



Foto www.contitech.de

► Robótica

Hacia la automatización industrial

Un millón de robots industriales en todo el mundo.

Específicamente creados y desarrollados para realizar tareas mecánicas y rutinarias, así como para agilizar procesos en los que no se puede sacrificar la precisión, los robots industriales se han convertido en las máquinas-herramientas preferidas para aumentar la producción y reducir costos.

Los robots industriales ocupan un lugar destacado dentro de la automatización de la producción y su protagonismo se ha ido consolidando en los últimos años. Después de una caída en las ventas en la década de los noventa, el mercado de robots ha mantenido un crecimiento constante, en especial en Europa y Estados Unidos. Por su parte, Asia y particularmente Japón, sigue estando a la cabeza a nivel mundial.

En América Latina, aunque en menor medida, la evolución también ha sido creciente, los líderes en automatización son Brasil, México, Argentina y Chile. Entre tanto, Colombia se encuentra en una etapa de oportunidades, transición y adaptación; el país cuenta con una industria todavía en desarrollo, que junto a los múltiples esfuerzos

relacionados con la robótica, en especial en las universidades y centros tecnológicos, crean un escenario propicio para poder implementar esta tecnología.

Sin embargo, todavía hay un marcado escepticismo con respecto a los beneficios de los robots industriales, el costo real y el acceso a la tecnología. Para dar el salto necesario hacia la producción automatizada, es urgente corregir algunos prejuicios y solucionar los interrogantes que se plantean los empresarios a la hora de robotizar o no.

Por la gran variedad de robots que proliferan en el mercado, la selección del más adecuado para cada necesidad puede convertirse en un problema serio. Al contrario de otras máquinas, estos equipos no son fáciles de clasificar y evaluar, incluso, aún hay controversias sobre la definición exacta de un robot. Actualmente, la gran mayoría tiene diferentes grados de libertad, longitudes de alcance y capacidad de carga, especificaciones todas esenciales para poder comparar y elegir.

Con el fin de tener las herramientas básicas para tomar una acertada decisión entre uno u otro equipo, conviene empezar por lo más elemental. Conociendo los fundamentos de los robots industriales y los consejos de los expertos en la materia, con ello ya se habrá dado un paso importante para realizar una elección adecuada.

El Robot Industrial

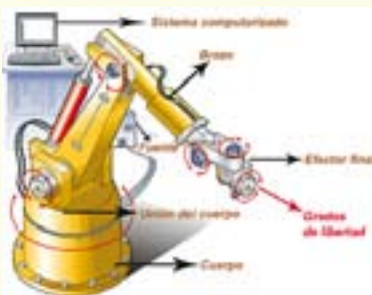
La palabra robot fue sugerida en 1920 por K. Kapek, autor checo, en su obra R.U.R. (Robots Industriales de Rossum); se deriva de la palabra checa 'robotá', que significa 'trabajo forzado'. Un robot industrial, se ha definido como un manipulador multifuncional reprogramable, diseñado para mover materiales, piezas, herramientas y otros dispositivos mediante movimientos programados variables, además ejecutar tareas diversas.

Foto: <http://picasaweb.google.com/>



► La diferencia entre la maquinaria convencional y un robot radica en la posibilidad de reprogramar el último para cumplir diversos procesos.

Componentes de los Robots Industriales



Manipulador o brazo mecánico. El manipulador es la unidad mecánica que se desplaza y ejecuta movimientos (trayectorias) parecidos a los de un brazo y una mano humana. Está provisto de varias articulaciones que le ofrecen diferentes alternativas de movilidad, para que el extremo final o "muñeca" del brazo pueda llegar a un punto en un espacio definido en coordenadas específicas. La mayor parte de brazos tienen seis articulaciones (grados de libertad), pero también hay robots con cuatro o cinco grados de libertad; por estructura, estas clases no son muy diestras.

Ejecutor o herramienta final. El extremo de la muñeca de un robot tiene adjunto un efector final, denominado también herramienta de extremo de brazo. Según el tipo de operación, los dispositivos finales pueden estar equipados con: sujetadores, ganchos, palas, electroimanes, campanas de vacío y dedos adhesivos, para manejar materiales; pistolas de aspersión para pintar; accesorios para soldar por puntos y con arco; herramientas motorizadas, como taladros, llaves de tuerca y pulidoras; instrumentos de medición, como indicadores y calibradores. Para la manipulación de materiales frágiles o para facilitar trabajos de ensamblaje, los efectores finales pueden estar provistos de mecanismo elásticos para disminuir la fuerza de sujeción y hacer más delicados los movimientos.

Fuente de alimentación. Cada movimiento del brazo mecánico, en los ejes lineales y de rotación, se controla mediante servomotores independientes (motores controlados con mecanismos electrónicos), que funcionan gracias a una fuente de alimentación eléctrica, neumática o hidráulica.

Sistema de control computarizado. El sistema de control es el equipo de comunicaciones y de procesamiento de información que emite los comandos de movimiento del robot. Es el cerebro del robot; almacena datos para iniciar y analizar los movimientos del manipulador. El sistema se interconecta con computadoras y otros equipos, como celdas de manufactura o sistemas de ensamblaje. Los manipuladores y los efectores serían los brazos y las manos del robot.

Sensores. Los últimos adelantos tecnológicos, permiten que los robots se relacionen con su espacio en tiempo real, mediante sensores que recolectan información y le dan órdenes para autoprogramarse y elegir acciones de acuerdo a las circunstancias establecidas, así son capaces de sortear obstáculos e interactuar con otras máquinas, por ejemplo.

Por lo general, un robot industrial lo define la organización ISO de la siguiente forma: “una máquina formada por un mecanismo de motores y controladores, que incluye varios grados de libertad, generalmente tiene el aspecto de uno o varios brazos terminados en una muñeca, capaces de sujetar una herramienta, pieza o dispositivo de inspección. En particular, su unidad de control usa chips de memoria y a veces puede emplear aditamentos tipo sensores, para captar información del ambiente y las circunstancias de trabajo. Estas máquinas se suelen diseñar para ejecutar una operación repetitiva y se pueden adaptar a otras operaciones, es decir son reprogramables”.

Queda claro entonces que, la principal diferencia entre un robot y una máquina convencional es que el primero es reprogramable, es posible cambiar la tarea que realiza y aunque durante largos periodos desempeñe un trabajo específico y repetitivo, se puede programar y adaptar para realizar nuevas labores, cuantas veces sea necesario. Esto convierte a los robots en la solución ideal para el cambiante y exigente mundo de la industria.

• Clasificación

Se podría decir que hay tantos robots en el mundo como métodos para clasificarlos, cada asociación internacional de robótica establece diferentes y específicas definiciones para agrupar estos equipos. Algunos los clasifican según sus aplicaciones y usos, otros según los componentes y tecnología, y también hay quienes prefieren ubicarlos por generaciones cronológicamente, según las fechas de construcción.

Sin embargo, para el objetivo de este artículo, los robots industriales básicamente se pueden clasificar según su desarrollo, capacidad y aplicación en la industria. Así, el mercado ofrece desde los brazos robóticos más básicos, que desempeñan labores simples de manipulación, hasta sofisticados equipos que utilizan sensores

Clasificación de los robots industriales	
Tipo A Manipuladores	Manipulador con control manual o telemando: son robots multifunción, que operan con sistemas mecánicos básicos, y permiten gobernabilidad en sus movimientos. Deben ser utilizados en funciones sencillas y repetitivas, como levantar mercancía y manipular objetos como cajas, botellas, bultos entre otros. Su operabilidad puede realizarse en forma manual, es decir se controla por una o más personas a través de control remoto y cuentan con tres y cuatro grados de libertad. Capacidad de carga máxima 5.0 kg. Alcance del brazo: entre 190 y 500 mm.
Tipo B Computarizados de precisión por controlador lógico programable (PLC)	Manipulador automático con ciclos preajustados: cuentan con regulación mediante fines de carrera o alcance de brazo, son muy precisos, tienen un mayor recorrido y fuerza de brazo que los Tipo A y se regulan con un control PLC. Se utilizan para paletizado, corte y soldadura. Tienen cuatro grados de libertad (Scara). Capacidad de carga máxima 13.0 kg. Alcance del brazo: entre 190 y 1.000 mm.
Tipo C Computarizados por CNC	Robot programable con trayectoria continua o punto a punto: son equipos más avanzados y fuertes, que ejecutan instrucciones previamente programadas por CNC, son muy precisos y se utilizan para trabajos exigentes, durante largos periodos de trabajo y en la producción en serie. Ejemplo: mecanización, soldadura, moldeo, paletizado y fabricación de herramientas, entre otras. Modelos de cinco y seis grados de libertad. Capacidad de carga máxima 1.000 kg. Alcance del brazo hasta 3200 mm.
Tipo D Inteligentes (sensoriales)	Robot capaz de adquirir datos de su entorno: equipos que mediante avanzados sensores de calor, movimiento y espacio, recogen información de su entorno y readaptan sus tareas en función de esta. Son capaces de sortear obstáculos, interactuar con otras máquinas y realizar complejas y peligrosas tareas, como el corte y la soldadura de precisión y la manipulación de sustancias tóxicas o radioactivas. Tienen seis grados de libertad, capacidad de carga máxima 1.000 kg., alcance del brazo hasta 3200 mm., una precisión de $\pm 0,04$ mm y una velocidad máxima de 9.500 mm/s.

Fuente: (AFRI) Asociación Francesa de Robótica Industrial.

de espacio para interactuar con su entorno, otras máquinas, e incluso el hombre.

Quizás la característica tecnológica que más identifica a los brazos robóticos es su capacidad de moverse, la cual depende de los grados de libertad que poseen, es decir, el número de articulaciones que tienen y la posibilidad de movimiento que éstas le brindan. Así las cosas, con más grados de libertad, el robot es más útil y puede ser adaptado a casi todos los procesos industriales, desde los más sencillos hasta los más complejos.

Los grados de libertad de un brazo mecánico se pueden comparar con

los movimientos del brazo y la muñeca del hombre. Por lo general, tanto en el brazo como en la muñeca, se encuentra una variación de siete movimientos, mientras que la mayoría de robots tiene seis tipos de movimientos o grados de libertad.

• Aplicaciones

Teóricamente, el uso de sistemas robóticos podría extenderse a casi todas las áreas imaginables en donde se necesite de la ejecución de tareas mecánicas; en aquellas actividades que involucren la presencia física y el movimiento por parte del ejecutor.

Algunos de los campos de aplicación industrial de la robótica son:

- *Fundición en molde.* Carga y descarga de máquinas, manejo de materiales calientes, manejo de moldes, etc. Las difíciles condiciones de trabajo de fundición hacen necesarios los robots.
- *Soldadura de punto.* Ampliamente utilizada en la industria automotriz, en promedio, este tipo de robot reduce a la mitad la fuerza laboral necesaria.
- *Soldaduras de arco.* No requiere de modificaciones sustanciales en el equipo de soldadura y aumenta la flexibilidad y la velocidad de trabajo.
- *Moldeado por extrusión.* Para la fabricación de materiales termoplásticos es ideal el uso de robots, por la creciente demanda de partes especializadas de gran complejidad y precisión, favorece el aumento de la producción y la calidad de los productos.
- *Forjado.* Quizás la principal aplicación de los robots industriales es la manipulación de partes metálicas calientes en el proceso de forjado de metales.
- *Aplicaciones de prensado.* Prensado de partes y paneles de vehículos y estructuras de aviones, electrodomésticos



Foto: Metal Actual



Foto: <http://picasaweb.google.com/>

► La diferencia entre la maquinaria convencional y un robot radica en la posibilidad de reprogramar el último para cumplir diversos procesos.

ACERO INOXIDABLE
LAMINA • TUBERIA

WESCO

El mejor acero del mundo
con el mejor servicio.

Por que
escuchamos
a Nuestros
INDUSTRIALES

CENTRO DE
SERVICIOS

- Doblado
- Satinado
- Soldadura
- Plastificado
- Corte láser
- Corte por plasma
- Cizalla - tren de corte

Av. Calle 63 No. 74B - 42 Int. 6 Parque Industrial Normandia
Bogotá - Colombia

(1) 7 430 304

wesco.com.co



Foto: Metal Actual

► *Muestra de Robots industriales Feria Interacional de Bogotá.*

y otros productos metalmecánicos, esta es un área de rápido desarrollo de nuevos tipos de robots, ya que el sector demanda cada vez más productividad y calidad.

- *Pinturas y tratamiento de superficies.* La rapidez y la calidad son dos de las causas por las que se prefieren los robots en la aplicación de pinturas y recubrimientos superficiales.
- *Carga y descarga de máquina-herramientas.* Los robots aumentan la flexibilidad y versatilidad de las máquinas herramientas y permiten su articulación entre sí. Contribuyen a la reducción de stocks, minimizan costos del trabajo directo e indirecto, aumentan la calidad de la producción y maximizan la utilización del equipo.

Selección de Robots

Según el Ingeniero Juan Carlos Puentes, asesor de la compañía Mavicontrol Ltda, representante autorizada de Mitsubishi Electric Automation, la industria colombiana tiene un grave déficit de automatización, por dos razones básicamente: la primera radica en el 'prejuicio' de los empresarios frente a los costos de la tecnología, pues suponen que robotizar sus procesos, implica una inversión muy alta. En segundo lugar, históricamente había sido difícil adaptar los equipos robóticos a la industria nacional, pues no se contaba con profesionales capacitados en el área.

En aras de contrarrestar estos dos problemas, Puentes explicó que en todo el mundo, como consecuencia de la estandarización de los componentes y el aumento de la oferta, el costo de los robots está cayendo año tras año, al igual que los sistemas que los controlan, el software y los equipos periféricos. Así mismo, dijo que actualmente el país cuenta con representación directa de importantes multinacionales fabricantes de robots industriales, que a su vez han capacitado ingenieros colombianos para prestar asesoría enfocada a las necesidades de cada usuario. "Los fabricantes no solamente son proveedores de robots,

sino acompañantes de la automatización. De acuerdo a las necesidades del cliente se sugiere y desarrolla el robot más adecuado, justo a la medida; ni tecnológicamente sobredimensionado, para que sea más costoso; ni demasiado básico, para que no pueda desarrollar los procesos.", indicó.

Sobre esta asesoría, Diana Rojas, ingeniera Industrial de la Universidad Industrial de Santander, explicó que las compañías distribuidoras analizan las variables más importantes del proceso: producción anual, maquinaria con la que se cuenta, accesibilidad a nuevas tecnologías, competencia del personal, presupuesto y ventajas y desventajas de la robotización. Posteriormente, con base en los datos obtenidos, los ingenieros eligen una solución robotizada para cada necesidad.

Al implementar la automatización es muy importante que las características de los robots coincidan con las exigencias del proceso. Para ello, es conveniente que el empresario tenga en cuenta las diferentes capacidades que le ofrecen los equipos y sus factores diferenciadores.

Informe anual World Robotics 2008

Según el último informe del Departamento de Estadística IFR, "World Robotics 2008", publicado en octubre pasado, a finales de 2007 habían alrededor de 1 millón de robots industriales en todo el mundo, es decir tres por ciento más que en 2006, con la instalación de 114.365 equipos nuevos. En términos de valor, el mercado creció 11 por ciento y se consolidó en US\$6.000 millones, cifra que no incluye el costo del software, periféricos y sistemas de ingeniería, por lo que se estima que el valor real del mercado, en 2007, superó los US\$18.000 millones.

El año pasado, a pesar de la caída en cuatro por ciento, cerca de 36.000 unidades menos, el mercado de la robótica de Asia y Japón continuó siendo el más grande, seguido de Europa con un aumento del 15 por ciento, el más alto registrado en los últimos años y 34.900 unidades vendidas. Por su parte, en Estados Unidos se incrementaron las colocaciones 9 por ciento, con 19.600 unidades más que en 2006. Alemania es el país que más incrementó el uso de la robótica, con un crecimiento de 30 por ciento y la industria automotriz el motor de este desempeño.

América Latina presenta resultados mixtos, porque mientras México disminuyó en 10 por ciento la compra de robots industriales, Argentina y Brasil aumentaron la demanda de estos equipos; las entregas a estos países casi se duplicaron.

En cuanto a las proyecciones, se prevé que el mercado mundial de robots industriales aumente un cuatro por ciento de 114.365 unidades en 2007 a 118.900 en 2008. A partir de 2009, se estima que aumentará en promedio anual 4,1 por ciento anual y llegará a 134.100 unidades más en 2011, es decir, cerca de 1.500.000 robots industriales en todo el mundo.

Según el Departamento de Estadística IFR, la tendencia mundial es hacia la automatización de la "no-industria automotriz", es decir, los proveedores comenzarán a penetrar otros tipos de industrias diferentes a la fabricación de automóviles, tales como: metalmecánica, siderúrgica, plásticos, vidrio, alimentos y bebidas y laboratorios farmacéuticos.

Factores a tener en cuenta

- **Carrera:** el recorrido o distancia que un robot alcanza, su carrera, es uno de los elementos a tener en cuenta cuando se va a adquirir un brazo mecánico. Se adquirirá uno u otro en función del espacio de trabajo, la ubicación de la pieza y las dimensiones de la máquina. Hay que tener en cuenta el escenario de todo el proceso, por ejemplo, si el robot debe soltar la pieza a un lado de la máquina o por detrás de ésta. La carrera está dada en mm y sustentada en los movimientos sobre los ejes X (movimiento frontal o profundidad de agarre), Y (movimiento vertical o altura de levante) y Z (movimiento transversal).
- **Área de trabajo:** junto al recorrido del robot es importante considerar el área de trabajo, la ubicación de la pieza, la maquinaria convencional y los operarios con respecto a la ubicación del brazo mecánico.
- **Capacidad de carga:** desde luego, también hay que tener en cuenta el peso de la pieza, así como el de los instrumentos periféricos, como el mecanismo de agarre, la pistola o la boquilla del robot. Porque el brazo mecánico debe soportar la combinación de todas las cargas.
- **Velocidad:** en cuanto a la velocidad, un valor a menudo utilizado como argumento para vender, en ocasiones se presentan en términos de picos de velocidad (puntos de velocidad en un proceso), pero esta información no es válida si no se conoce la aceleración. Es decir, un robot puede tener un pico de velocidad elevado pero poca aceleración. El dato más útil es saber en cuánto tiempo un robot puede recorrer una distancia específica.
- **Seguridad y facilidad de manejo:** cada vez más, la facilidad del manejo es un valor al alza. La pantalla del control y facilidad para conectar el robot con otras máquinas, son elementos a tener en cuenta. También, al igual que otros equipos utilizados en la industria, la fiabilidad, la seguridad y cuestiones relativas a los elementos de protección industrial en el área de trabajo son muy importantes.
- **Precio:** para terminar, el factor precio, en muchas ocasiones decisivo. Sin embargo, más que mirar el precio como un dato aislado, conviene dedicar un tiempo a analizar los ahorros que se pueden obtener reduciendo los tiempos muertos o aumentando el tiempo de ciclo.



Foto: www.news.thomasnet.com

► Los nuevos modelos están equipados con sensores que registran información para interactuar con el entorno.






GRISTAR®





<p>BOGOTÁ TELS: (1) 360 2640 / 2710 / 2718 FAX: (1) 277 0221</p>	<p>CALI TELS: (2) 654 4100 TELEFAX: (2) 654 1343</p>
<p>BARRANQUILLA TELS: (5) 351 0824/ 0853 TELEFAX: (5) 341 8304</p>	<p>PEREIRA TELEFAX: (6) 331 0089</p>
<p>MEDELLIN TELEFAX: (4) 260 6854</p>	<p>CUCUTA TEL: (7) 579 1543 FAX: (7) 578 0444</p>

www.megriweld.com
 serviciентebogota@megriweld.com



West-Arco

Número UNO en soldadura



Es líder absoluto en el mercado por su insuperable calidad resultado de un impecable proceso productivo certificado bajo la norma ISO 9001 : 2000

- Electrodo alambre y equipos.
- Asesoría y capacitación a usuarios.
- Calificación de procedimientos y soldadores.
- Servicio de laboratorio.
- Distribuidores en todo el país.

SEDE PRINCIPAL: Av. (Cra.) 68 No 5 - 93. TEL: 4176288

Para puntualizar, el costo del robot depende de sus especificaciones, capacidad, flexibilidad y tecnología. Además de los factores complementarios como equipos periféricos, dispositivos de fijación y señalización, puesta en marcha y puesta a punto, servicio postventa, entrenamiento y mantenimiento. Usualmente una solución completa puede estar por el orden de 30.000 y 70.000 dólares, sin embargo, hay industrias que por su tamaño requieren de más recursos.

Según el Ingeniero Puentes, generalmente la productividad de una compañía que ha automatizado o mejor aún, robotizado sus procesos, aumenta en 40 por ciento, índice que garantiza más utilidades y reorganización de la mano de obra calificada, que puede ser asignada a otros trabajos, más convenientes para el ser humano. Por ejemplo, al no emplear un operario para hacer una labor repetitiva de soldadura de punto y reemplazarlo por un robot, el operario

puede convertirse en el supervisor de línea de calidad y así garantizar la excelencia del proceso. En últimas, el objetivo de la automatización no es eliminar puestos de trabajo, por el contrario, con una mayor productividad y crecimiento, las empresas lo que hacen es ampliar sus nóminas en diversas áreas: administrativa, comercial, técnica, tecnológica, inventarios y contabilidad etc.

A simple vista, la inversión inicial es alta, sin embargo, si se compara en términos de costo - beneficio, puede recuperarse en un corto periodo, gracias a que las ventajas de los robots industriales son realmente representativas para las diferentes industrias. Con la robotización es posible reducir tiempos, labores, mano de obra no calificada y aumentar la productividad, así como el incremento de la utilización de maquinaria y mejora de la calidad. ▶

Made in Colombia

Colombia cuenta también con una compañía dedicada a la fabricación de brazos robóticos para la industria, se trata de Micromac, un proyecto liderado por la Gobernación de Risaralda y la Cámara de Comercio de Dosquebradas, con el apoyo del Fondo Colombiano para el Desarrollo de las Mipymes (FoMipyme).

Desde hace dos años, con diseño nacional y un 95 por ciento de materiales colombianos, cuatro ingenieros liderados por el diseñador y desarrollador Pablo Pérez Santiago, emprendieron la tarea de construir dos tipos de equipos robotizados especiales para la industria nacional, de aplicación para

la soldadura MIG-MAG, el corte con plasma, paletizado, pintura y manipulación de piezas y herramientas. Hasta el momento se han construido dos prototipos que están trabajando con éxito en una de las compañías metalmecánicas de Risaralda. Actualmente se tienen cerca de 40 solicitudes de compra.

El primer robot fue nombrado Axon LV 04, este cuenta con cuatro grados de libertad, una capacidad de carga máxima de 4.0 Kg, área de trabajo de 2.0 mts y alcance vertical de 80 cm. El segundo equipo es se bautizó Axon LV J3 05, diseñado con seis grados de libertad, para un área de trabajo de 2,40 mts y un alcance vertical de 1,70 mt, precisión de 0,5 mm. Ambos tienen disponibles sistemas de visión básicos por pixel, sistemas porta pinzas, mesa de trabajo y posibilidad de desplazamiento.

Foto: Metal Actual



▶ Axon LV J3 05, primer robot industrial nacional comercializado

Informes:

www.micromacrobots.com

Fuentes

- **Diana Rojas.** Ingeniera Industrial Universidad Industrial de Santander. agapirojas@hotmail.com
- **Germán Acevedo.** Ingeniero Electrónico. german@psh4riders.com
- **Juan Carlos Puentes.** Ingeniero Asesor Mavicontrol Ltda. www.mavicontrol.com - jpuentes@mavicontrol.com
- **Pablo Pérez Santiago.** Ingeniero Diseñador y Desarrollador de Micromac.. www.micromacrobots.com - micromacplec@hotmail.com.
- **Monografía, "Robótica y Aplicaciones".** Autores: Ana María González anitaga@mixmail.com y Mauricio Espina mauricioe@entelchile.net
- **Principios básicos de la robótica.** Autor: Antonio Sánchez
- **Robótica.** Autor: Anibal Ollero Baturone
- **Comité Español de Automática**
- **World Robotic 2008**
- www.chi.items.mx, www.robotiker.com, www.festo-didactic.com, www.cfiavalladolid2.net, www.roboticspot.com, www.eupmt.es, www.mitsubishi.com, www.inserrobotica.com

Reciba todo el
apoyo que necesita
en tecnología
para su empresa



 **IMOCOM**

Con nuestro equipo humano y la mejor solución industrial optimiza la producción de su empresa y hace más futuro. Invierta en maquinaria especializada en: Control numérico computarizado CNC, Electroerosión, Convencionales, Chapa, Movimiento de materiales, Soldadura, Control de calidad, Herramientas y Aire comprimido.

Bogotá: (1) 413 7755 – Cali: (2) 665 0200 – Medellín: (4) 301 1110 – Barranquilla: (5) 353 0661 – Bucaramanga: (7) 643 2317
Manizales: (6) 884 6711 – Quito: 593 (2) 244 7662 – Guayaquil: 593 (4) 223 2456 – Valencia: 58 (241) 832 5794.

www.imocom.com.co