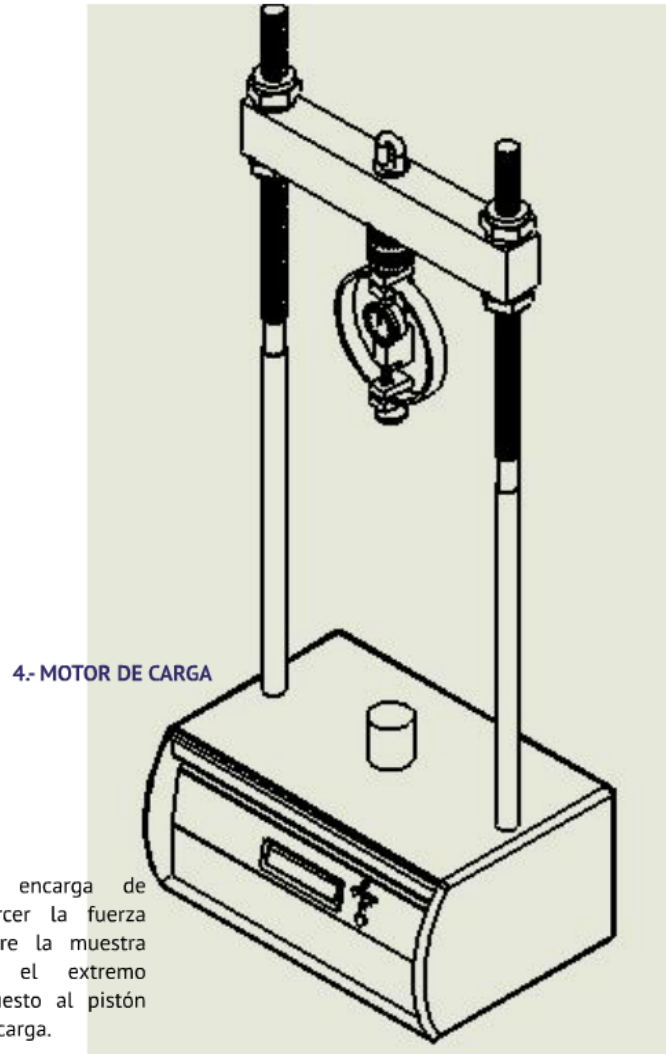
1. Compresor
2. Sistema Aire/Agua "Bladder"
3. Cámara Triaxial
4. Motor

Los componentes del sistema están sujetos a dos tipos de distribución según las características del sistema.

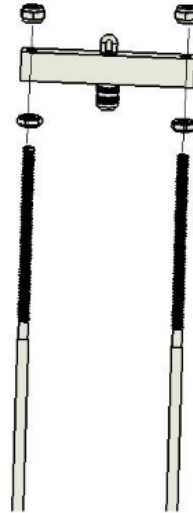


Para establecer medidas o procesos que permitan mejorar el funcionamiento y rendimiento del equipo Se detallan las características de los sistemas tanto de la máquina como de los que se van a implementar. Permitted tener claro el funcionamiento de toda la máquina así como sus limitaciones y deficiencias.

## Sistema Mecánico



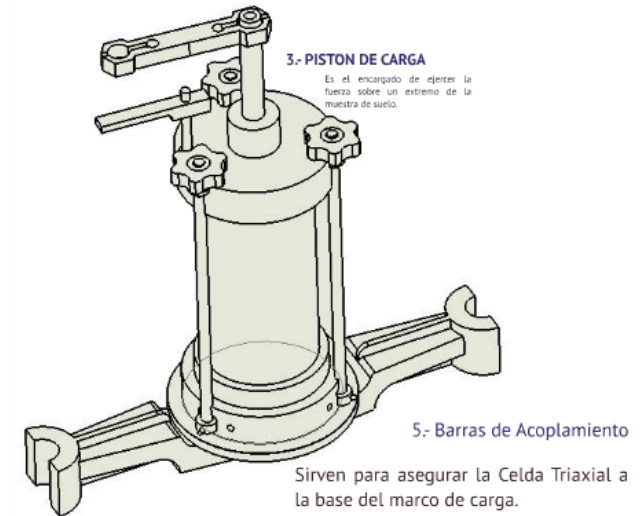
### 1.- MARCO DE CARGA



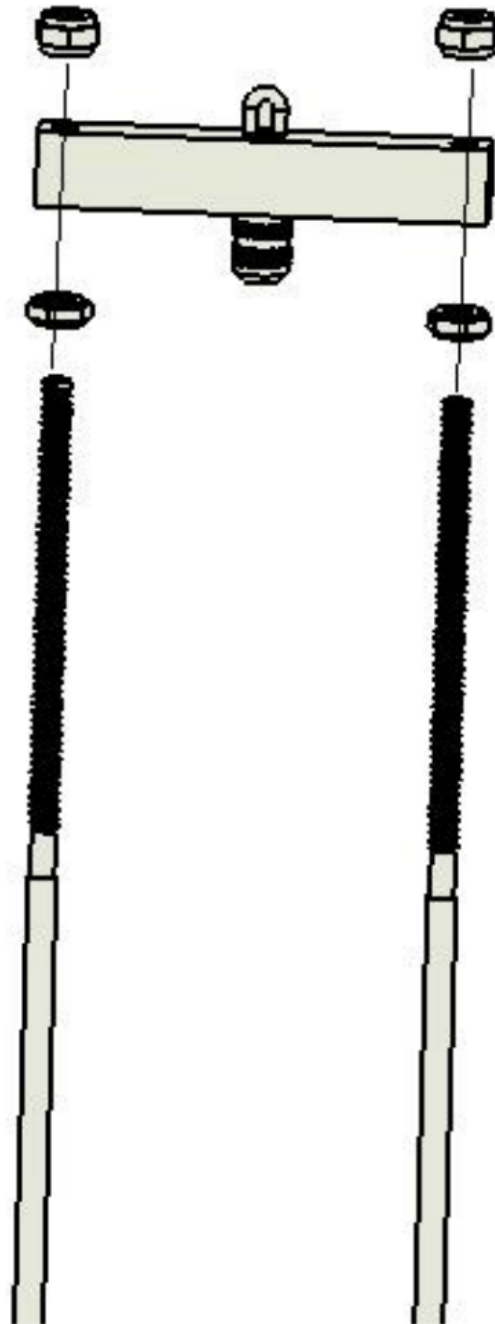
Consta de dos columnas paralelas con una viga transversal.

## 2.- CELDA TRIAXIAL

Es una cámara cilíndrica transparente en la cual se coloca la muestra. Esta celda se llena con agua para dar una presión de confinamiento a la muestra.



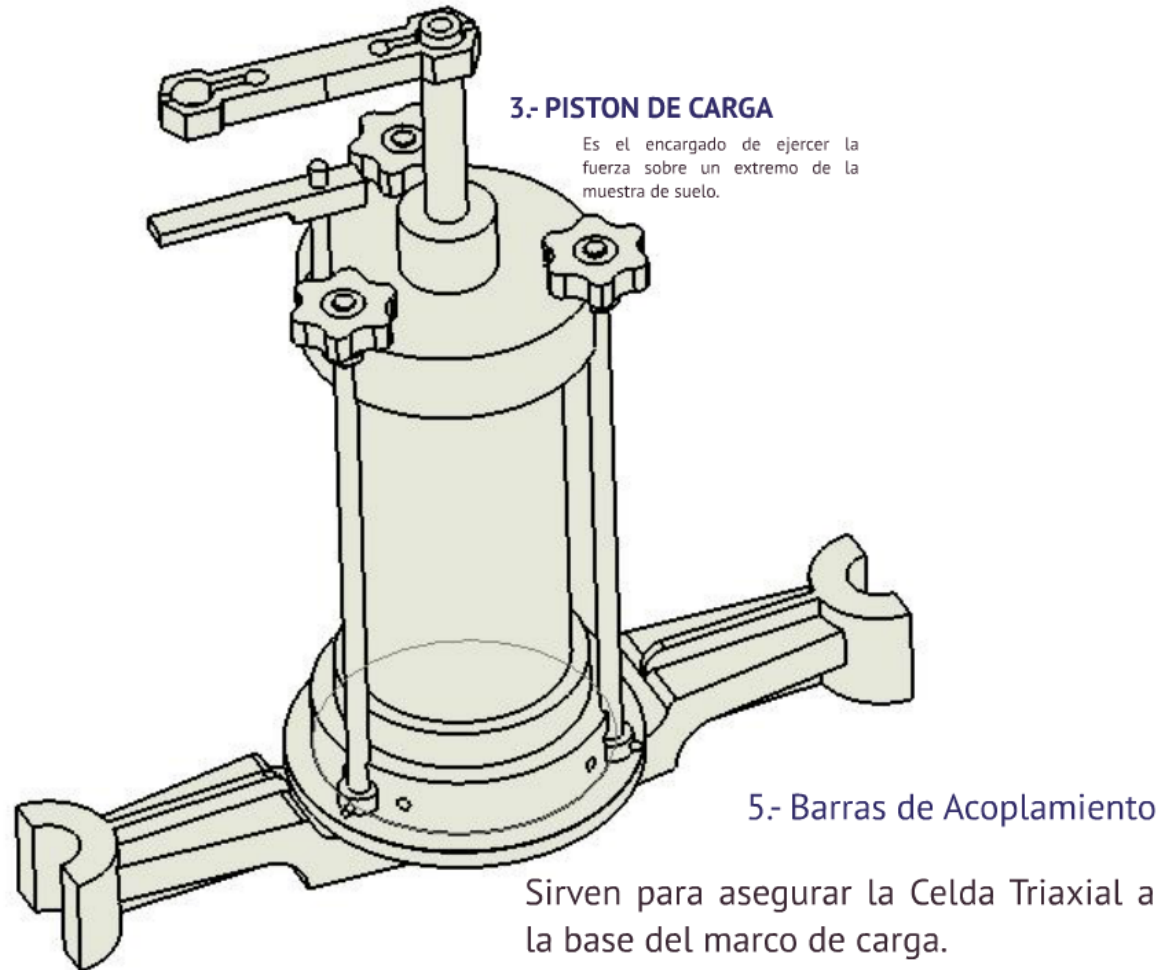
# 1.- MARCO DE CARGA



Consta de dos columnas paralelas con una viga transversal.

## 2.- CELDA TRIAXIAL

Es una cámara cilíndrica transparente en la cual se coloca la muestra. Esta celda se llena con agua para dar una presión de confinamiento a la muestra.



e dos  
s  
s con  
sal.

# Inicio a la muestra.

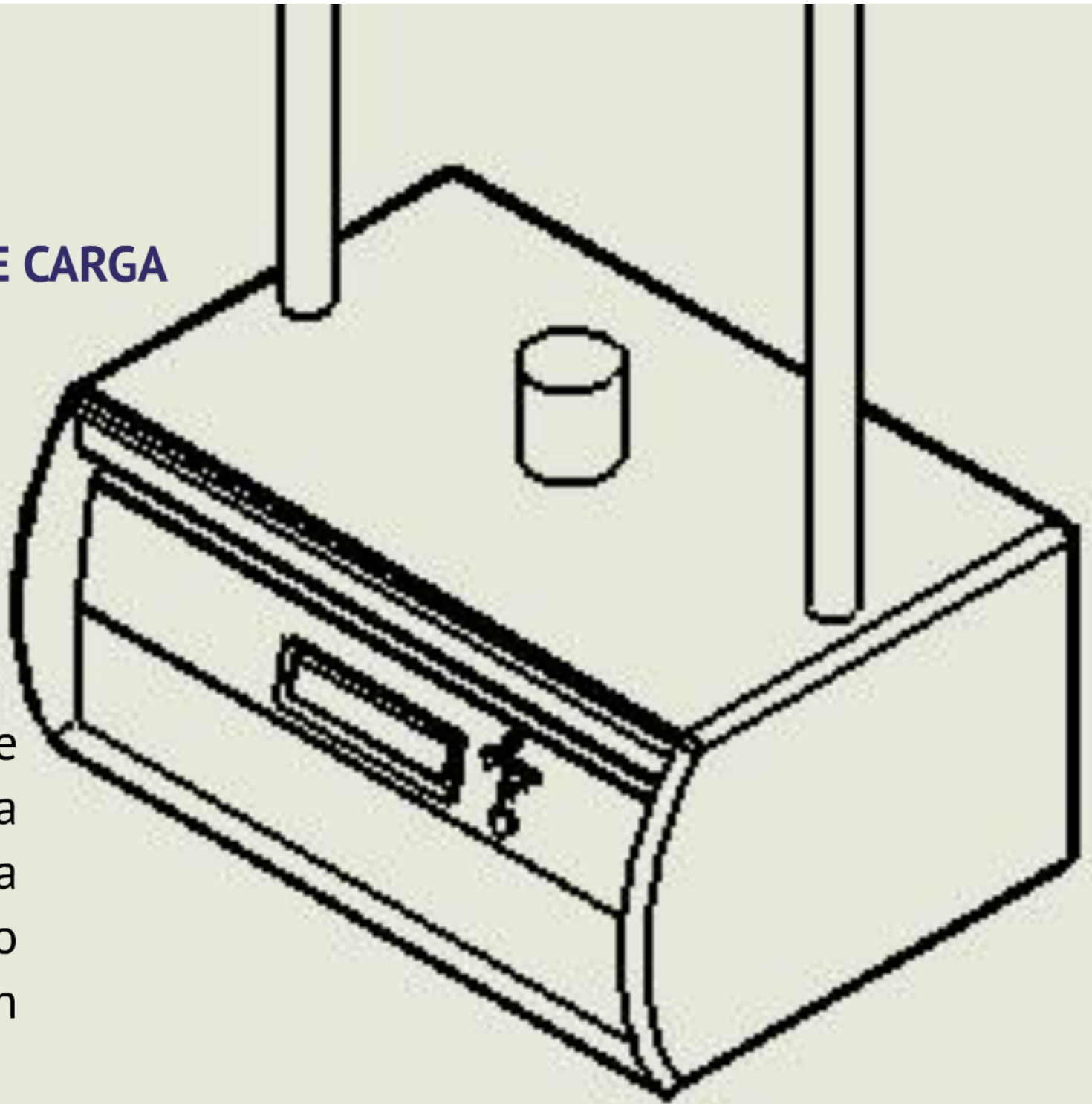


## 3.- PISTON DE CARGA

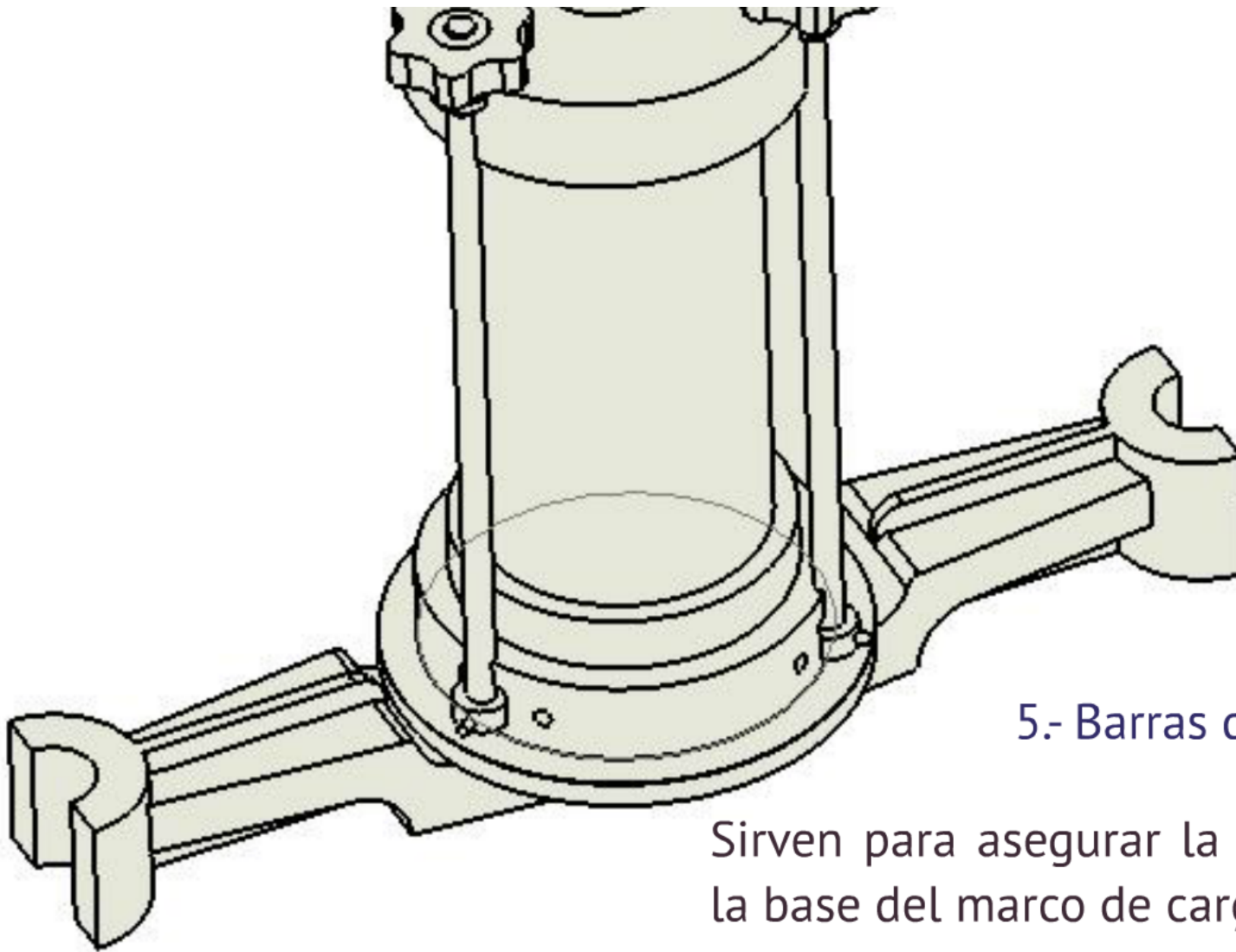
Es el encargado de ejercer la fuerza sobre un extremo de la muestra de suelo.

## 4.- MOTOR DE CARGA

Se encarga de ejercer la fuerza sobre la muestra en el extremo opuesto al pistón de carga.







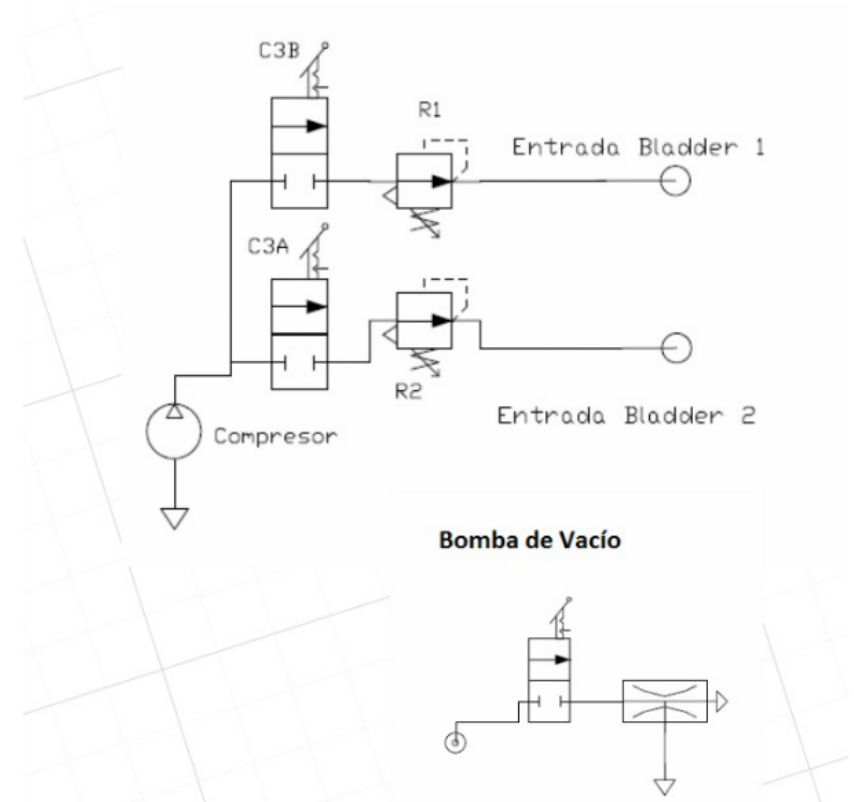
## 5.- Barras de Acoplamiento

Sirven para asegurar la Celda Triaxial a la base del marco de carga.

# SISTEMA NEUMÁTICO

El sistema Neumático esta conformado por:

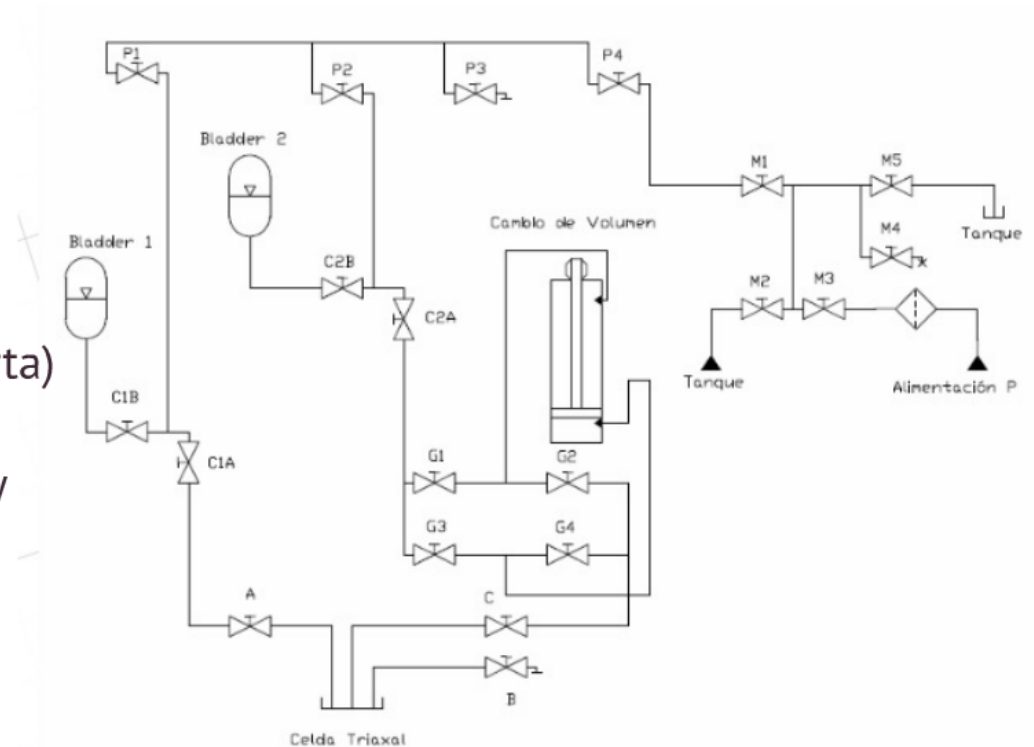
1. Sistema de Producción y Distribución de aire.  
( Compresor)
2. Sistema de Consumo de Aire o Utilización  
(Regulador de Presión y Manómetro)
3. Sistema de Des-aireación de Agua ( Bomba de Vacío)



# Sistema Hidráulico

El sistema hidráulico consta de:

- 1.- Reservorio
- 2.- Elementos de control. (Válvulas de Compuerta)
- 3.- Dos líneas independientes. (Confinamiento y Contrapresión)
- 4.- Panel de Medición
- 5.- Paneles de Distribución. ( Cambio de Volumen y Alimentación)



## SISTEMA HIDRÁULICO - NEUMÁTICO

También llamado “Bladder”, este permite la regulación de la presión de confinamiento y contrapresión ejercida sobre la muestra. La presión es generada por el sistema neumático y aquí es donde se transmite la misma por el sistema hidráulico hacia la Celda Triaxial. Estos actúan como acumuladores sobre el sistema y su presión máxima es de 600kPa.



# SISTEMA ELECTRÓNICO

ESTACIÓN DE TRABAJO



Equipo Triaxial  
TRIAX 50

Control de Motor

Transductor de  
Volumen

Transductor de  
Desplazamiento

Transductor de  
Deformación de Carga

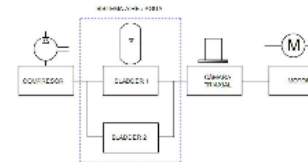
Transductor de Presión de  
Poros

Para el análisis del sistema, el equipo se divide en los siguientes elementos sujetos a carga de trabajo:

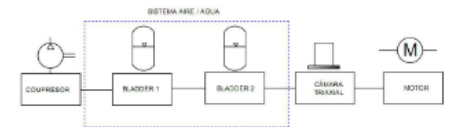
1. Compresor
2. Sistema Aire/Agua “Bladder”
3. Cámara Triaxial
4. Motor

Los componentes del sistema están sujetos a dos tipos de distribuciones según las características del sistema.

DISTRIBUCIÓN EN PARALELO - ENSAYOS TRIAXIALES NO CONSOLIDADOS NO DRENADOS (UU)



DISTRIBUCIÓN EN SERIE - CONSOLIDADOS NO DRENADOS (CU) Y CONSOLIDADOS DRENADOS (CD)

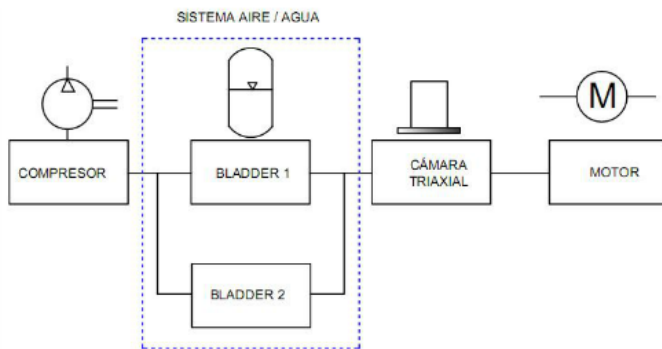


Para el análisis del sistema, el equipo se divide en los siguientes elementos sujetos a carga de trabajo:

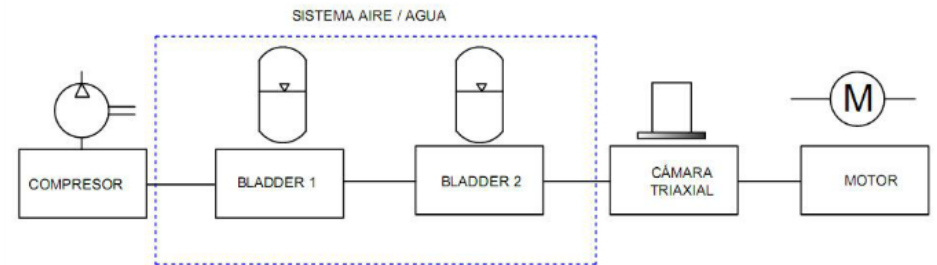
1. Compresor
2. Sistema Aire/Agua “Bladder”
3. Cámara Triaxial
4. Motor

Los componentes del sistema están sujetos a dos tipos de distribuciones según las características del sistema.

DISTRIBUCIÓN EN PARALELO - ENSAYOS TRIAXIALES NO CONSOLIDADOS NO DRENADOS (UU)

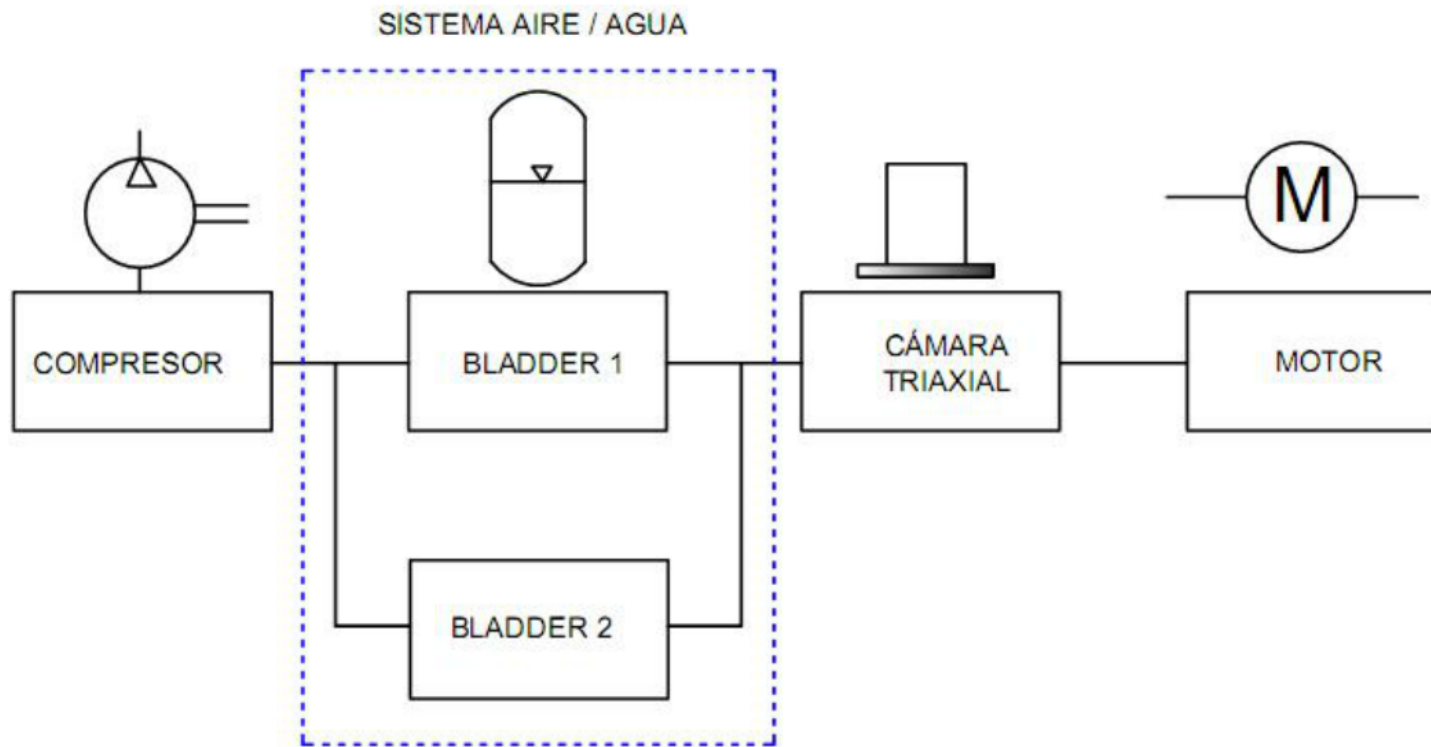


DISTRIBUCIÓN EN SERIE - CONSOLIDADOS NO DRENADOS (CU) Y CONSOLIDADOS DRENADOS (CD)

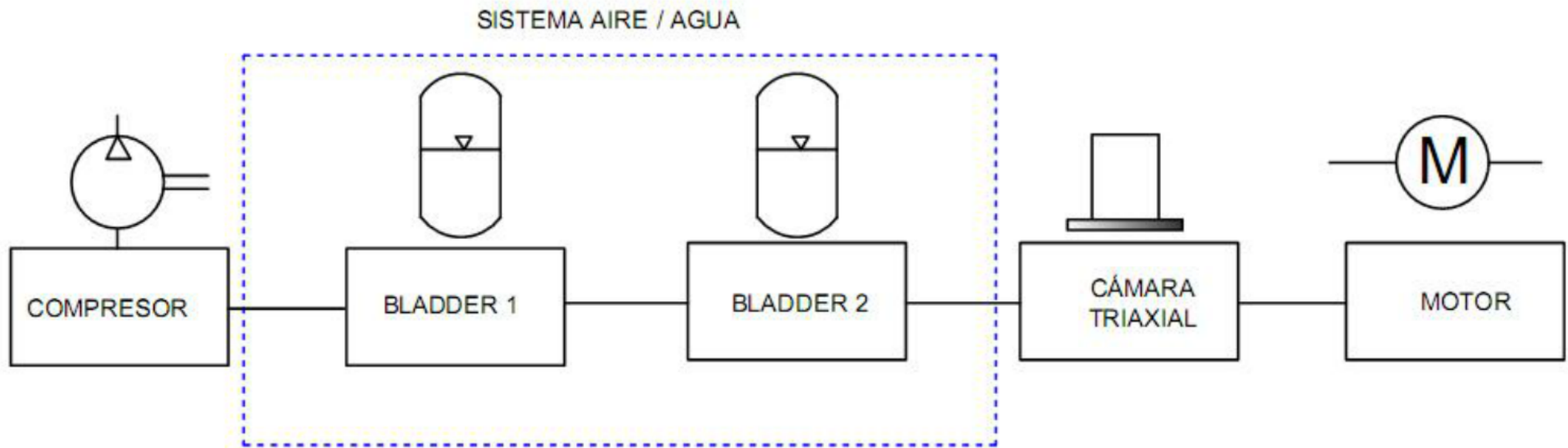




# DISTRIBUCIÓN EN PARALELO - ENSAYOS TRIAXIALES NO CONSOLIDADOS NO DRENADOS (UU)



## DISTRIBUCIÓN EN SERIE - CONSOLIDADOS NO DRENADOS (CU) Y CONSOLIDADOS DRENADOS (CD)

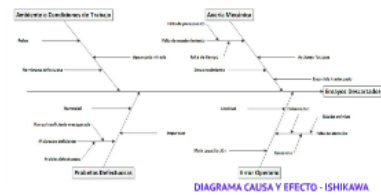


# DIAGNÓSTICO

## ANTECEDENTES

La adquisición de datos se la realizaba inicialmente con un aparato electrónico (Universal Datalogger), el cual mostraba averías continuamente, razón por la cual quedó en desuso. De esta manera, los ensayos se los realizaba manualmente, donde un operario anota los datos obtenidos según el formato.

Los resultados estaban sujetos a errores de medición provocados también por la larga duración que oscila entre 2 y 21 horas, según el tipo de ensayo y las características de la muestra.

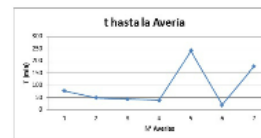


Para detectar anomalías en el funcionamiento del equipo, se realizaron métodos como el diagrama de espina de pescado, análisis del árbol de fallas; análisis de modo de fallas, efectos y criticidad.

El factor crítico encontrado es la facultad de mantener una presión de confinamiento constante sobre la muestra. Por lo que se realizó un cambio en el sistema aire/agua, "bladder", y una revisión minuciosa de las válvulas y mangueras directas al proceso.

## FIABILIDAD

Dado que el sistema tiene averías aleatorias no controlables durante el periodo total de prueba, se entiende, que el equipo se encuentra en la zona de vida útil donde la tasa de fallos es constante.

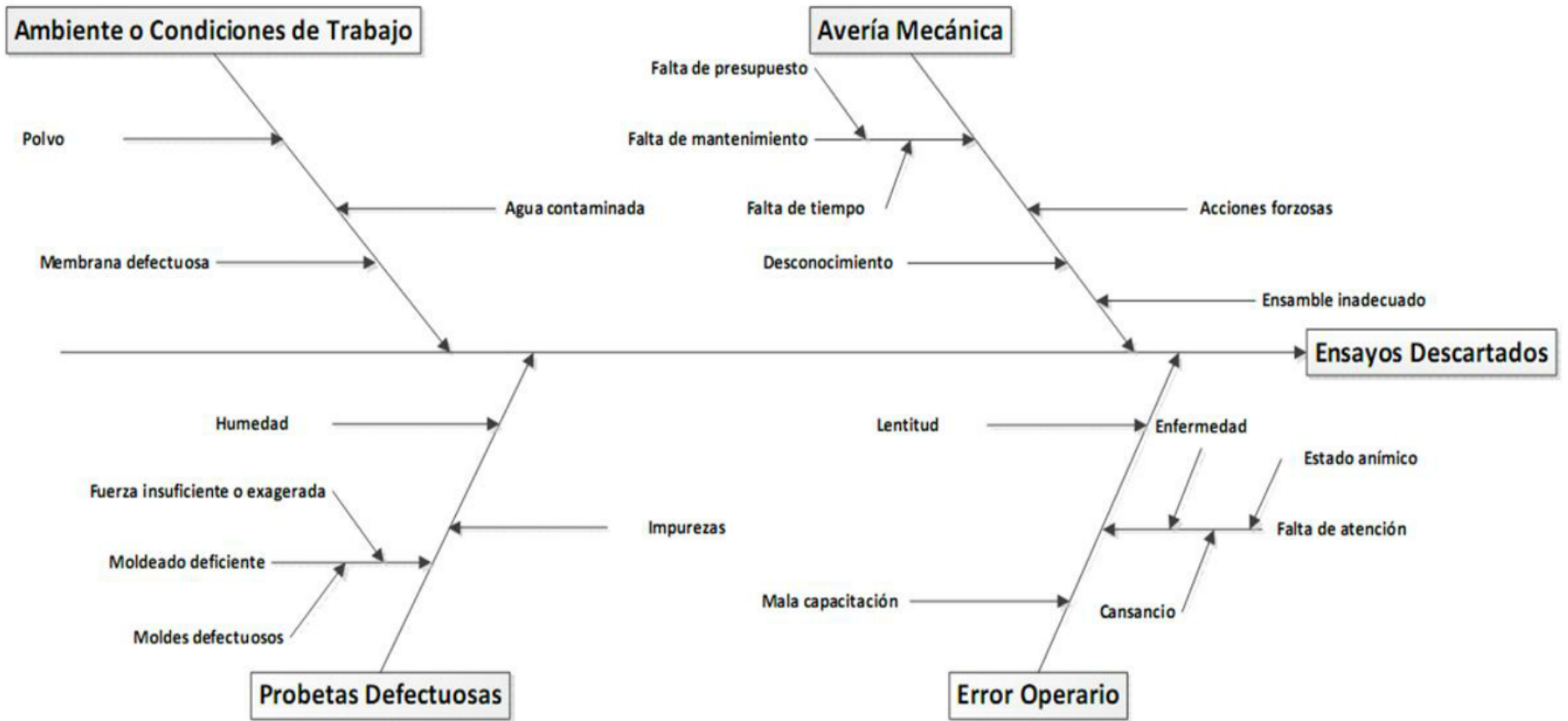


## ANTECEDENTES

La adquisición de datos se la realizaba inicialmente con un aparato electrónico (Universal Datalogger), el cual mostraba averías continuamente, razón por la cual quedó en desuso. De esta manera, los ensayos se los realizaba manualmente, donde un operario anota los datos obtenidos según el formato.

Los resultados estaban sujetos a errores de medición provocados también por la larga duración que oscila entre 2 y 21 horas, según el tipo de ensayo y las características de la muestra.

Para detectar anomalías en el funcionamiento del equipo, se realizaron métodos como el diagrama de espina de pescado, análisis del árbol de fallas; análisis de modo de fallas, efectos y criticidad.

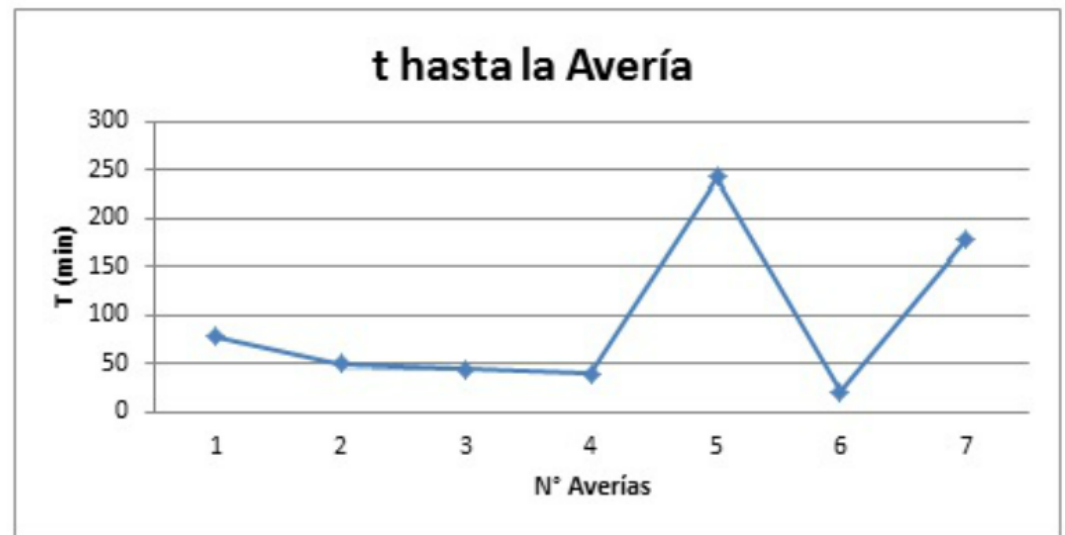


**DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO - ISHIKAWA**

El factor crítico encontrado es la facultad de mantener una presión de confinamiento constante sobre la muestra. Por lo que se realizó un cambio en el sistema aire/agua, “bladder”, y una revisión minuciosa de las válvulas y mangueras directas al proceso.

# FIABILIDAD

Dado que el sistema tiene averías aleatorias no controlables durante el periodo total de prueba, se entiende, que el equipo se encuentra en la zona de vida útil donde la tasa de fallos es constante.





## PROCESOS A AUTOMATIZAR

### • Llenado de Cámara Triaxial

Para el control de este proceso, se utiliza una válvula con mando eléctrico para agua (12V, ½") y un par de sensores capacitivos RIKO KC1816-KP2

### • Preparación del Bladder

Para controlar este proceso, se utiliza un sensor de flujo FLOW08LO en la salida de cada bladder.

### • Regular la Presión de Confinamiento (50kPa, 100kPa y 150kPa)

Para regular la presión de confinamiento se reemplaza el regulador de presión de aire (1000kPa), por un regulador de presión electrónico Festo serie MS.

### • Encendido del Motor

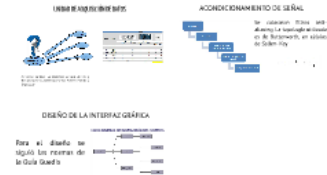
Los procesos que se controlan desde la interfaz del usuario, mediante programación son:

- Encerar instrumentos de medición
- Procesamiento de Datos

## CONCLUSIONES

- Se desarrolló un sistema electrónico-informático para la máquina Triax 50, mediante el cual la toma de datos no depende de la sujeción que tenga la persona que opere el sistema y no requiere de una supervisión continua en estos ensayos, que dependiendo del tipo y características de las resacas tienen un tiempo promedio de 7 a 21 horas, evitando así posibles errores y la acumulación de los mismos.
- El desarrollo de un sistema electrónico-informático para la máquina TRIAX 50 ha servido para determinar con mayor precisión y exactitud los parámetros de resistencia al corte del suelo como son la cohesión (c) y el ángulo de fricción, que a su vez sirven para cálculos de resistencia al corte del suelo y su aplicación está en el diseño de estructuras de estructuras, muros, estabilidad de taludes, etc.
- Se redujo el tiempo del ensayo en un 20% por medio de la implementación de alarmas visuales y sonoras que advierten diferentes estados del ensayo o de la máquina.
- Se disminuyó el consumo de agua en el ensayo un 35% al emplear el agua que sale del bladder al ser reñado, para llenar parte de la cámara triaxial, y al registrar el agua de la cámara triaxial al reservorio, mediante la bomba de vacío y un conjunto de válvulas multiposición al finalizar el ensayo.
- Se ha demostrado que se puede replicar la máquina y automatizar los procesos que contribuyen al estado en la Ingeniería Civil con los recursos de la Ingeniería Mecatrónica para el diseño del comportamiento del suelo bajo condiciones de carga y deformación y posteriormente diseño de estructuras.

## PROCESAMIENTO DE DATOS



## RECOMENDACIONES

- Reemplazar el compresor actual de 2 Hp de potencia y 50 litros de capacidad que permite alcanzar los 600kPa entre presión de confinamiento y contrapresión, por uno de 5.5 Hp de potencia y 200 litros de capacidad, así se lograra alcanzar los 1200kPa tanto en confinamiento como en contrapresión en ensayos CU y CD.
- Emplear una computadora dedicada para la ejecución del programa. Las características mínimas que debe tener el computador son:  
Procesador Intel core i3, 3MB de cache, 7.5 GHz o equivalente  
4 GB de memoria Ram  
Disco duro de 250 GB  
Sistema operativo Windows 7 Professional o Ultimate G  
Monitor de 16 pulgadas
- Colocar un supresor de picos para voltaje y así, evitar no sobrepasar los voltajes de excitación (10 - 12V) en los transductores.
- Llevar a cabo los procesos para un Automatización completa de la máquina, que disminuya el trabajo del operador.
- En base a los tipos de ensayos, se puede llegar a diseñar un software inteligente que analice el comportamiento de la muestra, tome las acciones necesarias en la respectiva etapa y pronostique un tiempo de duración del ensayo.

# PROCESOS A AUTOMATIZAR

- **Llenado de Cámara Triaxial**

Para el control de este proceso, se utiliza una válvula con mando eléctrico para agua (12V, ½”) y un par de sensores capacitivos RIKO KC1816-KP2

- **Preparación del Bladder**

Para controlar este proceso, se utiliza un sensor de flujo FLOW08L0 en la salida de cada bladder.

- **Regular la Presión de Confinamiento (50kPa, 100kPa y 150kPa)**

Para regular la presión de confinamiento se reemplaza el regulador de presión de aire (1000kPa), por un regulador de presión electrónico Festo serie MS.

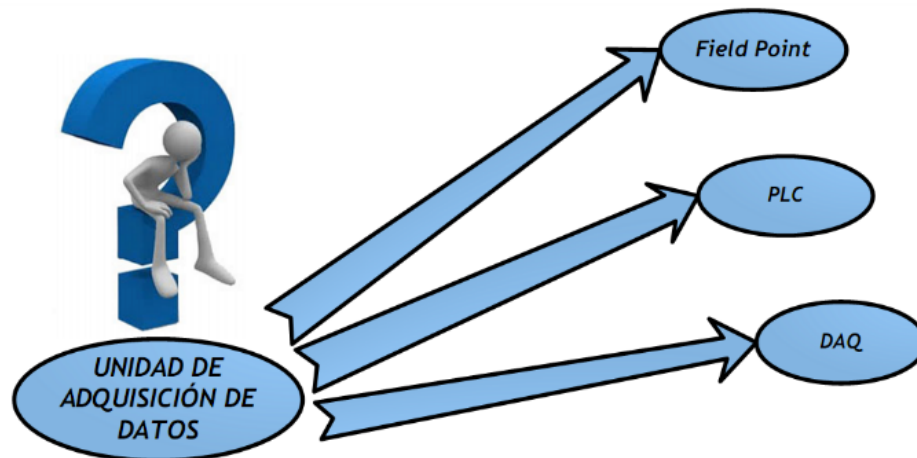
- **Encendido del Motor**

Los procesos que se controlan desde la interfaz del usuario, mediante programación son:

- **Encerar instrumentos de medición**
- **Procesamiento de Datos**



# UNIDAD DE ADQUISICIÓN DE DATOS



		Alternativas					
		PLC- MicroLogix 1200		Field Point		DAQ	
Ponderación	Criterios	Clasificación	Calificación	Clasificación	Calificación	Clasificación	Calificación
70%	Costo	3	0.21	5	0.35	8	0.56
60%	Velocidad de Adquisición	5	0.3	3	0.18	8	0.48
40%	Entradas Analógicas	3	0.12	9	0.36	9	0.36
10%	Salidas/Entradas Digitales	5	0.05	9	0.09	3	0.03
10%	Resolución	8	0.08	9	0.09	9	0.09
10%	Espacio	7	0.07	5	0.05	9	0.09
10%	Expansión	9	0.09	7	0.07	0	0
<b>Valoración Global</b>		0.92		1.19		1.61	
<b>Calificación</b>		NO		NO		SI	

Así como también, se identifico número de bits y frecuencia de muestreo necesarias. Seleccionando la DAQ 6210

## Alternativas

Ponderación

Criterios



### PLC- MicroLogix 1200

### Field Point

### DAQ

Clasificación

Calificación

Clasificación

Calificación

Clasificación

Calificación

70%	Costo	3	0.21	5	0.35	8	0.56
60%	Velocidad de Adquisición	5	0.3	3	0.18	8	0.48
40%	Entradas Análogas	3	0.12	9	0.36	9	0.36
10%	Salidas/Entradas Digitales	5	0.05	9	0.09	3	0.03
10%	Resolución	8	0.08	9	0.09	9	0.09
10%	Espacio	7	0.07	5	0.05	9	0.09
10%	Expansión	9	0.09	7	0.07	0	0

**Valoración Global**

0.92

1.19

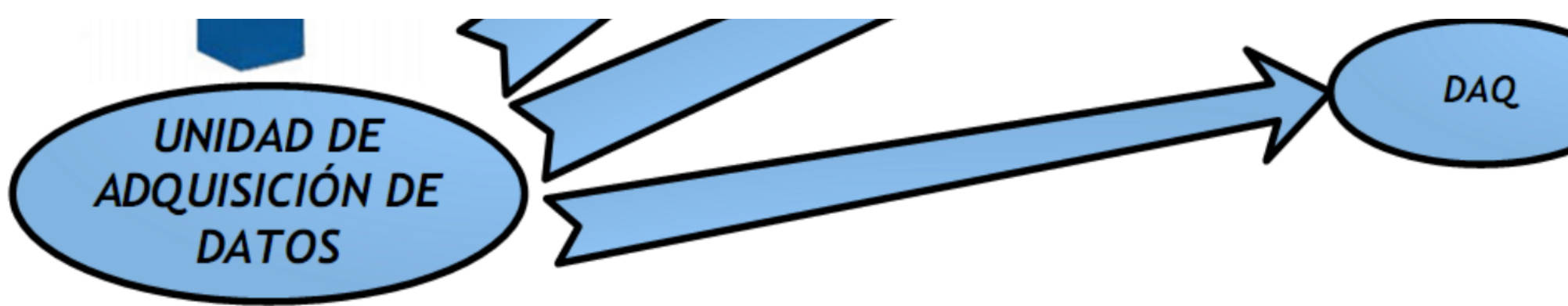
1.61

**Calificación**

NO

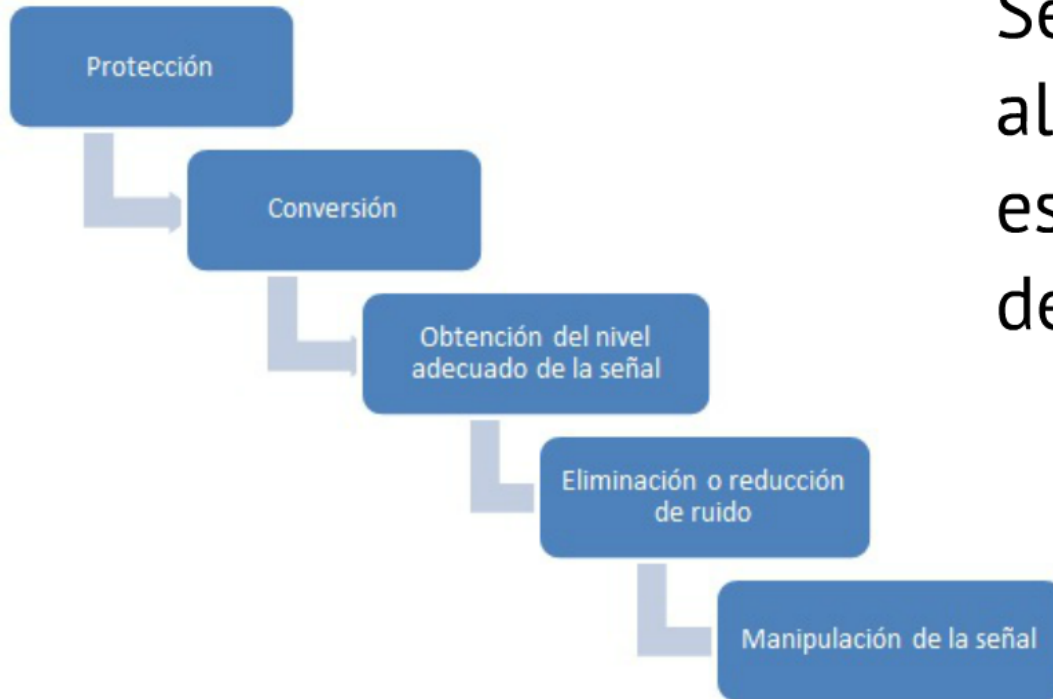
NO

SI

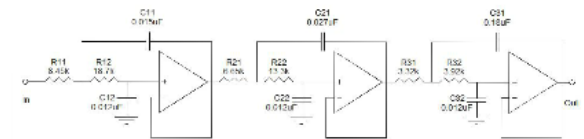


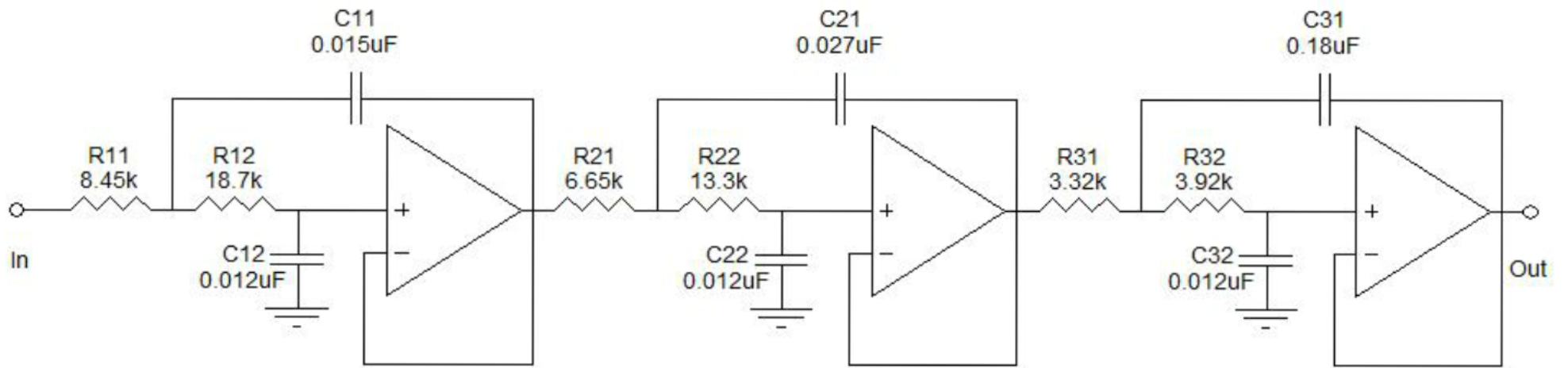
Así como también, se identifico número de bits y frecuencia de muestreo necesarias. Seleccionando la DAQ 6210

# ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL



Se colocaron filtros anti-aliasing. La topología utilizada es de Butterworth, en células de Sallen-Key



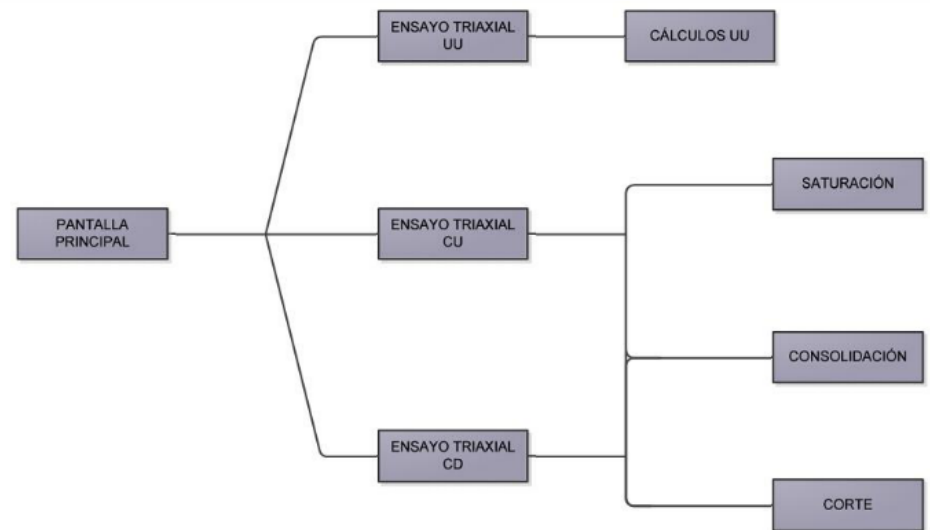




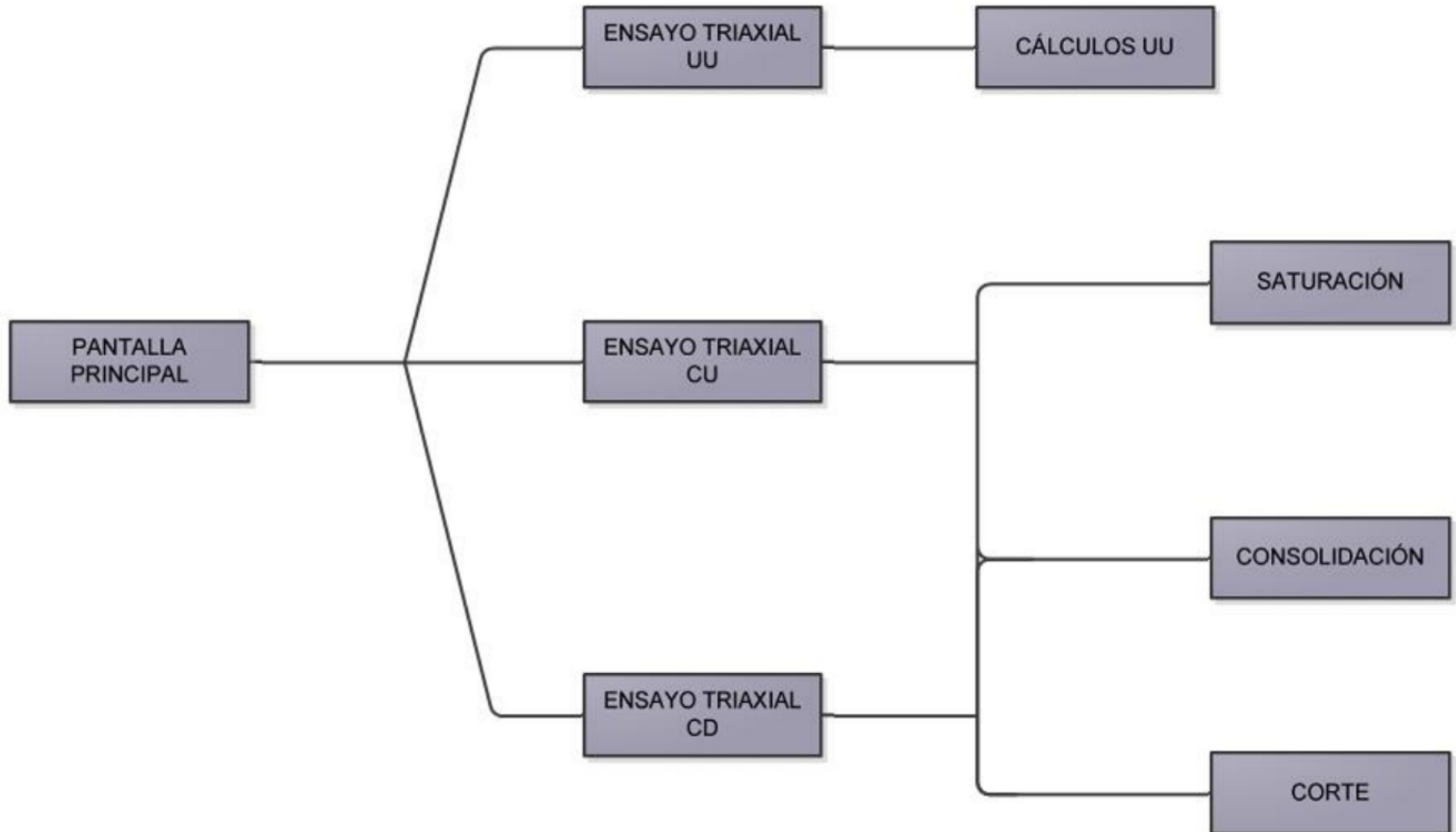
# DISEÑO DE LA INTERFAZ GRÁFICA

Para el diseño se siguió las normas de la Guía Guedis

## MAPA GENERAL DE NAVEGACIÓN DEL SISTEMA



# MAPA GENERAL DE NAVEGACIÓN DEL SISTEMA



# CONCLUSIONES

- Se desarrolló un sistema electrónico-informático para la máquina Triax 50, mediante el cual la toma de datos no depende de la apreciación que tenga la persona que opere el sistema y no requiere de una supervisión continua en estos ensayos, que dependiendo del tipo y características de los suelos tienen un tiempo promedio de 2 a 21 horas, evitando así posibles errores y la acumulación de los mismos.
- El desarrollo de un sistema electrónico-informático para la máquina TRIAX 50 ha servido para determinar con mayor precisión y exactitud los parámetros de resistencia al corte del suelo como son la cohesión ( $c$ ) y el ángulo de fricción, que a su vez sirven para cálculos de resistencia al corte del suelo y su aplicación está en el diseño de cimentaciones de estructuras, muros, estabilidad de taludes, etc.
- Se redujo el tiempo del ensayo en un 20% por medio de la implementación de alarmas visuales y sonoras que advierten diferentes estados del ensayo o de la máquina.
- Se disminuyó el consumo de agua en el ensayo un 35% al emplear el agua que sale del bladder al ser inflado, para llenar parte de la cámara triaxial y al regresar el agua de la cámara triaxial al reservorio, mediante la bomba de vacío y un conjunto de válvulas mariposa luego de finalizado el ensayo.
- Se ha demostrado que se puede repotenciar la máquina y automatizar los procesos que contribuyen el estudio en la Ingeniería Civil con los recursos de la Ingeniería Mecatrónica para el cálculo del comportamiento del suelo bajo condiciones de carga y deformación y posteriormente diseño de estructuras.

# CONCLUSIONES


- Se desarrolló un sistema electrónico-informático para la máquina Triax 50, mediante el cual la toma de datos no depende de la apreciación que tenga la persona que opere el sistema y no requiere de una supervisión continua en estos ensayos, que dependiendo del tipo y características de los suelos tienen un tiempo promedio de 2 a 21 horas, evitando así posibles errores y la acumulación de los mismos.
- El desarrollo de un sistema electrónico-informático para la máquina TRIAX 50 ha servido para determinar con mayor precisión y exactitud los parámetros de resistencia al corte del suelo como son la cohesión ( $c$ ) y el ángulo de fricción, que a su vez sirven para cálculos de resistencia al corte del suelo y su aplicación está en el diseño de cimentaciones de estructuras, muros, estabilidad de taludes, etc.
- Se redujo el tiempo del ensayo en un 20% por medio de la implementación de alarmas visuales y sonoras que advierten diferentes estados del ensayo o de la máquina.

- El desarrollo de un sistema electrónico-informático para la máquina TRIAX 50 ha servido para determinar con mayor precisión y exactitud los parámetros de resistencia al corte del suelo como son la cohesión ( $c$ ) y el ángulo de fricción, que a su vez sirven para cálculos de resistencia al corte del suelo y su aplicación está en el diseño de cimentaciones de estructuras, muros, estabilidad de taludes, etc.
- Se redujo el tiempo del ensayo en un 20% por medio de la implementación de alarmas visuales y sonoras que advierten diferentes estados del ensayo o de la máquina.
- Se disminuyó el consumo de agua en el ensayo un 35% al emplear el agua que sale del bladder al ser inflado, para llenar parte de la cámara triaxial y al regresar el agua de la cámara triaxial al reservorio, mediante la bomba de vacío y un conjunto de válvulas mariposa luego de finalizado el ensayo.
- Se ha demostrado que se puede repotenciar la máquina y automatizar los procesos que contribuyen el estudio en la Ingeniería Civil con los recursos de la Ingeniería Mecatrónica para el cálculo del comportamiento del suelo bajo condiciones de carga y deformación y posteriormente diseño de estructuras.

# RECOMENDACIONES

- Reemplazar el compresor actual de 2 Hp de potencia y 50 litros de capacidad que permite alcanzar los 600kPa entre presión de confinamiento y contrapresión, por uno de 5.5 Hp de potencia y 200 litros de capacidad, así se lograra alcanzar los 1100kPa tanto en confinamiento, como en contrapresión en ensayos CU y CD.
- Emplear una computadora dedicada para la ejecución del programa. Las características mínimas que debe tener el computador son:
  - Procesador Intel core i3, 3MB de cache, 2.9 GHz o equivalente
  - 4 GB de memoria Ram
  - Disco duro de 250 GB
  - Sistema operativo Windows 7 Professional o Ultimate G
  - Monitor de 16 pulgadas
- Colocar un supresor de picos para voltaje y así, evitar no sobrepasar los voltajes de excitación (10 – 12V) en los transductores.
- Llevar a cabo los procesos para un Automatización completa de la máquina, que disminuya el trabajo del operador.
- En base a los tipos de ensayos, se puede llegar a diseñar un software inteligente que analice el comportamiento de la muestra, tome las acciones necesarias en la respectiva etapa y pronostique un tiempo de duración del ensayo.

# RECOMENDACIONES

- Reemplazar el compresor actual de 2 Hp de potencia y 50 litros de capacidad que permite alcanzar los 600kPa entre presión de confinamiento y contrapresión, por uno de 5.5 Hp de potencia y 200 litros de capacidad, así se lograra alcanzar los 1100kPa tanto en confinamiento, como en contrapresión en ensayos CU y CD.
- Emplear una computadora dedicada para la ejecución del programa. Las características mínimas que debe tener el computador son:
  - Procesador Intel core i3, 3MB de cache, 2.9 GHz o equivalente
  - 4 GB de memoria Ram
  - Disco duro de 250 GB
  - Sistema operativo Windows 7 Professional o Ultimate G
  - Monitor de 16 pulgadas
- Colocar un supresor de picos para voltaje y así, evitar no sobrepasar los voltajes de excitación (10 – 12V) en los transductores.
- Llevar a cabo los procesos para un Automatización completa de la máquina, que disminuya el trabajo del operador.
- En base a los tipos de ensayos, se puede llegar a diseñar un software inteligente que analice el comportamiento  Proxima, tome las acciones necesarias en la respectiva etapa y pronostique un tiempo de duración del ensayo.

presión de confinamiento y contrapresión, por uno de 5.5 Hp de potencia y 200 litros de capacidad, así se lograra alcanzar los 1100kPa tanto en confinamiento, como en contrapresión en ensayos CU y CD.

- Emplear una computadora dedicada para la ejecución del programa. Las características mínimas que debe tener el computador son:

Procesador Intel core i3, 3MB de cache, 2.9 GHz o equivalente

4 GB de memoria Ram

Disco duro de 250 GB

Sistema operativo Windows 7 Professional o Ultimate G

Monitor de 16 pulgadas

- Colocar un supresor de picos para voltaje y así, evitar no sobrepasar los voltajes de excitación (10 – 12V) en los transductores.

- Llevar a cabo los procesos para un Automatización completa de la máquina, que disminuya el trabajo del operador.

- En base a los tipos de ensayos, se puede llegar a diseñar un software inteligente que analice el comportamiento de la muestra, tome las acciones necesarias en la respectiva etapa y pronostique un tiempo de duración del ensayo.





# Laboratorio de Suelos, Hormigones y Asfaltos

## Ensayos Triaxiales- Menú Principal

Ensayo Triaxial UU  
ASTM 2850-03a



Etapa de Corte



Cálculo UU

Ensayo Triaxial CU  
ASTM D4767-11



Saturación

Consolidación

Etapa de Corte



Cálculo CU

Ensayo Triaxial CD  
ASTM D7181-11



Saturación

Consolidación

Etapa de Corte



Cálculo CD



Diagnóstico



Salir



Fecha:

4/3/2014

Hora:

2:31:53 PM



Ayuda



# Cohesión y Ángulo de Fricción

## Círculos de Mohr

Propiedades Círculos de Mohr:

Radio 1 Centro 1

Radio 2 Centro 2

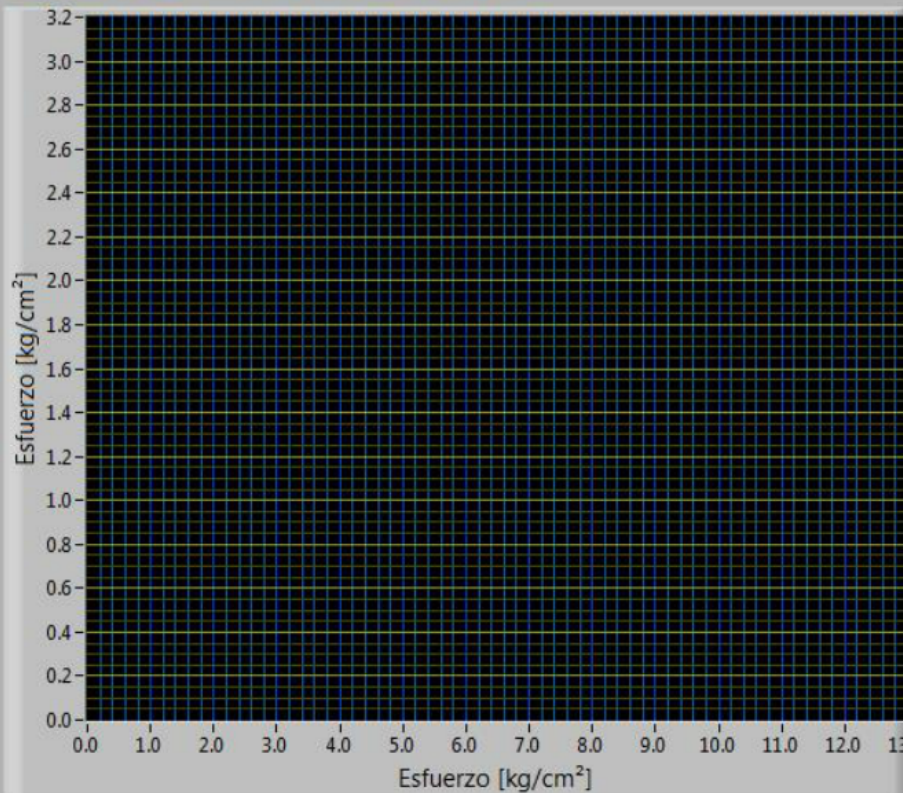
Radio 3 Centro 3

Factores de Resistencia al Esfuerzo:

Cohesión 1 Cohesión 2

Ángulo 1 Ángulo 2

Círculos de Mohr y Recta Tangente



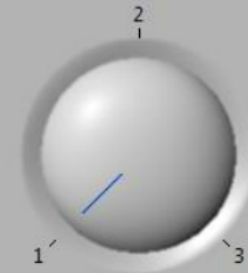
Ingrese la ruta de la recolección de datos  
Ensayo UU:

Ensayo 1

Ensayo

Ensayo 3

Seleccione la opción para el trazo de la tangente:



Fecha:

Hora:









# Diagnóstico

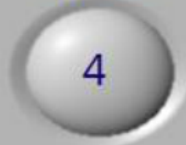
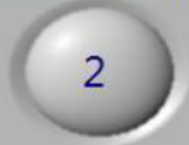
## Transductor a Prueba

Anillo de Carga

Deformímetro

Cambio de Volumen

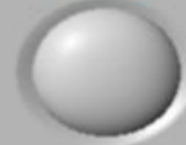
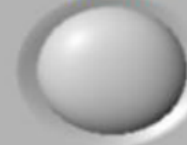
Presión



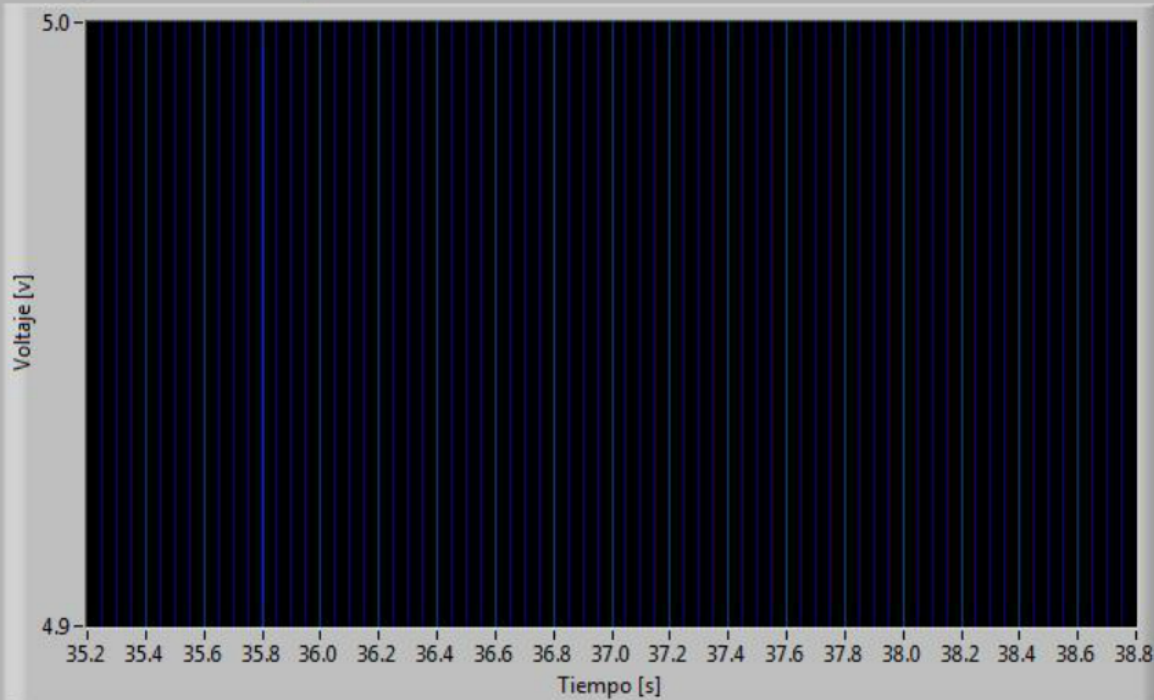
## Nivel de Agua - Tanque

Máximo

Crítico



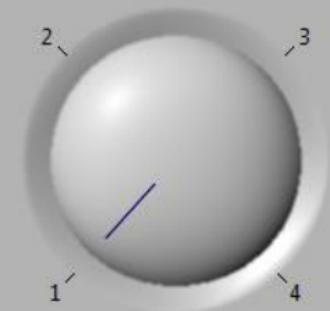
## Voltaje del sensor a prueba



Voltaje



Seleccione el transductor a ser probado:



Fecha:

03/04/2014

Hora:

15:32:46



Encerrar



Menú