



Eliminado: <sp>

**Institución de procedencia:** INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

**Especificar áreas de la temática:** Capital Intelectual.

**Título de la ponencia:**

Modelo de Reemplazo de Activos para la Gestión y Adquisición de Equipo  
en el Departamento de Laboratorios de ITSON

• **Nombre completo de autores**

**René Daniel Fornés Rivera. [dfornes@itson.mx](mailto:dfornes@itson.mx)  
Adolfo Cano Carrasco. [acano@itson.mx](mailto:acano@itson.mx)  
Arnulfo Aurelio Naranjo Flores. [anaranjo@itson.mx](mailto:anaranjo@itson.mx)  
Nidia Josefina Ríos Vasquez. [nrios@itson.mx](mailto:nrios@itson.mx)**

• **Antonio Caso S/N. Cd. Obregón, Sonora. México.**

**410 90 01. Ext. 1001. [www.itson.mx](http://www.itson.mx)**

• **Fecha y lugar de presentación de la ponencia (21 de Octubre de 2009, Ciudad Obregón, Sonora)**

## **Resumen**

El reemplazo de equipos es una actividad que debe ser planificada de modo sistemático, ya que se debe realizar tomando en cuenta diversos factores que influyen en la decisión del reemplazo. La presente investigación aborda el tema de reemplazo de equipo en una institución educativa de nivel superior, debido a lo anterior, se muestra el siguiente problema: “El departamento de laboratorios, carece de una metodología para efectuar el reemplazo de equipo” Para dar solución al problema anterior se fijó el objetivo de elaborar modelos de reemplazo (cuantitativos y cualitativos), para determinar los periodos en que se debe gestionar el equipo de laboratorios, y así tener un mejor control del presupuesto y elevar la calidad en el servicio. Para la realización de los modelos se estableció una metodología, la cual fue un híbrido de diferentes técnicas de reemplazo que involucran varios criterios, (precio, fecha de adquisición, porcentaje de depreciación, valor residual, entre otros), por lo tanto para la generación de los modelos el método seguido fue: identificar y definir el problema, determinar el criterio de decisión, evaluar y elegir alternativas.

Los principales resultados fueron: una base de datos de equipos depreciados, un instrumento para evaluar la percepción de los usuarios hacia los equipos, un modelo cuantitativo para conocer el tiempo de vida económica del equipo y un modelo cualitativo para determinar si se realiza el reemplazo de equipo con base en los criterios establecidos.

Finalmente se concluye que la generación de los modelos mencionados, serán útiles al Departamento de Laboratorios del ITSON pues funcionarán como una herramienta de apoyo para ser utilizada al momento de decidir reemplazar o no algún equipo, con una base científica estructurada y confiable y con ello reducir los altos costos de operar equipo obsoleto, contar con información clara y objetiva para la solicitud de presupuesto de operación de equipo en tiempo y forma para impactar en la mejorara del servicio con equipo adecuado a alumnos, tesistas, y maestros.

## **Antecedentes**

En el sistema educativo mexicano de nivel superior existen asociaciones u organismos que acreditan, certifican u orientan a universidades e institutos, tanto en lo académico como en la infraestructura mínima que deben tener para ofrecer una educación de calidad.

La Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), de carácter no gubernamental y plural, agremia a las principales instituciones de educación superior del país, cuyo común denominador es su voluntad para promover su mejoramiento integral en los campos de la docencia, la investigación y la extensión de la cultura y los servicios. Está conformada por 145 universidades e instituciones de educación superior, tanto públicas como particulares de todo el país, que atienden al 80% de la matrícula de alumnos que cursan estudios de licenciatura y de posgrado ([www.anuies.mx](http://www.anuies.mx), 2008).

Entre las instituciones acreditadas por los correspondientes organismos acreditadores como el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI) y reportadas en ANUIES se encuentra el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) ([www.itson.mx](http://www.itson.mx), 2008).

Para lograr la mejor calidad educativa en el estudio de nivel superior, no es suficiente que un instituto tenga objetivos loables; si no que también es necesario que se cuente con el soporte para llevar a cabo las actividades sustantivas de una universidad, la infraestructura es una de las principales variables de dicho soporte. Hoy en día ITSON cuenta con los procesos institucionales que se muestran en la Figura 1, soportando en la infraestructura que requiere cada plan de estudios para un mejor desarrollo en educación superior.



Fuente: www.itson.mx, 2008

Figura 1. Cadena de valor de ITSON.

Como se muestra en la Figura 1, los procesos institucionales se dividen en tres partes que son:

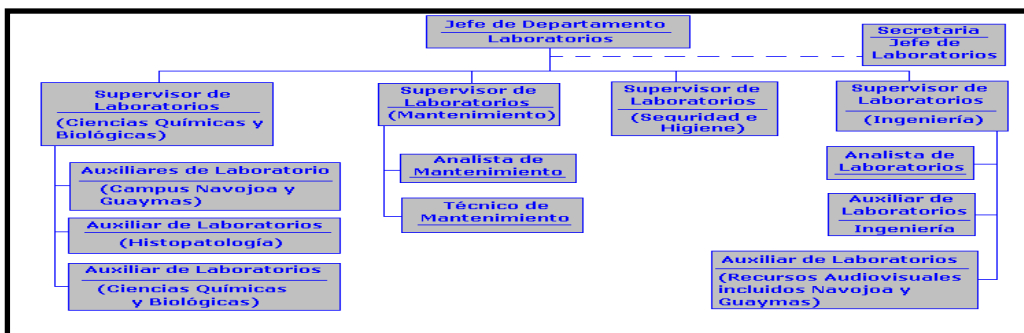
- Procesos Estratégicos: Planeación estratégica y normatividad institucional.
- Procesos Clave: Extensión de la cultura, desarrollo socioeconómico Regional, Consultoría, Generación de conocimiento y desarrollo tecnológico y Formación profesional.
- Proceso Genérico de Soporte: Proceso genérico de soporte relacionado directamente con la gestión de recursos entre ellos la Infraestructura (www.itson.mx, 2008).

Esta investigación se realiza en el departamento de laboratorios donde se desarrolla uno de los procesos genéricos de soporte, relacionado con la gestión de infraestructura. Este proceso es el encargado de cumplir con los siguientes objetivos:

- Proporcionar la atención a los usuarios de la infraestructura de laboratorios en una forma eficiente, que contemple un ambiente seguro, y un servicio diligente.

- Apoyar a la comunidad universitaria con un servicio de recursos audiovisuales implementado en una forma eficiente contemplando un proceso sistematizado, ambiente seguro y servicio diligente.
- Buscar un mejor desempeño del personal, atendiendo sus necesidades de capacitación en las actividades propias del área que desempeñan ya que con ello se contribuye a ofrecer un mejor servicio (www.itson.mx/laboratorios, 2008)

Para poder cumplir con los objetivos y gestionar los recursos del Departamento de Laboratorios, se cuenta con supervisores para áreas específicas como ciencias Químicas y Biológicas, Mantenimiento, Ingeniería y Seguridad e Higiene como se muestra en la Figura 2.



Fuente: www.itson.mx/laboratorios, 2008

Figura 2. Organigrama del Departamento de Laboratorios del ITSON.

Al jefe de Departamento de Laboratorios se le han presentado síntomas como quejas de insuficiencia de equipo en relación al servicio de laboratorios por parte de los usuarios y solicitudes fuera del periodo de presupuestación de equipo complejo y costoso, así como la solicitud de requerimientos de recursos de forma extemporánea para mantenimiento de equipo, se observa también que no existe un procedimiento para la gestión de equipo que debe de tener el laboratorio, esto trae como consecuencia la no adquisición de equipo costoso que no puede ser reemplazado inmediatamente. Por otra parte en las funciones asignadas organizacionalmente al Departamento de Laboratorios no se ha establecido formalmente quién debe determinar el equipo que requieren los laboratorios (además de CACEI), en qué

cantidad debe obtenerse, cuándo debe de darse mantenimiento o en determinado caso evaluar la posibilidad de reemplazo. La falta de claridad al respecto de estos puntos conlleva a problemáticas y estrés en el trabajo a los involucrados al proceso enseñanza aprendizaje e impacta la calidad en el servicio que ofrece la institución.

En respuesta a lo anterior, las áreas a estudiar serán el laboratorio de Biotecnología y Alimentos, así como el laboratorio de Estructural e Hidráulica. A continuación en la Figura 3, se puede apreciar el Laboratorio de Biotecnología y Alimentos.



Fuente: Elaborado por el autor, 2008

*Figura 3.* Laboratorio de Biotecnología y Alimentos (LV- 700)

El laboratorio LV 700 ó laboratorio de Biotecnología y Alimentos, es un área destinada principalmente a las carreras de Ingeniero Biotecnólogo (IB), Ingenieros Químicos (IQ) y Licenciado en Tecnología de Alimentos (LTA). Unos de los objetivos con los que cuenta este laboratorio es proporcionar la atención a los usuarios de la infraestructura en una forma eficiente, que contemple un ambiente seguro, y un servicio diligente.

Este edificio cuenta en su interior con siete laboratorios los cuales son: LV-711 - Laboratorio de Alimentos, LV-712 Laboratorio de Tesistas, LV-713 - Laboratorio de Análisis de Alimentos, Bioquímica de Alimentos y Bioquímica en General, LV-714 Conservación de Alimentos, LV-715 Laboratorio de Residuos y Fermentación, LV-716 Laboratorio de Tejidos y Cultivos, LV-717 Cuarto Estéril de Siembra ([www.itson.mx/laboratorios](http://www.itson.mx/laboratorios), 2008). Para poder

visualizar la distribución de área del Laboratorio de Biotecnología y Alimentos ver anexo 1.

En la Figura 4, se puede apreciar el Laboratorio de alimentos.



Fuente: Elaborado por el autor, 2008

*Figura 4.* Laboratorio de Alimentos (LV-711)

Dentro de este laboratorio se realizan prácticas de elaboración de productos alimenticios consumibles con la finalidad de analizar cual de ellos presenta las mejores características para los consumidores, cabe mencionar que la institución provee de todos los materiales necesarios para realizar tales productos. Para ellos cuenta con el siguiente equipo: Refrigerador, Molino de Carne, Cuarto Frío, Cutter, Balanzas, Estufas, Baños María, Batidora, entre otros ([www.itson.mx/laboratorios](http://www.itson.mx/laboratorios), 2008). El edificio de Laboratorio de Estructural e Hidráulica LV-800, está orientado especialmente a los alumnos de las carreras de Ingeniería Civil (I. C.), aunque también llevan laboratorios los alumnos de Ingeniería Industrial y de Sistemas (I.I.S.) e Ingeniería Química (I.Q.) y en común todas las ingenierías llevan el laboratorio de Mecánica General, el cual se puede apreciar en la Figura 5.



Fuente: Elaborado por el autor, 2008

*Figura 5.* Laboratorio de Estructural e Hidráulica (LV- 800)

El edificio cuenta con ocho laboratorios dentro del edificio los cuales son:

LV-811 Laboratorio de Ingeniería Hidráulica, LV-812 Mecánica de Fluidos, LV-813 Laboratorio de Fluidos II (Hidráulica de tuberías), LV-814 Mecánica de Materiales, LV-815 Laboratorio de Concreto, LV-816 Mecánica de suelos, LV-817 Laboratorio de Vías Terrestres (Mecánica General), LV-818 Geología (www.itson.mx/laboratorios, 2008).

Para poder visualizar la distribución de área del Laboratorio de Estructural e Hidráulica ver anexo 2, en la Figura 6, se puede apreciar el laboratorio de Vías Terrestres.



*Figura 6. Laboratorio de Vías Terrestres (LV-817)*

Objetivo de los laboratorios:

El objetivo del servicio de laboratorios es proporcionar a los alumnos, maestros, proyectistas y tesistas, un servicio que les permita a los usuarios transformar los conocimientos teóricos en prácticos, mediante el préstamo de instalaciones, materiales y equipo adecuado a sus necesidades (www.itson.mx/laboratorios, 2008).

### **Marco de referencia**

Un modelo es una representación de un objeto, sistema o idea, de forma diferente al de la entidad misma. El propósito de los modelos es ayudar a explicar, entender o mejorar un sistema. Un modelo de un objeto es una réplica exacta de éste o una abstracción de las propiedades dominantes del objeto (Mladosich, Polanco y Peña, 2007).

En la literatura existen diversos modelos que pretenden resolver la incógnita del momento óptimo de reemplazo, abordando el problema desde diferentes perspectivas y bajo diferentes



ambientes, algunos con un rigor teórico-práctico mayor que otros, en la teoría se encuentra documentación a partir de 1933, año en el que Aktuar Tidskr Skand publicó “Industrial Replacement”. Los estudios de reemplazo pueden ser clasificados según sus características en tres grandes grupos: Los que realizan comparaciones antiguo-nuevas, los modelos de optimización y por último los modelos de límite (Viveros, González y Rodríguez, 2004).

A continuación se define cada uno de ellos:

La metodología antiguo-nuevo según Viveros *et als.* (2004), determina el momento de reemplazo a través de una comparación entre el equipo actual y el que lo reemplazaría, todo esto basándose en las ventajas económicas de operar uno u otro.

Ésta técnica consiste en comparar el equipo actualmente en uso con las ventajas que se tendrían si este fuera reemplazado por un equipo nuevo. Tomando en cuenta el valor de salvamento, valor comercial y vida útil del equipo (Luza, 2007).

Los modelos de optimización según Viveros *et als.* (2004), buscan encontrar un valor óptimo para una función predeterminada ya sea el mínimo para funciones de costos o gastos asociados con la utilización del equipo, o el máximo para funciones de rentabilidad o utilidad esperada por la operación del equipo.

Los modelos de límite, según Viveros *et als.* (2004), plantean encontrar el instante de tiempo en el cual se alcanza un parámetro previamente establecido, estos son: modelo de renovación de equipos en grupo y modelo de los costos acumulados de mantenimiento, los cuales son resueltos a través de programación dinámica.

Los modelos mencionados, constituyen una gama de posibilidades a utilizar para efectuar el reemplazo de equipo en los laboratorios con diferentes criterios, esto se hace para mantener en óptimas condiciones el equipo con el que se cuenta, ya que debe de cumplir con un estándar de infraestructura predeterminado por CACEI.

El análisis de reemplazo sirve para averiguar si un equipo está operando de manera económica o si los costos de operación pueden disminuirse, adquiriendo un nuevo equipo. Además, mediante este análisis se puede averiguar si el equipo actual debe ser reemplazado de inmediato o es mejor esperar unos años, antes de cambiarlo (Gómez, 2002).

Un plan de reemplazo de activos físicos es de vital importancia en todo proceso económico, ya que un reemplazo apresurado causa una disminución de liquidez y un reemplazo tardío causa pérdida de tiempo por parte de los encargados del Departamento de Laboratorios; esto ocurre por los aumentos de costo de operación y mantenimiento, por lo tanto debe establecerse el momento oportuno de reemplazo, a fin de obtener las mayores ventajas económicas y de servicio. En general, los equipos durante los periodos de utilización, sufren desgaste en sus diversos componentes, por lo cual es necesario repararlos o sustituirlos para que el equipo pueda seguir operando en condiciones óptimas. Sin embargo, con el transcurso del tiempo es tal el deterioro de una máquina, que en vez de constituir para el propietario un bien de producción, se convierte en un gravamen. Por otra parte, las cada vez más frecuentes averías aumentan los tiempos muertos o improductivos, y llegan incluso a afectar la productividad de otros equipos que trabajan conjuntamente con ellos (Luza, 2007)

Es preciso destacar que llega siempre un momento en que técnica y tecnológicamente necesario, o económicamente preferible, es no prolongar más el funcionamiento de un equipo sino desecharlo definitivamente, para no caer en un costo que puede ser exagerado si se mantiene excesivamente, tratando de lograr el funcionamiento indefinido de un equipo. Existen dos razones por las cuales es necesario llevar a cabo un reemplazo de equipo; las cuales son razones técnicas y razones económicas. Las razones técnicas son aquellas que imposibilitan seguir prestando un nivel de servicio adecuado o ya sea por destrucción física; y las razones económicas, éstas comprometen la competitividad del equipo. Con el tiempo se produce una degradación del rendimiento económico por necesidad de más mantenimiento,

aumento de consumo de energía, incremento en productos defectuosos, llamándose a esto envejecimiento (Viveros *et als.* 2004).

Las condiciones en que se compete en la actualidad por acceder a los recursos necesarios, por reducir gastos y costos, por aumentar la calidad de los productos y servicios, y el colosal desarrollo de las comunicaciones y el transporte, han modificado la forma de actuar e interactuar de las organizaciones. Los procesos de dirección han evolucionado, de igual forma, a un sistema superior. El énfasis que se hace en la acción, en la definición de gestión es la diferencia que se tiene con el concepto de administración. La gestión no es considerada una ciencia disciplina. Se puede considerar como parte de la administración, o como un estilo de administración (Piñones, 2008).

Otra filosofía de perfeccionamiento del sistema de gestión está destinada a poner de manifiesto las interrelaciones entre los procesos humanos y el sistema de control, utilizando para ello, factores no formales del control, los cuales han cobrado gran importancia en los últimos años (González y Vega, 2008). Lo esencial de los conceptos administración, gestión y gerencia está en que los tres se refieren a un proceso de "planear, organizar, dirigir, evaluar y controlar" como lo planteó H. Fayol al principio del siglo (Koontz y Weihrich, 1978).

### **Planteamiento del problema**

En las áreas de los laboratorios de Estructural e Hidráulica y Laboratorios de Biotecnología y Alimentos en el cual se atienden a las carreras de Ingeniería Industrial y de Sistemas (I.I.S.), Ingeniero Químicos (I. Q.), Ingeniero Biotecnólogo (I. B.), y Licenciado en Tecnología de Alimentos (L. T. A.), existen síntomas como quejas por parte de los alumnos, maestros, proyectistas y tesisistas sobre el servicio de laboratorios en cuanto al estado del equipo para prácticas. Al no conocer cuándo se debe adquirir nuevo equipo, se realizan solicitudes fuera del periodo de presupuestación del equipo, además de la gestión de los recursos de forma extemporánea para mantenimiento de equipo único y costoso. Lo cual recae en la

problemática que se plantea a continuación: “La gestión de equipo de laboratorios, carece de una metodología para efectuar el reemplazo de equipo”, debido a lo anterior se plantea el objetivo el cual es.

### **Objetivo**

Elaborar modelos de reemplazo para determinar los periodos en que se debe gestionar el equipo de laboratorios, y así tener un mejor control del presupuesto y elevar la calidad en el servicio.

### **Método**

Para poder identificar los equipos que pueden ser reemplazados por consideraciones económicas se realizarán siguiendo una serie de pasos, los cuales son.

1. Reunión de apertura del proyecto: Para dar inicio al proyecto es necesaria una reunión con los encargados del mismo. Para identificar cuales son las necesidades y el objetivo de la investigación, así como plantear cuales serían las pautas a seguir.
2. Recorrido por las instalaciones: Para poder identificar las áreas que componen los laboratorios y conocer los equipos con los que cuenta, y el estado en que se encuentran, se necesita hacer un recorrido por las instalaciones, para una visión global de los equipos de los laboratorios.
3. Elaborar una base de datos de los equipos en donde se indique su valor inicial, depreciación y valor en libros.

En este punto se desarrollaron los siguientes pasos:

- Primero: Realizar un listado de equipo existente dentro de los laboratorios con su costo de adquisición.
- Segundo: Hacer una comparación del costo inicial contra su depreciación para determinar su valor en libros.

- Tercero: Identificar los activos totalmente depreciados (valor en libros igual a cero).
4. Elaboración de un instrumento(Ver Apéndice C), para conocer la percepción de los usuarios sobre los equipos de Laboratorios: Para la realización del estudio cualitativo de los equipos, es necesaria la participación de los sujetos que los utilizan (alumnos, maestros, tesisistas, investigadores) y por ello es necesario conocer cual es su percepción sobre los equipos que se tienen, para ello se pueden aplicar distintos instrumentos, pero en esta ocasión será el cuestionario, para la elaboración del mismo se debe de desarrollar la siguiente metodología: Identificar los objetivos de la medición; Elaborar una lista de las necesidades de los clientes; Priorizar ciertas necesidades; Identificar aquellas que se podrán tramitar fácilmente, dejando a un lado las que utilizará en otras fases del proceso.
  5. Elaboración de un modelo cuantitativo para establecer el tiempo de vida restante de los equipos: Metodología basada en el modelo elaborado por Dunkelman (2008)

El siguiente modelo cuantitativo calcula la depreciación de los activos mensualmente utilizando el método de depreciación lineal, una manera automática de realizarlo es por medio de una hoja de cálculo (EXCEL).

Los datos que alimentarán el modelo son: Nombre del equipo (descripción), Fecha de adquisición, Valor de adquisición, porcentaje de depreciación anual, Fecha en que se desea calcular la depreciación del equipo, Valor residual (para este caso 1, por cuestiones de formulación en Excel). Para generar el modelo que permita obtener la depreciación de un bien y el tiempo de vida económica restante. Se genera una hoja de cálculo o cédula en la que es suficiente con introducir los datos del equipo (precio, fecha de adquisición, porcentaje de depreciación y valor residual) y que éste automáticamente calcule los resultados deseados. Un

ejemplo del modelo que calcula la depreciación de los bienes sobre una base mensual usando el método lineal es el siguiente el cual se puede observar en la tabla 1; para su construcción en Excel se presenta posteriormente la metodología utilizada.

Tabla 1. *Ejemplo de modelo cuantitativo en Excel*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Periodo a calcular											
2	Depreciación del período											
3												
4	Descripción	Fecha de adquisición	Valor de adquisición	% de depreciación anual	Valor residual	Depreciación del período	Depreciación acumulada	Saldo	Total Meses	Meses Transcurridos	Meses Restantes	
5	nombre del equipo											
6	nombre del equipo											
7	nombre del equipo											
8	nombre del equipo											
9	nombre del equipo											
10	nombre del equipo											
11	nombre del equipo											
12	nombre del equipo											

Fuente: Elaborada por el autor

La celda B1 contiene la fecha en base a la cual se quiere calcular la depreciación, en ésta se coloca el último día del mes en cuestión. El modelo calcula en la celda B2 el total de la depreciación generada hasta el mes que se analiza, es decir la suma de las depreciaciones de los equipos introducidos al modelo, para hacer esta operación ésta celda contiene la fórmula =SUMA(Depreciación\_del\_período).

En la columna J (Total de meses), se utiliza la fórmula =1/D5\*12. Esto da como resultado el total de meses de vida útil del bien.

En la columna K (meses transcurridos), se emplea la fórmula =SIFECHA (B5,\$B\$1,"m"), que calcula la cantidad de meses transcurridos desde la adquisición del bien, incluido el mes del cálculo.

La columna L (Restantes), genera la diferencia entre J y K. Este resultado será un indicador si el bien debe ser depreciado o no. En caso de ser negativo, el bien ha sido depreciado en su totalidad.

Para realizar los cálculos de depreciación se utilizan las siguientes fórmulas:

- Depreciación del período (F): =SI(L5>0,SLN(C5,E5,1/D5\*12),0)
- Depreciación acumulada (G): =SI(L5>0,SIFECHA(B5,\$B\$1,"m")\*F5,C5-E5)

- Saldo (H): =C5-G5.

Realización de un modelo cualitativo para analizar la posibilidad de reemplazar el equipo.

Para realizar el modelo cualitativo se deben de considerar distintos criterios en este caso se tomarán en cuenta los que utiliza CACEI al momento de hacer una evaluación para la acreditación de un programa educativo, así como también las consideraciones que tiene el departamento de laboratorios. Los criterios son los siguientes:

Suficiencia: Bastante para lo que se necesita. Apto o idóneo. Es un juicio que se emite en relación con la amplitud o grado de cobertura mínimo para garantizar una buena calidad.

Subcriterios:

- Está disponible cuando se necesita.
- El equipo puede ser donado con un nivel de calidad aceptable.
- Hay equipos suficientes que cubran la demanda.
- El equipo ha faltado por que se encuentra en mantenimiento.

Eficacia: Se refiere a la descripción o forma de enunciar adecuadamente los requisitos que se deben cumplir, la forma en que se debe proceder y/o las metas por alcanzar, si cumple o no con el objetivo del equipo.

Subcriterios:

- Cumple con el objetivo.
- Precisión en la operación.
- Antigüedad de equipo.
- El desempeño del equipo es satisfactorio.
- Los resultados que se obtienen son confiables.

Eficiencia: Los resultados de los procesos que se llevan a cabo y las metas alcanzadas son las idóneas, han cumplido con los objetivos planteados y han logrado los mejores resultados, haciendo uso óptimo de los recursos.

Subcriterios:

- Se obtienen resultados extras con la utilización del equipo.
- Desempeño que realiza.
- Es segura su utilización.
- El equipo cuenta con restricciones de capacidad frecuentemente.

Vanguardia tecnológica: Hace referencia a que el equipo se encuentra en niveles de innovación tecnológica considerable.

Subcriterios:

- Es tecnológicamente competente.
- Si es desechado, el nivel de contaminación que provoca.
- El equipo es de tecnología de vanguardia.

Manutención económica: Hace referencia a las condiciones económicas del equipo, los gastos en que incurre mantenerlo como el mantenimiento que se le dá y las condiciones en que se encuentra para saber qué se puede hacer con él.

Subcriterios:

- Nivel de dificultad de mantenimiento.
- Es necesaria la subcontratación para el mantenimiento.
- El mantenimiento es preventivo.
- El mantenimiento es correctivo.
- Nivel de destrucción física de los componentes del equipo.
- Frecuencia del mantenimiento.

Una vez establecidos los criterios que se deben de considerar para el modelo, se definen las variables que se deben de medir o estudiar, estas variables deben de estar ligadas u orientadas a los criterios del modelo para que los resultados que se generen sean congruentes con el objetivo del mismo.



Cada criterio representa un porcentaje de ponderación en el modelo que se genera, para ello se establece qué criterio es más importante, para el analista, al momento de cuantificar los criterios y poder tomar una decisión al momento que el modelo arroje los resultados o calificaciones de los subcriterios.

Para poder dar valores cualitativos a los criterios es necesario establecer un nivel de calificaciones a las variables que se analizan, para ello se establecen subcriterios, éstos tendrán cuatro niveles de ponderación (.25, .50, .75, 1), en los que el encargado de la evaluación calificará determinado subcriterio, los cuales se encuentran especificados en el modelo. Una vez cuantificados los subcriterios se determina la calificación final del criterio, en cantidad y en porcentaje, el porcentaje generado se contrasta con el valor ideal del criterio estudiado, es ahí cuando se aprecia la realidad con lo ideal.

Cuando están cuantificados todos los criterios se hace una comparación entre ellos, visualizando los que obtuvieron una mayor y menor calificación con el fin de determinar los aspectos en los que el equipo obtuvo buena o mala calificación, con el propósito de observar los puntos fuertes y débiles del equipo estudiado.

Las calificaciones que se han mencionado entrarán en una hoja de cálculo o plantilla de Excel, y automáticamente arrojará la calificación del criterio analizado tanto en puntos y en porcentaje.

#### Criterio de decisión

Una vez que se han considerado criterios económicos, criterios del organismo certificador (CACEI), percepciones de usuarios y consideraciones del departamento sobre si el equipo está todavía en funcionamiento óptimo o no, se puede tomar una decisión sensata de reemplazar el equipo o mantenerlo. Dicha decisión estará sustentada por los factores que intervienen al momento de tomar cualquier decisión, ya que estarán conjugados aspectos cualitativos y cuantitativos, los resultados deben de ser analizados por el encargado de

abastecimiento de equipo en los laboratorios de Estructural e Hidráulica y Biotecnología y Alimentos, y determinar qué se debe hacer con el equipo, reemplazarlo si los datos arrojados por el modelo no lo favorecen, o mantenerlo si es aún económica, técnica y operacionalmente factible para el departamento.

Con base en lo anterior se puede comentar los resultados obtenidos en la presente investigación.

### **Resultados**

#### Base de datos de los activos con su valor inicial, depreciación y valor en libros.

A continuación se presentan los equipos existentes en los laboratorios de Biotecnología y Alimentos y Estructural e Hidráulica, así como el valor en libros que presentan actualmente. El valor en libros se calculó con base en el precio inicial y la depreciación acumulada hasta el momento, lo cual se puede observar en la tabla 2.

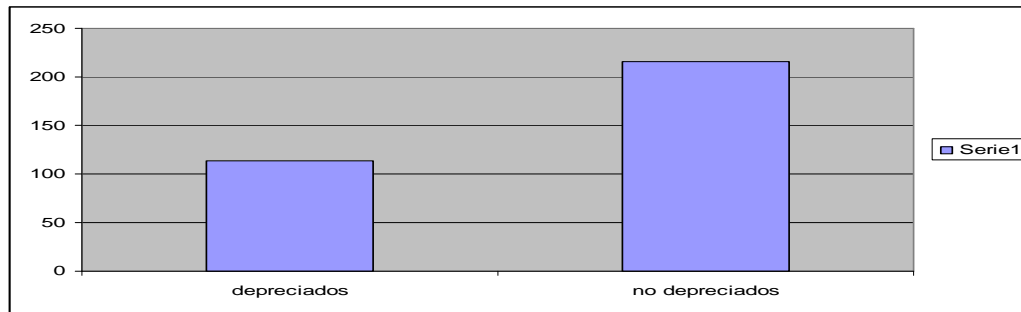
Tabla 2. *Total de equipo en Laboratorios y depreciados.*

Laboratorio	Equipo existente	Número de equipo depreciado totalmente
Biotecnología y Alimentos	222 Equipos	114 Depreciados
Estructural e Hidráulica	792 Equipos	607 Depreciados

Fuente: Elaborada por el autor

Los aspectos determinados anteriormente se pueden visualizar en el apéndice A y B.

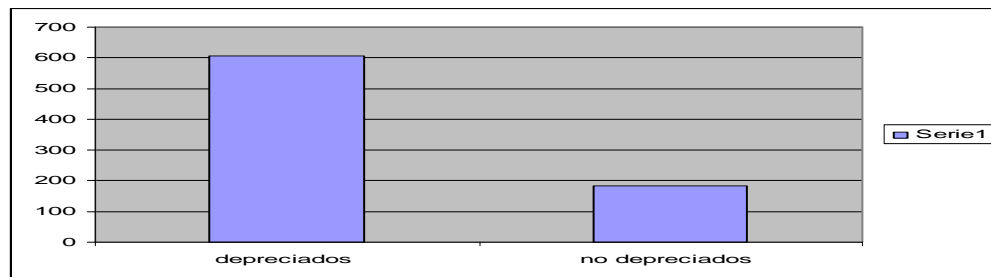
A continuación en la Figura 7, se presenta una gráfica que muestra los niveles de equipos (expresado en número de equipos) depreciados económicamente y los que aún no lo están en el laboratorio de Biotecnología y Alimentos.



Fuente: Elaborada por el autor

*Figura 7.* Niveles de equipos depreciados en laboratorio de Biotecnología y Alimentos.

A continuación en la Figura 8, se presenta una gráfica que muestra los niveles de equipos (expresado en número de equipos) depreciados económicamente y los que aún no lo están en el laboratorio de Estructural e Hidráulica.



*Figura 8.* Niveles de equipos depreciados en laboratorio de Estructural e Hidráulica.

Instrumento de evaluación para la percepción del estado de equipo.

Se elaboró un instrumento para conocer la percepción que tienen los usuarios de los laboratorios respecto al equipo con el que éstos cuentan. Ver apéndice C.

Modelo cuantitativo para conocer el tiempo restante de vida económica del equipo.

A continuación en la Tabla 3, se presenta un ejemplo del resultado del modelo cuantitativo que determina la depreciación y vida económica restante, con este modelo se puede visualizar cual sería el comportamiento del valor del activo en un periodo determinado de tiempo.

Tabla 3. Modelo cuantitativo

Período a calcular	30/04/2009										
Depreciación del período	1,095.83										
Descripción	Fecha de adquisición	Valor de adquisición	% de depreciación anual	Valor residual	Depreciación del período	Depreciación acumulada	Saldo	Total Meses	Meses Transcurridos	Meses Restantes	
equipo	31/12/2001	6,215.00	10%	1.00	51.78	4,505.15	1,709.85	120	87	33	
equipo	31/12/2001	49,722.00	10%	1.00	414.34	36,047.73	13,674.28	120	87	33	
equipo	31/12/2001	9,323.00	10%	1.00	77.68	6,758.45	2,564.55	120	87	33	
equipo	01/01/2007	4,500.00	25%	1.00	93.73	2,530.69	1,969.31	48	27	21	
equipo	10/12/2008	2,500.00	25%	1.00	0.00	2,499.00	1.00	48	64	-16	
equipo	29/06/2006	10,500.00	20%	1.00	174.98	5,949.43	4,550.57	60	34	26	
equipo	09/11/2007	12,000.00	20%	1.00	199.98	3,399.72	8,600.28	60	17	43	
equipo	10/01/2008	10,000.00	10%	1.00	83.33	1,249.68	8,750.13	120	15	105	

Fuente: Elaborada por el autor

Cuando el modelo determine una cantidad de meses restantes negativa, el equipo se someterá al análisis con el modelo cualitativo. El modelo cuantitativo será llenado con los equipos que aún cuentan con vida útil (Ver apéndice A y B), para así determinar el tiempo restante de vida económica la cual se obtendrá en meses.

Modelo cualitativo para determinar si se realiza el reemplazo de equipo en base a los criterios establecidos.

A continuación en la Tabla 4, se presenta el modelo generado en Excel donde se evalúan los criterios que intervienen al momento de decidir la posibilidad de reemplazar el equipo con el que se cuenta en los laboratorios. Cabe destacar que el modelo genera resultados automáticos al momento que se califican los subcriterios, por ello es necesaria su operación en el software mencionado.

Tabla 4. Modelo cualitativo

		calificación de los subcriterios	calificación de los subcriterios	calificación de los subcriterios	calificación de los subcriterios				
		0.25	0.5	0.75	1				
<b>1. SUFICIENCIA</b>	Suficiente: Bastante para lo que se necesita. Apto o idóneo. Es un juicio que se emite en relación con la amplitud o grado de cobertura mínimo para garantizar una buena calidad.					Totale	Suma de calificaciones	Número de subcriterios	Calificación del criterio
<b>Subcriterios</b>	Está disponible cuando se necesita					0			
	El equipo puede ser donado con un nivel de calidad aceptable					0			
	Hay equipos suficientes que cubran la demanda					0			
	El equipo a faltado por que se encuentra en mantenimiento					0	0	4	0
<b>2. EFICACIA</b>	Eficaz: Se refiere a la descripción o forma de enunciar adecuadamente los requisitos que se deben cumplir, la forma en que se debe proceder y/o las metas por alcanzar, si cumple o no con el objetivo del equipo.					Totale	Suma de calificaciones	Número de subcriterios	Calificación del criterio
<b>Subcriterios</b>	Cumple con el objetivo					0			
	Precisión en la operación					0			
	Antigüedad de equipo					0			
	El desempeño del equipo es satisficente					0			
	Los resultados que se obtienen son confiables					0	0	5	0
<b>3. EFICIENCIA</b>	Los resultados de los procesos que se llevan a cabo y las metas alcanzadas son las idóneas, han cumplido con los objetivos planteados y han logrado los mejores resultados, haciendo uso óptimo de los recursos.					Totale	Suma de calificaciones	Número de subcriterios	Calificación del criterio
<b>Subcriterios</b>	Se obtienen resultados extras con la utilización del equipo					0			
	Desempeño que realiza					0			
	Es segura su utilización					0			
	El equipo cuenta con restricciones de capacidad frecuentemente					0	0	4	0
<b>4. VANGUARDIA TECNOLÓGICA</b>	Hace referencia a que el equipo se encuentra en niveles de innovación tecnológica considerable					Totale	Suma de calificaciones	Número de subcriterios	Calificación del criterio
<b>Subcriterios</b>	Es tecnológicamente competente					0			
	Si es desechado nivel de contaminación que provoca					0			
	El equipo es de tecnología de vanguardia					0	0	3	0
<b>5. MANUTENCIÓN ECONÓMICA</b>	Hace referencia a las condiciones económicas del equipo, los gastos en que incurre mantenerlo como el mantenimiento que se le dá y las condiciones en que se encuentra para saber qué se puede hacer con él.					Totale	Suma de calificaciones	Número de subcriterios	Calificación del criterio
<b>Subcriterios</b>	Nivel de dificultad de mantenimiento					0			
	Es necesaria la subcontratación para el mantenimiento					0			
	El mantenimiento es preventivo					0			

Fuente: Elaborada por el autor

Criterio de decisión:

Una vez integrada la calificación, la cual se puede observar en la Tabla 5, de los subcriterios se puede llegar a determinar una decisión sustentada de reemplazar o no el equipo analizado, esto es visualizado en el modelo generado en Excel.

Tabla 5. *Criterio de decisión*

CRITERIO	VALOR IDEAL	VALOR OBTENIDO	FACTOR DE PESO	PUNTAJE PONDERADO	CALIFICACION DEL CRITERIO	CONCLUSIÓN
EFICIENCIA	100	0	2.5	0	0	REEMPLAZAR
EFICACIA	100	0	2.5	0	0	REEMPLAZAR
SUFICIENCIA	100	0	2	0	0	REEMPLAZAR
MANUTENCION ECONOMICA	100	0	1.5	0	0	REEMPLAZAR
VANGUARIDA TECNOLÓGICA	100	0	1.5	0	0	REEMPLAZAR

Fuente: Elaborada por el autor

Como se detalla en la Tabla 6, para poder tomar la decisión de llevar el equipo a reemplazo se deben de tener tres o más criterios calificados como “reemplazar”.

Tabla 6. *Conclusión del modelo*

Criterio de decisión	Si en la conclusión existen tres o más criterios calificados como “Reemplazar”, se decide reemplazar el equipo
----------------------	--

Fuente: Elaborada por el autor

### Conclusiones

Como conclusiones se puede mencionar que al analizar los resultados generados en esta investigación, se puede concluir que el objetivo se cumplió, ya que se generaron modelos (cualitativo y cuantitativo), que operando a la par se puede tener un criterio para decidir si algún equipo de laboratorio necesita ser reemplazado. Las limitantes de la investigación se basaron principalmente en que no existe información concisa que apoyara a la investigación, ya que no existe un método específico que permitiera resolver la situación problemática planteada por el cliente. Para poder presentar resultados fue necesario crear un híbrido de los modelos que existen en materia de reemplazo, ya que no existe alguno que aplique con las variables propias de los laboratorios que se deben de considerar para efectuar un reemplazo de

equipo. Se obtuvo un modelo capaz de determinar el tiempo de vida restante económicamente, su depreciación acumulada, y el valor que tendrá en una fecha específica considerando los aspectos cuantitativos que afectan el periodo de vida de los activos permitiendo tener una mejor planeación económica para la adquisición de los equipos. Para el análisis cualitativo se optó por manejarlo mediante un criterio de decisión en el que las variables son enjuiciadas por los usuarios, y éstos determinan el estado actual del equipo propuesto para ser reemplazado. Una vez que los usuarios han emitido sus juicios de las diferentes variables a considerar del estado de los equipos, corresponde al Departamento de Laboratorios decidir si las calificaciones de los criterios analizados son razones que ameriten el reemplazo del equipo.

#### **Bibliografía**

ANUIES (2008). *Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación*

*Superior*. “www.anuies.mx” (Documento web). Recuperado desde:

[http://www.anuies.mx/la\\_anuies/que\\_es/laanuies.php](http://www.anuies.mx/la_anuies/que_es/laanuies.php) En: (Febrero, 2008)

CACEI (2008). *Consejo de Acreditación de la Enseñanza a la Ingeniería*.

(Documento web). Recuperado desde: [www.cacei.org](http://www.cacei.org) en: (Febrero, 2008)

Dunkelman, J. (2008). *JDL Excel en castellano, usar Microsoft Excel eficientemente*.

Recuperado en: <http://jldexcelsp.blogspot.com/2008/05/calcular-depreciacin-con-excel-segunda.html> en: (Marzo, 2008)

Gómez, G. (2002). *Análisis de reemplazo de activos físicos*. En Revista de ingeniería de

planta. N° 41. Chile, 2002. [www.gestiopolis.com](http://www.gestiopolis.com) (Documento Web). Recuperado desde: [www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/17/caue.htm](http://www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/17/caue.htm) en: (Marzo; 2008)

González, O. y Vega, J. (2008). *Los sistemas de control de gestión estratégica para las*

*organizaciones*. Recuperado en: <http://www.monografias.com/trabajos>

15/sistemas-control/sistemas-control.shtml?monosearch en: (Marzo, 2008)

Instituto Tecnológico de Sonora (2001). [www.itson.mx](http://www.itson.mx).

Documentación de procedimientos de INNOVA 2001, SCGA-CDO-FO-06-01

Recuperado desde: <http://www.itson.mx/laboratorios/laboratoriosfp.htm>

Instituto Tecnológico de Sonora (2008). [www.itson.mx](http://www.itson.mx).

Documentación de procedimientos de INNOVA 2001, SCGA-CDO-FO-06-01

Recuperado desde: <http://www.itson.mx/laboratorios/laboratoriosfp.htm>

en: (Febrero 2008).

Instituto Tecnológico de Sonora (2001). [www.itson.mx](http://www.itson.mx).

Recuperado desde: <http://www.itson.mx/NuestraUniversidad/historia/index.html>

en: (Febrero 2008)

Koontz, H. y Weihrich, H. (1978). *Administración, una prospectiva global*. México:

McGraw-Hill

Luza, J. (2007). Análisis de reemplazo. Universidad Arturo Prat del Estado de Chile.

“[www.unap.cl](http://www.unap.cl)” (Documento web). Recuperado desde: <http://www.unap.cl>

[/metadot/index.pl?iid=22290](http://www.unap.cl/metadot/index.pl?iid=22290) en: (Febrero 2008)

Mladosich, C., Polanco, D. y Peña, L. (2007). *Sector porcícola: selección del modelo de*

*evaluación de la productividad que mejor se adapte a sus variables productivas*. Tesis

de licenciatura no publicada, ITSON. (Mayo, 2008)

Piñones, A. (2008). *Gestión*. Universidad de Santiago de Chile. (Documento Web).

Recuperado desde: <http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/>

[File/CI%20Gestion%20de%20Ciencia%20e%20Innovacion%20Tecnologica/7.doc](http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/CI%20Gestion%20de%20Ciencia%20e%20Innovacion%20Tecnologica/7.doc).

Doc. en: (Marzo 2008)

Viveros, A., González, A. y Rodríguez, R. (2004). *Aproximación al reemplazo de equipo*

*industrial*. (Documento Web). Recuperado desde:

<http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/165520163-168.pdf>

en: (Abril, 2008)





**APÉNDICE A**  
**(Valor en libros de los equipos de Laboratorio de Biotecnología y Alimentos)**  
**(Solo algunos equipos)**

**LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y ALIMENTOS.**

CANT	EQUIPO	COSTO INICIAL	DEPRECIACIÓN ACUMULADA	VALOR EN LIBROS
1	MICROSCOPIO ESTEREOSCOPICO	6238.92	5771.05	467.87
3	CONTADOR	2459.01	2274.44	184.57
1	ESTUFA	14916.88	13798.16	1118.72
1	HOMOGENIZADOR	6215.35	5749.17	466.18
1	HORNO	11201.64	11201.64	0
1	MICROSCOPIO COMPUESTO	25917.44	18790.24	7127.2
1	PLATO DE CALENTAMIENTO	18646.09	18646.09	0
1	AGITADOR MAGNETICO	621.52	621.52	0
4	CAMISA DE CALENTAMIENTO	6215.35	6215.35	0
1	LICUADORA	834.93	772.43	62.5
1	REFRACTOMETRO	24861.45	24861.45	0
1	HOMOGENIZADOR	43507.54	35893.63	7613.91
1	CAMPANA DE FLUJO	18646.09	18646.09	0
1	CUTER	248614.48	248614.48	0
1	MOLINO DE CARNE	248614.48	248614.48	0
1	MOLINO DE GRANOS	248614.48	248614.48	0
1	MUFLA	70440.78	70440.78	0
1	CORTADO DE JAMON	124307.24	124307.24	0
1	ESTUFA	3110.79	2255.17	855.62
1	REFRIGERADOR	24861.45	20510.85	4350.6
1	CONGELADOR	31076.8	31076.8	0
1	BALANZA GRANATARIA	7044.08	7044.08	0
1	EMBUTIDORA	186460.87	186460.87	0
1	TARJA	6215.35	6215.35	0
1	ESTUFA	18646.09	18646.09	0
6	MICROSCOPIO COMPUESTO	49722.9	49722.9	0
9	MICROSCOPIO ESTEREOSCOPICO	6215.35	5749.17	466.18
2	POTENCIOMETRO	31076.8	31076.8	0
3	PLACA DE AGITACION	9944.58	9944.58	0
1	PLACA DE AGITACION MAGNETICA	8562.28	8562.28	0
1	PLACA DE CALENTAMIENTO	24861.45	24861.45	0
1	AGITADOR MAGNETICO	18646.09	18646.09	0
5	BALANZA GRANATARIA	7044.08	7044.08	0
4	BOMBA DE VACIO	37292.16	30766	6526.16
3	PARRILLA ELECTRICA	31076.8	31076.8	0
2	LICUADORA	4563.94	3308.89	1255.05
1	REBANADOR DE JAMON	37292.16	37292.16	0
1	EXPRIMIDOR	6215.35	6215.35	0
1	BATIDORA	19368.52	17915.91	1452.61
1	HORNO	33881.18	33881.18	0

## APÉNDICE B

(Valor en libros de los equipos del Laboratorio de Estructural e Hidráulica)  
(Solo algunos equipos)

### LABORATORIO DE ESTRUCTURAL E HIDRÁULICA.

CANT	EQUIPO	COSTO INICIAL	DEPRECIACION ACUMULADA	VALOR EN LIBROS
1	REGULADOR	1243.07	1243.07	0
1	BRUJULA	1243.07	1243.07	0
2	BOMBA DE VACIO	9323.05	9323.05	0
1	EXTRACTOR DE MUESTRAS	10814.74	10814.74	0
1	BALANZA GRANATARIA	11450.55	11450.55	0
1	APARATO RO-TAP	29268.14	29268.14	0
1	MESA DE FLUIDEZ	49722.9	49722.9	0
1	MEZCLADORA DE MORTERO	37292.16	37292.16	0
1	PRENSA HIDRAULICA	32731.35	17184.06	15547.29
1	CUARTEADOR DE MUESTRAS	8701.5	4568.24	4133.26
1	PRENSA HIDRAULICA	248614.48	229968.52	18645.96
1	PRENSA UNIVERSAL	1243072.43	652613.01	590459.42
2	MAQUINA PARA ENSAYO	49722.9	49722.9	0
1	PRENSA HIDRAULICA	32731.35	17184.06	15547.29
1	HORNO	37292.16	37292.16	0
1	REVOLVEDORA PARA CONCRETO	62153.62	62153.62	0
1	PRENSA HIDRAULICA	248614.48	229968.52	18645.96
1	MAQUINA TRIAXIAL	922449.24	922449.24	0
1	MAQUINA DE CONSOLIDACION	14916.88	14916.88	0
1	MAQUINA DE CORTE DIRECTO	179370.68	179370.68	0
1	COMPRESOR	18646.09	9789.1	8856.99
1	MAQUINA TRIAXIAL	922449.24	922449.24	0
1	BOMBA DE VACIO	29833.73	29833.73	0
1	MAQUINA CORTE	358741.38	358741.38	0
1	BOMBA DE VACIO	29833.73	29833.73	0
1	HORNO	37292.16	37292.16	0
1	DESECADOR	29005.02	29005.02	0
1	HORNO	146931.16	146931.16	0
2	HORNO	67548.57	67548.57	0
1	MAQUINA DE DUCTILIDAD	37292.16	37292.16	0
1	APARATO PARA VISCOSIDAD	37292.16	37292.16	0
1	PRENSA MARSHALL	6215.35	3263.03	2952.32
1	PAVERA	7570.31	7570.31	0
1	HORNO	67548.57	67548.57	0
1	ROTAREX	67793.03	62708.51	5084.52
2	EXTRACTOR DE MUESTRAS	10814.74	10814.74	0
1	BALANZA GRANATARIA	11450.55	11450.55	0
1	PRENSA	248614.48	229968.52	18645.96
1	MAQUINA DE COMPRESION AXIAL	48635.58	25533.7	23101.88
1	ESTUFA	15538.41	15538.41	0
1	TARJA	2486.14	2486.14	0
1	CARRETILLA	932.31	932.31	0
3	TARJA	2486.14	2486.14	0

**APENDICE C**  
**(Instrumento de evaluación para la percepción del estado del equipo)**



**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN PARA LA PERCEPCIÓN  
DEL ESTADO DE EQUIPO**

Objetivo: Evaluar la percepción de las prácticas actuales en relación a la  
Adquisición de equipo para los Laboratorios de Biotecnología y

Alimentos  
LV-700 y Laboratorio de Estructural e Hidráulica LV-800.

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_

Nombre del equipo que utilizó: \_\_\_\_\_

Marcar con una "X" la ocupación a la que corresponde:

Maestro     Alumno     Auxiliar de lab.     Tesista     Investigador

Instrucciones: marque con una "X" la opción que elija y responda a su juicio y conocimiento.

1. ¿Cuántas veces trabaja con este equipo en el ciclo escolar?

Diario     Una vez por semana     Una vez por mes     Una vez por semestre

2. ¿Estado en el que se encuentra el equipo al realizar su práctica?

Excelente     Bueno     Suficiente para trabajar     Malo

3. ¿Al realizar su práctica se cuenta con el equipo suficiente para el desarrollo de la misma?

Si     No

4. ¿Alguna vez no ha realizado su práctica por que el equipo se encuentra el mantenimiento?

Si     No     ¿Cuántas veces? \_\_\_\_\_

5. ¿Considera que hay una cantidad de equipo suficiente para las prácticas?

Si     No

6. ¿Considera que el equipo es eficiente para la realización de la práctica?

Si     No

Comentarios y sugerencias enviar a: jr\_69h@hotmail.com, garza\_312@hotmail.com  
Gracias por su atención y participación.