



47 AÑOS DE UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE) EN LA ARMADA DE CHILE

Gerardo Covacevich Castex*

Los UAV representan un importante avance en la guerra moderna. La Armada de Chile los ha empleado desde el año 1965, representando notables beneficios para el entrenamiento de las dotaciones y la efectividad de los sistemas de armas anti-aéreos. El artículo presenta un relato cronológico de cada uno de los modelos que se han operado (el Northrop KD2-R5, el Jet Drone Chukar (MQM-74A), el Mantarraya y el SKUA de reconocimiento para la Infantería de Marina). En todo este proceso ha sido determinante la participación de la industria nacional, lográndose fabricar y mantener en el país aviones y su electrónica de control, con las innumerables ventajas que ello conlleva, además de ofrecer amplias posibilidades de desarrollo futuro.

- Introducción.

El UAV (por la sigla en inglés: *Unmanned Aerial Vehicle*) representa uno de los grandes avances en la guerra moderna y ha demostrado cabalmente su relevante contribución al éxito en las operaciones militares, navales y aéreas de todo tipo, singularmente en lo que se refiere a vigilancia, reconocimiento y, en general, obtención de inteligencia en tiempo real, complementando y apoyando con gran éxito el uso tradicional de aeronaves tripuladas y de estaciones terrestres, incluso controlados desde continentes lejanos al escenario del conflicto. En los últimos años hemos podido también conocer del empleo de UAV armados realizando misiones con letales resultados. Desde la óptica aeronáutica, es conocida la expresión (en inglés) de la regla de las tres "D": "*let the UAV do the Dull, Dirty and Dangerous*", ("*deja que los UAV hagan lo aburrido, lo sucio y lo peligroso*").

Existen diversos tipos de UAV, desde el micro, de muy pequeño tamaño, para operaciones especiales circunscritas a pequeños espacios, hasta aeronaves de

varias toneladas de peso de despegue para teatros o fuerzas que requieren vigilar y operar en grandes áreas. La evolución ha sido rápida, muy consecuente con los sorprendentes avances de la tecnología; en este sentido, destaca el novedoso X-47B, UAV jet multimisión, diseñado para operar desde portaaviones. Los inventarios de sistemas no tripulados de todo tipo se incrementan a un alto ritmo, especialmente en los países más desarrollados, normalmente como consecuencia de sus experiencias en conflictos recientes así como por un esfuerzo prospectivo de los escenarios más probables.

Haciendo una retrospectiva cronológica, los primeros UAV fabricados en series numerosas fueron aquellos destinados a su empleo como blanco para la artillería. La Armada de Chile no ha estado ajena al desarrollo y empleo de ellos; por el contrario, ya en los años sesenta, Oficiales Artilleros de la Escuadra demandan la obtención de aviones no tripulados para el entrenamiento de las armas antiaéreas de la fuerza, compuestas por una considerable cantidad de ametralladoras y cañones de

* Vicealmirante. Oficial de Estado Mayor.

varios calibres y los misiles Sea-Cat (primer misil embarcado en América Latina).

Los primeros UAV o “Drones”¹ llegan a Chile el año 1965, obtenidos a través del PAM (Pacto de Ayuda Mutua), con los EEUU de NA. Desde entonces, se han efectuado cientos de vuelos, se han desarrollado capacidades de mantenimiento y fabricación y se ha evolucionado en modelos y prestaciones. En este trabajo, se pretende mostrar la evolución de los UAV en la Armada, a través del relato cronológico de cada uno de los modelos que se han operado y, muy importante, de la determinante participación de la industria nacional en esta poca reconocida bitácara.

- El Drone “Trauco”.

El primer avión incorporado a la Armada fue el Northrop KD2-R5, conocido en la USN como MQM-36. Fabricado desde el año 1946, ha sido uno de los modelos más populares, con más de 50.000 unidades fabricadas. Posee una autonomía de una hora a una velocidad de 200 nudos, pesa 165 kilos y tiene 3,85 metros de largo por 4 de envergadura (ancho).

Luego de dos años de una serie de gestiones, el año 1963 van a curso a Norfolk (EEUU de NA) el entonces Teniente 2º Juan Eduardo Echeverría O. y tres mecánicos (de motores, electrónica y estructuras). Al año siguiente, se comienzan a recibir diez drones más sus equipos de control y lanzamiento. Este personal y los UAV conformaron el Destacamento de Drones, subordinado a la Comandancia de la Aviación Naval, la que asume la responsabilidad de estos sistemas. Durante algunos años, el destacamento dependió del Escuadrón de Helicópteros de Ataque HA-1 del mismo mando.

Los “pioneros” (figura 1) recuerdan que el primer vuelo realizado en Chile fue en junio del año 1965, despegando desde la cubierta de vuelo del crucero “O’Higgins”,

el cual se encontraba operando con el resto de la Escuadra en el área norte del país.



Figura 1.

De acuerdo a historiales, “entre los años 1971 y 1978 se contó con 20 blancos, efectuándose 101 lanzamientos, 98 para la Escuadra y 3 para el DIM “Aldea”. Como record se llegó a lanzar un mismo drone 17 veces, alcanzando un promedio de 5 vuelos exitosos por aeronave.” (Figura 2).

A contar del año 1977, producto de las restricciones a la compra de insumos militares en los EEUU de NA impuestas por la “Enmienda Kennedy”, dejaron de recibirse repuestos y aviones de reemplazo. Esta restricción logística, unida a la destrucción por parte de la artillería significó quedar sin aviones operativos. Luego de algunos estudios de mercado, el año 1978 la Dirección General de los Servicios de la Armada (DGSA) contrata a la empresa nacional Industrias Eléctricas RMS SA², inicialmente para dejar operativos algunos aviones con materiales originales y otros incorporados por la empresa. Ese mismo año se fabrica por primera vez en forma íntegra la estructura de un drone Trauco en Chile.

A poco andar, el año 1980, se ordena la construcción de 9 drones enteramente fabricados en RMS (Trauco II). Estos UAV poseían un sistema de control analógico, con las mismas capacidades del norteamericano,

1. Drone es un término aparentemente introducido por la empresa Northrop, de la expresión inglesa de “abejorro”, y bautizados así por su zumbido característico, popularizando esa expresión, que hasta hoy se emplea con frecuencia para referirse a los UAV.
2. El nombre de RMS proviene de sus primeros dueños: Roth, McColl y Styles



Figura 2.

con un mantenedor de altura barométrico y control manual de vuelo. Posteriormente, entre los años 1981 y 1982 se construyen otros 6 drones. En los años venideros se continuó produciendo aviones y repuestos para satisfacer las necesidades de la Armada de Chile.

A contar del año 1991, la Armada encarga a RMS la reingenierización de la electrónica de control del sistema y financia la adquisición de cuatro aviones para desarrollo. Posteriormente, el año 1993, la Institución inicia el Proyecto Trauco III, que contempla fabricar cinco aviones y toda su electrónica de control, esta vez digitalizada y con control telemétrico. Este prototipo nace de la tesis del Sr. Patrick McColl para obtener el título de Ingeniero Civil Electrónico en la UTFSM³. Respecto de la estructura, en general se mantienen los estándares y diseño originales, *“incluso en algunos casos se lograron mejoras sustanciales, como es el caso de las alas, las cuales fueron fabricadas de materiales compuestos notoriamente más resistentes que los originales...”* (figura 3). Los Trauco III fueron validados en julio del año siguiente; este avión, equipado ya con GPS, ofrece un vuelo controlado por telemetría hasta 50 millas y 1 hora de vuelo.

En diciembre del año 1997 se valida el Trauco III en su versión más completa: con Miss Distance Indicator (MDI)⁴ para

ejercicios AA y radioaltímetro para vuelo controlado a baja altura (50 pies).

El año 2003 la Fuerza Aérea de Chile adquirió un Trauco III con sistema de “flares” (pirotécnico generador de calor), el cual empleó para pruebas de aceptación de un misil anti-aéreo de guiado infrarrojo.



Figura 3.

- Beneficios para las dotaciones y la artillería.

Estos pequeños aviones no sólo son útiles para los fríos y matemáticos análisis del rendimiento de los sistemas de armas. Todos aquellos que hemos servido a bordo hemos vivido la emoción de un tiro sobre drone; es un desafío para la dotación... y qué decir para el personal a cargo de los sistemas, los que realizan oportuna y acuciosamente los preparativos y ajustes (setting-up) de sus baterías. Todos esperan el momento en que se inicie la corrida de fuego para el buque; hay impaciencia y mucha adrenalina. Cuando el Mando da la orden, se cruzan dedos y los que pueden, comienzan a escrutar el cielo con la esperanza de ver varios *Target Triggered Burst* (TTB⁵). Tras la orden de romper el fuego, el olor a pólvora invade el buque, el Oficial Artillero espera ansioso los resultados y ver cumplidos sus deseos de obtener un resto del destrozado drone para lucirlo con orgullo en la

3. Premio mejor proyecto de título relacionado con el desarrollo de la industria nacional entregado por el Instituto de Ingenieros de Chile año 1994.

4. El MDI es un sistema para evaluar la precisión de la artillería al medir mediante micrófonos la distancia y el cuadrante en que pasan los proyectiles desde el UAV. Ello permite introducir una desviación conocida en el sistema de control de fuego y así evaluar los tiros sin destruir el drone.

5. TTB corresponde a una activación de la espoleta del proyectil por la proximidad al blanco (usando una granada inerte), la que genera una voluta de humo oscuro.

galería de trofeos del buque (cuando se ha autorizado impactar)... es todo un evento que contribuye a la mística y espíritu de combate de una dotación. Este avión, el TRAUCO, en su versión III, continúa prestando sus servicios, y a pesar de la disminución de bocas de fuego anti-aéreas, es una alternativa simple y de bajo costo para uso desde a bordo en ejercicios evaluados (usando el MDI), como blanco a destruir por misiles (especialmente en el caso de baja altura) o para la validación de radares de Control de Fuego (donde son necesarios valores fijos y muy pequeños de área reflectora de radar (RCS). Además, y considerando que aún tienen bastante vida útil restante, es posible introducir nuevas mejoras en sus capacidades, como por ejemplo, el aumento de velocidad.

- *El Jet Drone.*

El año 1994, y luego de una visita a Israel del entonces DGSA, Vicealmirante Claudio Aguayo Herrera, la Armada adquiere en ese país cinco estructuras y sus respectivas turbinas de aviones Jet Drone Chukar (MQM-74A) con el propósito de modernizarlos y utilizarlos para la validación de misiles anti-misil. Estos aviones habían sido utilizados exitosamente por las Fuerzas Armadas de dicho país como deceptivos o señuelos (decoy) para activar los radares de las defensas antiaéreas adversarias y luego neutralizarlos con precisos y letales misiles anti-radiación, previo a los ataques aéreos de los caza-bombarderos sobre blancos terrestres.

Con los elementos del Chukar adquiridos, la Armada dio inicio al Proyecto GAVIOTA I, que consistió en la modernización de su sistema de control y su autopiloto, homologándolos al sistema digitalizado ya desarrollado en el país por RMS. Es interesante aquí destacar que estos aviones tuvieron un costo unitario, ya modernizados en Chile, de US\$ 86.000, siendo el de un similar nuevo en el extranjero del orden de los US\$ 750.000.

Hasta esta fecha, sólo era posible efectuar ejercicios de artillería con drones de alta velocidad norteamericanos en las operaciones UNITAS, siendo éstos uno de los ejercicios más esperados por las dotaciones nacionales. Entre otros, aún se recuerdan eventos como el derribo de un jet-drone por parte del DDG "*Williams*" el año 1976, con su batería de 40/70 Bofors y su novedoso sistema de control de fuego M4 1CH, y el derribo el año 1989 de un Chukar a 4.000 metros con el cañón 1 de la LM "*Chipana*" en el Estrecho de Magallanes.

En los años venideros, y hasta el año 2002, se adquieren otros seis aviones y se desarrollan cuatro fases del Proyecto Gaviota, invirtiéndose en total una cifra de alrededor de un millón de dólares.

La modernización de estos aviones representó un notable desafío tecnológico. Al finalizar el Pro Gaviota 4 se contaba con un autopiloto y un sistema de control moderno y muy capaz (que incluso en una oportunidad permitieron alejar al drone para iniciar su corrida de fuego desde 80 millas del buque lanzador, usando un plan de vuelo autónomo). Además, se desarrolló la capacidad para fabricar estos aviones localmente.

La incorporación de estos UAV representó un notable avance en estas materias, ya que por sus dimensiones (3.46 metros de largo por 1.69 metros de envergadura, 193 kgs de peso) y sus características operacionales (velocidad de 400 nudos, un rango de control de 50 millas, un alcance en vuelo pre-programado superior a las 200 millas y una capacidad de carga de 25 kgs), representaban un mayor desafío para su empleo y mantenimiento.

El empleo más beneficioso de estos UAV fueron varios vuelos para el entrenamiento y validación de sistemas de armas, siendo de éstos los más destacables aquellos ejecutados para las exigentes pruebas de aceptación de dos de los sistemas anti-misil Barak, adquiridos por la Armada prácticamente en su fase de desarrollo, e

instalados en ASMAR (T) en los Destructores Clase County (en ambos casos los drones resultaron destruidos).

Considerando estos antecedentes, la Armada decidió enfrentar el reto más difícil: la capacidad para volar sin piloto a baja altura sobre el mar. Para ello, era necesario lograr una operación rápida y precisa de un altímetro barométrico (sistema básico para el vuelo estándar) con un radio-altímetro, para hacerlo a baja altura, a la vez de lograr un algoritmo de comando muy equilibrado sobre los planos de control del vuelo del avión (estabilizadores y alerones), de tal manera que las acciones y reacciones de todo el sistema permitieran finalmente al avión volar a más de 350 nudos a pocos metros sobre las olas con una oscilación mínima de altura.

Esta especial capacidad se desarrolló inicialmente en los UAV Trauco (hélice), de 180 nudos, validándose satisfactoriamente el año 1997, a una altura de 20 pies sobre el mar. Lograrlo en los jet drones fue mucho más difícil debido a su velocidad (el doble), mayores dimensiones y peso, así como servomecanismos y superficies de control diseñadas para que el avión mantuviera razonablemente su altura, pero a varios cientos de pies sobre el mar. En estos procesos de diseño y prueba, se perdieron dos aviones, y lamentablemente, en ejercicios posteriores, se perdieron otros tres aviones durante el despegue a bordo (figura 4), por fallas en los “jatos”⁶ empleados, cuyo diseño y fabricación para uso individual (en el drone Trauco) fue contratado a otra empresa. Los “jatos” pueden ser motivo de otra historia, ya que por su carácter de “explosivo”, eran manejados por conductos distintos. Las mencionadas pérdidas, derivadas principalmente por problemas en los “jatos”, produjeron el congelamiento del proyecto Gaviota y con ello el término del empleo del Chukar en la Armada de Chile.



Figura 4.

- **El Mantarraya.**

El año 2007, el entonces DGSA, Vicealmirante Cristián Gantes Young, consciente de la necesidad de contar con drones para el apoyo a las validaciones de sistemas y el entrenamiento de la Escuadra, dispone retomar el desarrollo del sistema de vuelo a baja altura, pero esta vez empleando un UAV de bajo costo y muy simple operación: un ala delta de 40 kilos de peso, de velocidad máxima 120 nudos y que emplea una catapulta básica para su despegue (sin “jatos”), que había sido diseñada y fabricada también por RMS SA. Este eficaz avión de fibra se llamó Mantarraya y contribuyó a que en un plazo menor a dos años se concluyera exitosamente el desarrollo de un nuevo sistema de vuelo a baja altura. También se experimentaron en él una serie de cámaras de vigilancia y reconocimiento día y noche con data-link hasta distancias de 30 kilómetros.

El Mantarraya fue destacado por los medios de prensa nacional y televisión. El Mercurio, lo describió, junto con el Airbus 380 y otros 5 sistemas en exhibición, como uno de los “imperdibles de la FIDAE 2008” (figura 5); otro periódico lo llamó “el avión espía de la Armada” (figura 6). Por otra parte, es posible apreciar un sorprendente video de su vuelo bajo, sobre las copas de árboles en el popular sitio “YouTube”. Al término del proyecto, y de acuerdo a contrato, se entregaron dos aviones y un moderno sistema de control a la Armada. Este sistema de control

6. Jato, o Jet Assistance Take-off, es un rocket desechable que aporta la aceleración inicial.



Figuras (5 y 6). Mantarraya en FIDAE. Mantarraya en su rampa.

fue también adquirido por el Ejército de Chile para uso en sus experimentos en el desarrollo de un UAV táctico (*Lascar*) y también por una empresa de Concepción para similares fines.

Las eficaces características de esta plataforma, ya evidenciadas en más de 50 vuelos, permiten aseverar que es posible desarrollar con ella una serie de mejoras, como por ejemplo, el cambio de su motor a pistón por una turbina para incrementar su velocidad hasta 250 nudos o equiparlo como UAV de reconocimiento táctico.

- El Mini UAV Skua.

El año 2010, la Armada de Chile encarga a Seawind SA Ltda.⁷ el desarrollo y fabricación de un mini UAV de reconocimiento para la Infantería de Marina, aplicando su amplia experiencia en UAS (Unmanned Aerial Systems) y en especial varios de los avances logrados en el sistema de control del UAV Mantarraya. El SKUA es un UAV pequeño, lanzado con la mano, de un peso aproximado a 2 Kg, posee un tiempo de vuelo de 1 hora y un radio de operación de 10 Km. Transporta cámaras de televisión e infrarrojas para el reconocimiento silencioso en tiempo real de objetivos tanto diurnos como nocturnos. Cámaras laterales permiten la observación persistente de objetivos. La estación de control incorpora un PC de especificaciones militares con una interfaz gráfica de operación lo que permite, por

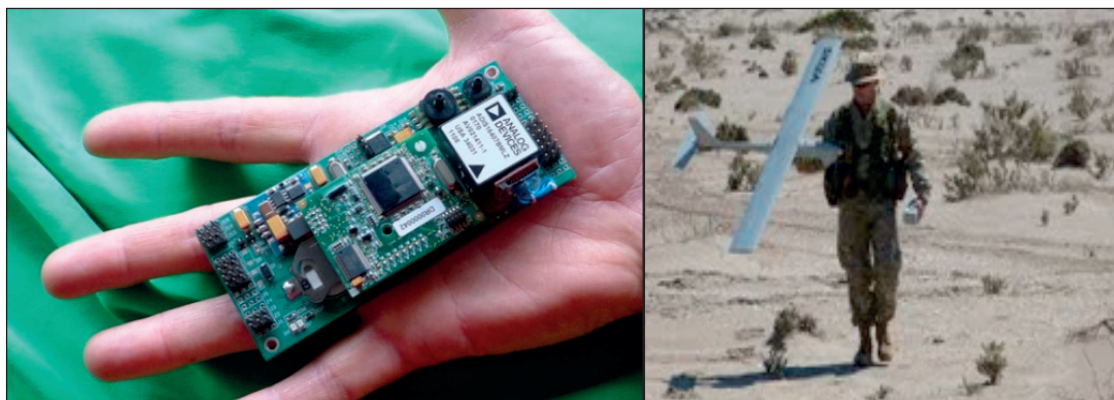
ejemplo, trabajar georeferenciadamente sobre una carta digital del terreno. El control del SKUA se realiza directamente sobre la pantalla táctil de manera amigable e intuitiva, minimizando los requerimientos de instrucción del operador.

Luego de más de cien vuelos de desarrollo y prueba, el sistema es entregado satisfactoriamente durante el mes de octubre del 2012 a la Brigada Anfibia Expedicionaria del Cuerpo de Infantería de Marina (CIM), constituyendo un nuevo e importante hito a nivel nacional para la Armada de Chile.

En relación a los desarrollos logrados en el sistema de control del UAV SKUA, vale la pena destacar el autopiloto⁸ DCS5 empleado en él: incluye sensores de aceleración, giros y magnetómetros de estado sólido (MEMS) con los que se mide la actitud del avión para su estabilización, además emplea sensores de altura barométrica y velocidad pitot junto con GPS para navegación georeferenciada y automatización de las diferentes fases del vuelo y recuperación. Mediante un datalink digital protegido (FHSS), el autopiloto se comunica con la estación de control, recibiendo los comandos y reportando los parámetros de vuelo al operador. Adicionalmente el autopiloto permite procesar el video de las cámaras diurnas o térmicas insertando información de georeferenciación en la imagen. (Figura 7 y 8).

7. El año 2007 y a raíz de un contrato para fabricar partes de un avión anfibia cuadiplaza norteamericano, RMS SA crea una nueva filial para sus productos aeronáuticos y de defensa llamándola SEAWIND SA Ltda.

8. El autopiloto contiene todos los sensores necesarios para estabilizar, controlar el avión en vuelo y manejar su carga útil.



Figuras [7 y 8]. Autopiloto DCS 5 del UAV SKUA. UAV SKUA en terreno.

- **La Industria Nacional.**

El Skua, así como los otros UAV descritos, representan con mucha claridad las innumerables ventajas de un producto de la industria nacional: en estos sistemas al menos, todos los costos son significativamente inferiores al de cualquier UAS extranjero de similares performances, aun considerando los costos del correspondiente desarrollo. También, se facilitan los procesos de adquisición y financiamiento. Pero no es sólo eso, quizás aún más relevante resultan las ventajas del soporte logístico: el mantenimiento de sistemas y software puede realizarse con facilidad a demanda, en cualquier momento. La totalidad de las partes y repuestos se encuentran disponibles o se fabrican en la empresa proveedora.

Por otra parte, tanto las modernizaciones (up-grades) y modificaciones derivadas de nuevos requerimientos operacionales del usuario como también del vertiginoso avance de la tecnología, pueden requerirse y ejecutarse en cualquier momento. Por ejemplo, en pocos meses se espera aumentar significativamente el alcance del data-link del UAV Skua gracias a la salida al mercado de un nuevo transmisor de video digital miniaturizado.

Otros aspectos que se facilitan enormemente por tener al fabricante y proveedor “en casa” son las integraciones a los sistemas de mando y control del usuario,

la instrucción y entrenamiento del personal sometido a rotación, el análisis técnico de la data de vuelos (en el caso del Skua, se registran alrededor de 100 variables 20 veces por segundo) y el permanente apoyo a nivel de ingeniería y de operación para la mejor definición de sensores y su uso óptimo de acuerdo a los requerimientos operacionales del usuario.

- **Conclusiones.**

- Durante los últimos 47 años, la Armada de Chile, con esfuerzo y especial dedicación de algunas de sus autoridades, ha logrado desarrollar la capacidad institucional para operar UAV desde sus buques y tierra, ganando una valiosa experiencia y un liderazgo inigualado en el país. El empleo de estos aviones ha contribuido en forma importante a alcanzar y certificar un alto nivel de eficacia combativa de sensores y armas anti-aéreas de las unidades de combate.
- En este esfuerzo, la Armada ha contado siempre con la cooperación de la industria nacional, la que ha desarrollado las capacidades para producir y mantener en el país aeronaves no tripuladas de excelente desempeño operativo.
- La incorporación del UAV de observación táctica SKUA a la Brigada Anfibia Expedicionaria del CIM, representa un importante hito a nivel nacional,

siendo el primer UAV de reconocimiento plenamente incorporado a una fuerza operativa.

- En el actual escenario de rápida y decidida incorporación de los sistemas UAV a las operaciones navales, la experiencia existente, los modelos desarrollados y las capacidades industriales disponibles permiten enfrentar nuevos desafíos, no sólo para las necesidades de los sistemas de armas modernos, sino también para tareas de vigilancia y reconocimiento, es decir, en la obtención de inteligencia en tiempo real, complementando el

uso tradicional de otros medios aéreos tripulados y de estaciones terrestres.

- Las capacidades disponibles permiten también pensar en posibles desarrollos nacionales de sistemas no tripulados para empleo naval, como por ejemplo, blancos de superficie para la artillería o plataformas para guerra contra minas, los cuales ya son parte del inventario de algunas armadas de países desarrollados, e incluso en sistemas para defensa de costa o para ataques selectivos de precisión, también existentes en los inventarios de algunas fuerzas armadas.

* * *

BIBLIOGRAFÍA

1. *Relato del Capitán de Navío Sr. Juan Eduardo Echeverría O.*
2. *Documentos oficiales –no clasificados– del Destacamento de Drones de la Comandancia de la Aviación Naval.*
3. *Antecedentes disponibles en RMS SA Ltda.*
4. *El Mercurio*, 5 de abril de 2008.
5. *Las Últimas Noticias*, 1° de abril de 2008.
6. *Vuelo Baja Altura del UAV Mantarraya realizado en Chile por RMS el 10 de julio de 2008. Altura de vuelo 26 metros, velocidad 200 Km/hr en www.youtube.com/watch?v=XmNN1IAgdgE.*
7. *Antecedentes disponibles en RMS SA Ltda.*