

# **Simplificando la Prueba de Baterías de Aviación**

*por Joseph F. Mibelli*

V0.2 – 14 de Marzo del 2011



**JFM Engineering Inc.**  
7880 NW 56<sup>th</sup> Street  
Doral (Miami) Florida 33166  
305-592-2272  
305-599-6893  
[www.jfmeng.com](http://www.jfmeng.com)

## **Introducción:**

La prueba de baterías para aviación de Níckel-Cadmio es un proceso complejo pero no tiene que ser complicado. Las pruebas en sí no son complicadas pero sí requieren una atención estricta a los detalles para asegurar que el proceso sea exacto y eficiente.

Exactitud es fundamental porque la prueba de las baterías es un proceso exacto. Hay límites numéricos tangibles<sup>1</sup> que establecen las condiciones para determinar si la batería ha cumplido ó no. Eficiencia es también fundamental porque la prueba de baterías, siendo un proceso laborioso, requiere una cuidadosa elección de proceso y equipos para permitir cumplir con las normas de los fabricantes con un mínimo de gasto de equipos y personal.

Para cumplir con los requisitos de exactitud y eficiencia, enfocaré en este artículo, los aspectos más importantes de la prueba de baterías: Equipos y Procesos.

Equipos constituyen el Cargador-Analizador y una variedad de accesorios tales como metros, resistencias, clips de corto circuito, y en adición, dispensadores de agua. El proceso consiste en los procedimientos y pasos individuales que deben ser adheridos para cumplir con los requisitos.

## **Tipos de pruebas:**

La prueba de baterías se compone de dos tipos básicos de pruebas: aceptación de carga y capacidad.

Aceptación de carga es la habilidad de las celdas de convertir la corriente recibida en carga en las placas, que se reconoce a través de los voltajes medidos en los terminales de cada una de las celdas y el voltaje total de la batería, cada uno con límites establecidos por los fabricantes de las baterías<sup>2</sup>.

Capacidad es la habilidad de la batería de entregar la corriente especificada por un tiempo mínimo mientras el voltaje total de la batería y de cada una de las celdas se mantiene por encima del mínimo establecido.

## **Equipos:**

Aunque muchos métodos se pueden usar para cargar una batería y muchos métodos de descarga se pueden usar para probar una batería, es importante notar que el proceso para determinar el rendimiento requiere condiciones exactas de corriente, tiempo, voltaje y temperatura. Esto, por lo tanto, hace necesario instrumental de precisión<sup>3</sup>.

La característica más importante de los Cargadores-Analizadores para baterías de Níckel-Cadmio es corriente constante<sup>4</sup> porque este es el mejor método (el único) para la prueba de aceptación de carga y de capacidad y es el método mejor descrito y universalmente aceptado por los fabricantes de baterías. Por lo tanto, el método de preferencia.

La mayoría de las baterías de Níckel-Cadmio requieren una carga en dos niveles de corriente constante. El primero, carga principal (Main Charge) que es para reponer la corriente extraída durante la prueba de

---

<sup>1</sup> Determinados por los fabricantes de baterías en sus manuales que incluyen voltajes de celdas (mínimo y máximo), voltaje total de la batería (mínimo y máximo), tiempo y temperatura.

<sup>2</sup> Cabe destacar que la temperatura es también un factor que forma parte del criterio de aceptación

<sup>3</sup> Cargadores-Analizadores son instrumentos de precisión y no simples cargadores de baterías.

<sup>4</sup> Corriente constante significa que la corriente de carga ó descarga se mantiene al valor seleccionado independiente del voltaje de la batería o del suministro eléctrico.

Capacidad y el segundo, llamado carga de tope (Topping Charge) para completar la carga<sup>5</sup> y para verificar que cada una de las celdas llegue al voltaje correcto<sup>6</sup>. Es en este período también que la temperatura deber ser observada<sup>7</sup>. Por último, al final de la carga de Tope, el nivel del electrolito debe ser medido y agua destilada agregada hasta llegar al nivel estipulado.

Los Cargadores-Analizadores deben caracterizarse también por la facilidad de uso, programación flexible de los parámetros básicos de corriente, tiempo, voltaje y temperatura, todo con la necesaria exactitud y estabilidad requerida para la validez de las pruebas<sup>8</sup>. Cuando los controles son fáciles de entender y usar, el tiempo de entrenamiento se reduce y la posibilidad de errores de configuración también se reducen. Además, el equipo deber ser enteramente seguro para la protección del operador, la batería y el equipo<sup>9</sup>.

### **Proceso:**

El proceso para la prueba de baterías sencillo pero laborioso y requiere atención a los detalles.

Las pruebas están bien definidas por los fabricantes en sus manuales (OMM<sup>10</sup>) y especificaciones individuales (CMM<sup>11</sup>), por lo tanto lo que se requiere es elegir los equipos que permitirán cumplir con los requisitos. Como fue dicho anteriormente, la elección de los equipos determinará qué tan bien se harán las pruebas y cuanto trabajo hará falta por parte del operador.

Es importante notar que el no hacer las pruebas correctamente podría resultar en fallos de las baterías ó en reemplazo innecesario de celdas y baterías lo cual resultaría en un alto costo en el mantenimiento de los aviones. Mantenimiento incorrecto de las baterías puede resultar en costosas situaciones (AOG<sup>12</sup>) y emergencias en vuelo poco placenteras<sup>13</sup>.

La prueba de baterías es un proceso laborioso por la cantidad de pasos que se requieren. De las lecturas tomadas cuando la batería se recibe (as received) a los múltiples ciclos de carga y descarga que hacen falta para restaurar la capacidad de las celdas, hay oportunidad para una multiplicidad de lecturas y mantenimiento de registros.

La parte más involucrada es la multiplicidad de las lecturas que deben ser tomadas. Para una batería típica de 20 celdas de Níckel-Cadmio, esto significa 20 lecturas de voltaje de cada una de las celdas por cada paso del proceso.

---

<sup>5</sup> El proceso de carga no es 100% eficiente y la aceptación de carga disminuye a medida que la batería se carga. Por lo tanto, es siempre necesario suministrar más corriente para asegurar una carga completa (un 40% más para un total de 140%).

<sup>6</sup> Celdas que no alcanzan a desarrollar el voltaje mínimo de carga pueden estar indicando que hay un fallo en el separador de las placas ó simplemente que no están suficientemente cargadas. Además, las celdas que sí alcanzan a desarrollar voltaje correcto pero que luego tienen una caída de voltaje lo hacen porque hay un fallo en el separador de las placas. Y esto, es normalmente asociado con una elevación de temperatura.

<sup>7</sup> Las celdas de Níckel-Cadmio no deben experimentar aumento de temperatura durante el proceso de la carga. Si hay aumento de temperatura (mayor de 5<sup>0</sup>C sobre la temperatura ambiente), puede indicar que hay problemas con los separadores de las placas, ó que la resistencia interna de la celda es alta (celdas gastadas) ó que la batería está sobrecargada.

<sup>8</sup> Es necesario también que el equipo sea inmune a fluctuaciones y/ó fallos en el suministro eléctrico. Dado que la mayoría de las pruebas requieren varias horas (sin vigilancia) es importante que la operación sea totalmente confiable.

<sup>9</sup> Esto incluye limitadores de corriente, interrupción en caso de sobrecalentamiento y otros tipos de protección.

<sup>10</sup> OMM: Operating Maintenance Manual

<sup>11</sup> CMM: Component Maintenance Manual

<sup>12</sup> AOG: Aircraft On Ground (Avión en tierra que no puede salir por desperfectos).

<sup>13</sup> Sobrecalentamiento (que requiere que la batería sea desconectada de la red) y baja reserva de energía en caso de fallo de generadores son las causas más comunes de problemas en vuelo.

Aunque las lecturas que deben ser tomadas al final de los ciclos de carga y descarga constituyen el punto de rigor para determinar si la batería pasó ó falló, lecturas intermedias son muy útiles porque pueden dar un pre-aviso de fallos inminentes y también dan información histórica que puede ser usada para explicar el porqué de muchos fallos<sup>14</sup>.

La conclusión es que aún sin lecturas intermedias, la hoja de registro llegará a tener cientos de lecturas. Claramente, una oportunidad para errores de transcripción además de lo tedioso que es tomar y registrar las lecturas.

### **Automatizando el proceso:**

Como está indicado en la introducción, hay dos partes en el proceso de prueba de baterías: el equipo para cargar/descargar y las lecturas de las celdas.

Aunque hay oportunidad para automatizar ambas partes, la automatización de las lecturas de las celdas es definitivamente la más importante porque alivia el problema del proceso manual de medir y anotar.

La automatización de la carga/descarga no es tan importante porque individualmente es un proceso largo, particularmente en la carga que puede llevar muchas horas. Sería muy bueno poder tener un sistema donde la batería pasa por todas las pruebas en forma automática, pero eso no es posible a nivel práctico. Primero, no es posible pasar de una prueba a la otra sin analizar las lecturas. Todas las lecturas, la batería total, cada una de las celdas, la corriente y la temperatura deben ser evaluadas para determinar si la batería está lista para la próxima prueba. Dependiendo de las lecturas puede ser necesario que haya que reemplazar una ó más celdas y/ó puede ser necesario que el proceso sea alterado. Además, una batería que haya completado la prueba de capacidad estará muy caliente (normal) y es necesario esperar a que se enfríe antes de poder cargarla<sup>15</sup>.

Es posible, sin embargo, aumentar la eficiencia del proceso de carga y descarga con equipos capaces de trabajar con más de una batería a la vez.

### **Automatización de las lecturas de las celdas:**

Como está indicado en otras partes de este artículo, el rendimiento de la batería depende del rendimiento de cada una de las celdas y no necesariamente de la suma de los voltajes en los bornes. Por lo tanto, la automatización de la lectura del voltaje de cada celda es la base para un sistema automatizado. Y, no es simplemente tomando lecturas una vez sino que lecturas continuas a través del proceso de carga/descarga.

La lectura de las celdas debe ser automatizada no simplemente para eliminar errores de lecturas manuales, pero igualmente importante para que las lecturas sean tomadas al mismo tiempo. Con lecturas manuales, de la medición de la primera celda a la última, fácilmente pueden transcurrir de uno a dos minutos. Esto es particularmente importante en la prueba de capacidad porque cuando las celdas llegan al final de su capacidad, los voltajes caen muy rápidamente resultando en variaciones significativas de la primera a la última celda.

---

<sup>14</sup> Notar que tomar lecturas individuales de cada celda no es opcional. Es una parte fundamental de los requisitos de prueba de baterías que está detallada en los manuales.

<sup>15</sup> Como fue indicado anteriormente, la batería de Níquel-Cadmio no debe calentarse durante la carga porque puede ser indicio de fallo de separador, celdas gastadas, sobrecarga, etc. Por lo tanto, si la batería ya está caliente de un principio, no sólo cubrirá problemas internos sino que también y prevendrá que las celdas lleguen al voltaje correcto (las celdas no suben de voltaje si están calientes).

Con celdas que tienen amplia reserva de capacidad esto no es tan importante pero con celdas marginales es muy fácil que las primeras pasen y las últimas no, resultando en un cuadro inexacto de la condición de la batería.

Lecturas continuas son necesarias para poder obtener un cuadro más completo del perfil de pruebas de cada celda. Celdas pueden fallar, en cualquier momento de la carga ó descarga.

En el proceso de la carga un fallo del separador de las placas puede suceder en cualquier momento: identificándose como una caída del voltaje, con ó sin aumento de temperatura. Poder visualizar esto, particularmente en el principio del ciclo de pruebas, puede simplificar el análisis de rendimiento y puede reducir que se invierta tiempo en pruebas innecesariamente.

### **Archivamiento de lecturas de celdas:**

Cundo la información se puede grabar y no simplemente obtener un resultado impreso, es posible desarrollar el historial para cada batería en particular lo que permite comparar pruebas hechas a través de la vida de la batería. Comparando una reciente Prueba de Capacidad con una anterior, ayudaría a determinar en forma más complete el estado de la batería y puede además facilitar la predicción inmediata y futura del reemplazo de celdas.

Es una práctica común recuperar “buenas” celdas que han sido removidas de varias baterías condenadas<sup>16</sup> y con esas celdas armar una “buena” batería. Para poder hacer esto, es necesario saber con detalle el rendimiento de cada una de las celdas recobradas para así poder tener un cierto nivel de pareo. Con información disponible en archivos electrónicos es bien factible conseguirlo.

Finalmente, hay siempre la necesidad de trazabilidad y si la información está archivada electrónicamente se hace mucho más fácil obtener la información deseada.

### **La Solución Total:**

La solución total para alcanzar exactitud y eficiencia en la prueba de baterías de aviación es tener un sistema integrado donde los instrumentos (Cargadores-Analizadores) están conectados y automatizados con el Sistema de Adquisición y Análisis de Datos. Además, brinda la ventaja de no tener que estar continuamente observando las pruebas lo que permite que el personal del taller de baterías pueda libremente completar otras tareas, sabiendo que al final de las pruebas las lecturas estarán grabadas y listas para ser analizadas.

Con tal capacidad, el proceso de pruebas de baterías puede llegar a ser algo fácilmente manejable y no una pesadilla.

### **Lo que ofrece JFM Engineering como Solución Total:**

JFM Engineering ofrece el sistema BTAS16 para la automatización de información en el Taller de Baterías y una línea de Cargadores-Analizadores capaces de probar baterías de Níckel-Cadmio, Plomo-Ácido y otros tipos de baterías recargables, desde paquetes pequeños de emergencia a las baterías principales usadas para arrancar turbinas y APU<sup>17</sup>.

---

<sup>16</sup> Se considera condenada una batería que no cumple con todos los requisitos.

<sup>17</sup> APU: “Auxiliary Power Unit”, generador impulsado por una turbine para proveer energía eléctrica cuando el avión está en tierra y en caso de fallos de generadores en vuelo.

El componente principal del sistema de automatización es el BTAS16. Es un sistema diseñado específicamente para la lectura automática de voltajes de batería, voltajes de celdas, corriente de carga/descarga y temperatura de la batería y para la presentación, análisis, reporte y archivo de la información en una computadora.

El sistema BTAS16 puede recibir información de hasta 16 terminales (llamados C-Scan) y puede, a la vez, monitorear y controlar (en forma limitada) a Cargadores-Analizadores como el Superseder/MasterCharger y también monitorear y controlar directamente a Cargadores-Analizadores inteligentes como el SuperMasterCharger y miniMasterCharger. Este sistema es también utilizable (sin monitoreo y control) en otros tipos de Cargadores-Analizadores.

**Ejemplos de resultados de pruebas:**

Descarga:

En la Figura 1, vemos en la gráfica superior un perfil de descarga que muestra que el voltaje total de la batería se ha permanecido por encima del mínimo. Esto indicaría, aparentemente, que la batería pasó la prueba de capacidad. Pero, la figura inferior, que muestra voltajes de cada una de las celdas indica que la celda #8 falló y la #20 está marginal. El resto de las celdas terminaron con un buen voltaje (buena reserva de capacidad) y además están bien balanceadas (hay poca diferencia de voltaje entre celda y celda).



**Figura 1 – Perfil de descarga, voltaje de batería y celdas**

Carga:

En la Figura 2, vemos en la gráfica superior un perfil de carga y en la gráfica inferior la corriente suministrada por el Cargador-Analizador. Aquí vemos primero que el equipo funcionó de acuerdo a los parámetros programados de corriente y tiempo y segundo, vemos como la batería respondió a esa carga suministrada.

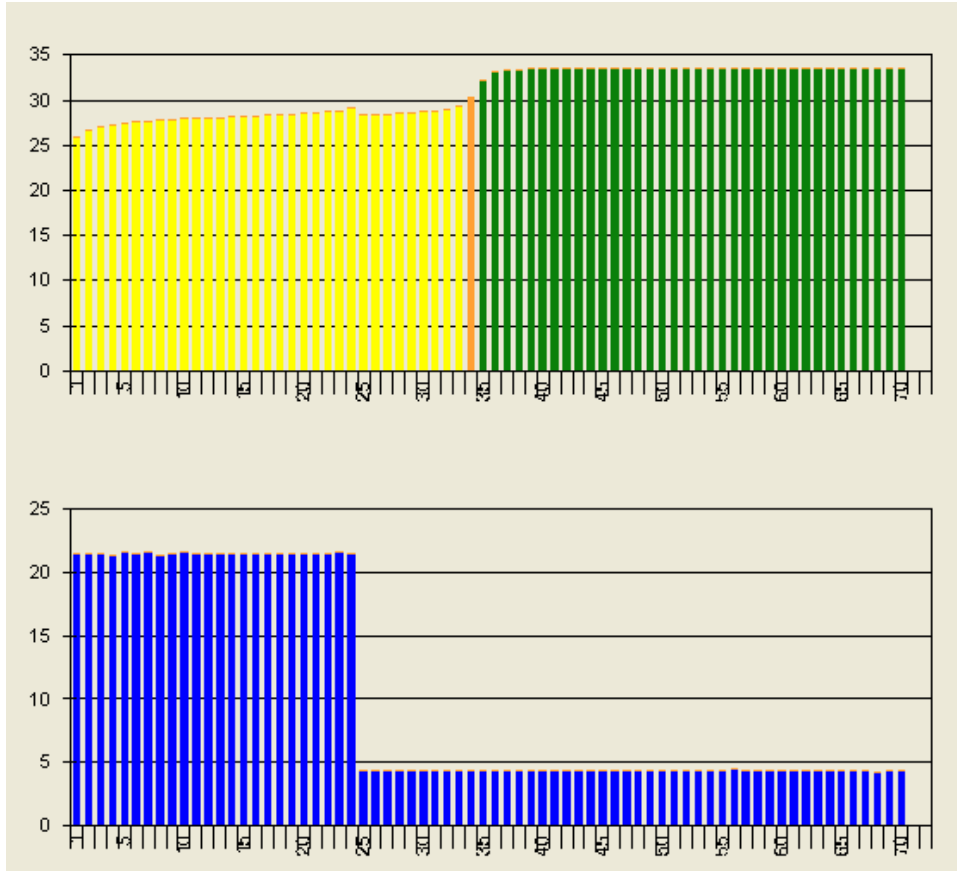
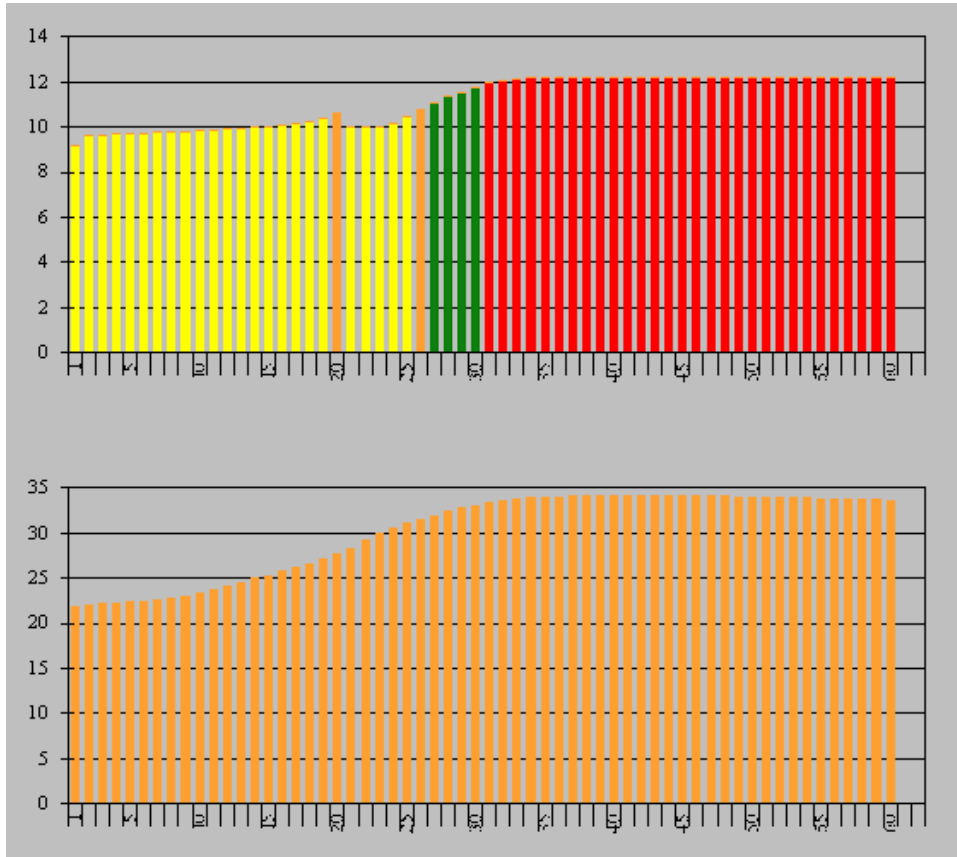


Figura 2 – Perfil de carga, voltaje y corriente

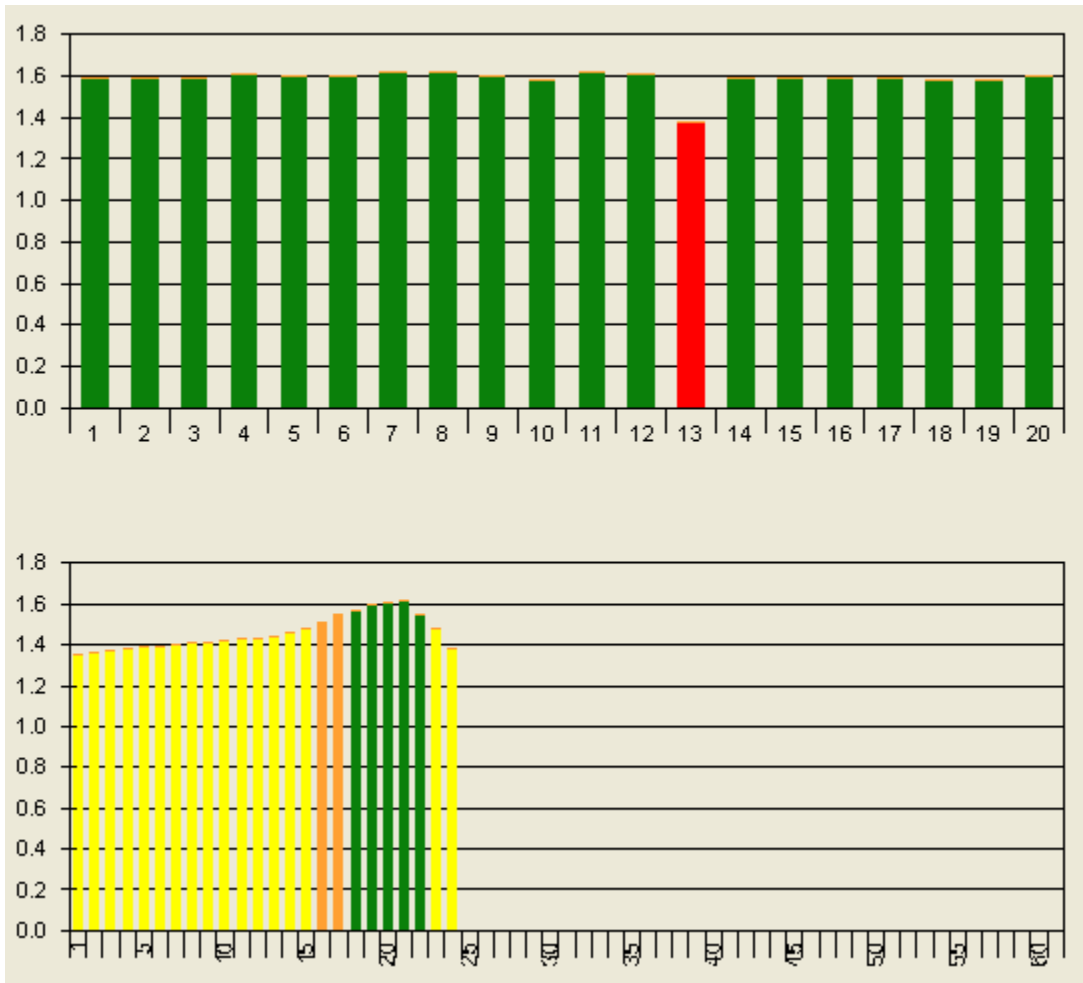
En la Figura 3, vemos en la gráfica superior un perfil de carga que muestra que hay sobrevoltage y en la gráfica inferior vemos la elevación de la temperatura debido a la sobrecarga.



**Figura 3 – Perfil de carga con sobrecarga y calentamiento**



En la Figura 4, vemos en la gráfica superior que una celda tiene voltaje muy por debajo de lo normal y en la gráfica inferior vemos que el voltaje de la celda subió en forma normal inicialmente pero que cayó después de un tiempo.



**Figura 4 – Celda con caída de voltaje**

**JFM Engineering se ha especializado en el desarrollo y manufactura de baterías de aviación de todo tipo.**

**Para más información diríjase al departamento de ventas al 305-592-2272 (FAX 305-594-4933) ó visite nuestro sitio [www.jfmeng.com](http://www.jfmeng.com) para información completa sobre nuestros productos y servicios.**