

DESEMPEÑO DE LAS DRAGAS DE ROSARIO DE CANGILONES EN EL PUERTO BUENOS AIRES Y PERSPECTIVAS PARA EL FUTURO

Ing. Marcos De Vincenzi mdevincenzi@puertobuenosaires.gov.ar
ADMINISTRACIÓN GENERAL DE PUERTOS S.E. (www.puertobuenosaires.gov.ar)

1. Introducción

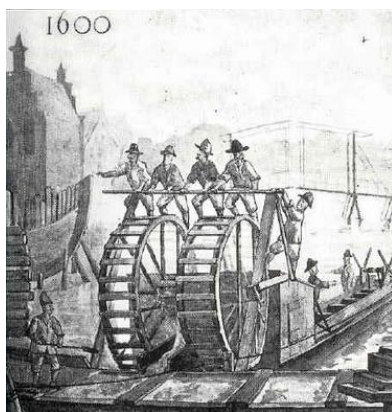
Las dragas de rosario de cangilones han caído en desuso en muchas regiones del mundo en el dragado del interior de los vasos portuarios y otros sectores operativos, por diversos motivos, entre ellos: baja capacidad de producción en comparación con la de otros equipos de dragado, alto costo de mantenimiento, operación con anclas y cables que dificultan la navegación y actividad de los buques en muelle, elevada tripulación y la necesidad de contar con equipos auxiliares permanentes. Sin embargo, en nuestro entorno aún tienen asignada una tarea donde, desafiando el paso del tiempo, continúan dragando: Puerto Buenos Aires.

Siendo este el principal puerto argentino en carga general contenedorizada y el único puerto federal del país, el autor propone analizar las características principales de este tipo de dragas, concentrándose en la operación específica dentro del puerto y en las dificultades que, en la actualidad, los equipos experimentan en la convivencia con el resto de las embarcaciones, en especial, habida cuenta la concesión en Terminales privadas de los muelles y espacios de operación portuaria, con sus condicionamientos. A su vez, se calculó la productividad de los equipos en condiciones ideales de operación y se presentan los valores reales obtenidos, entre otros parámetros técnicos.

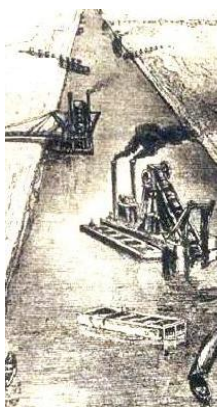
Asimismo, tratándose Buenos Aires de un puerto con certeros planes de desarrollo en el corto y mediano plazo, se evalúan las perspectivas de los equipos para el futuro, proponiendo medios alternativos ante las nuevas exigencias que demandan los buques que actualmente hacen escala en sus muelles.

2. Enfoque histórico

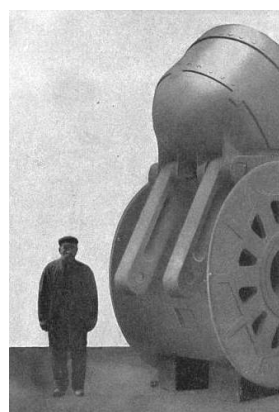
Desde un punto de vista histórico, las dragas de rosario tienen su origen en Holanda, en el año 1589, cuando se inventó la primer máquina auxiliar para los trabajos de dragado, denominada mud mill o “fábrica de lodo”, en un principio accionada íntegramente por el hombre y 30 años después, por caballos, con un esquema de funcionamiento similar al rosario de cangilones.



“Mud mil” o fabrica de lodo



Apertura del Canal de Suez



Cangilón draga “David Gale”

Esta situación perduró por muchos años y recién en la segunda mitad del Siglo XIX las dragas a vapor se impusieron definitivamente a aquellas accionadas por caballos. Por aquel entonces, participaron en la apertura del Canal de Suez, conformando uno de los grandes hitos de la historia de la ingeniería mundial. A su vez, por el año 1900, las dragas de rosario eran las más populares en Europa, posición que conservaron hasta pasada la Segunda Guerra Mundial.

La draga de rosario más grande jamás construida fue la “David Gale” botada en el año 1904 por la firma Lobnitz & Company, destinada a mantener la profundidad en el Canal de Suez. La misma ostentaba 79 metros de eslora, 14 metros de manga y cangilones de 1500 litros de capacidad. Fue radiada del servicio en Róterdam en el año 1964.

Hasta 1915 que las dragas de rosario aumentaron progresivamente su producción, a través de una mayor potencia en los motores y mayor tamaño del cangilón. Pretender incrementarla aún más hubiera significado un rosario excesivamente pesado, incompatible con las tareas de mantenimiento que el mismo requiere en forma permanente. A partir de allí, no hubo aumentos significativos ni cambios sustanciales en el diseño, mas allá del advenimiento de los motores diesel que reemplazaron a sus pares a vapor.

El gigantismo naval impulsado a mediados de la década del 60 aumentó considerablemente las necesidades de dragado en los grandes puertos europeos, no solo en volumen sino también en profundidad, lo que generó que las dragas de rosario fueran reemplazadas progresivamente por equipos hidráulicos de mayor rendimiento.

Las últimas construcciones datan de los años 80, y dos de ellas pertenecientes a la Dirección Nacional de Vías Navegables son las que se evalúan en el presente trabajo, las cuales a través de un convenio con la Administración General de Puertos S.E. dragan en el Puerto Buenos Aires.

3. Breve descripción de las dragas de rosario de cangilones

Las dragas suelen clasificarse en función del tipo de acción que ejercen sobre el terreno a remover durante el proceso de arranque y elevación. Así, se distinguen dos grupos generales:

- a. **Dragas Mecánicas:** El arranque del material se logra por la fuerza que un elemento mecánico genera sobre el terreno. Puede ser una cuchara, un cangilón, un balde, etc. Estos equipos se caracterizan por minimizar la alteración del suelo durante su extracción y elevación.
- b. **Dragas Hidráulicas:** El arranque del material se logra a través de la succión generada por una corriente ascendente de agua, impulsada por grandes bombas centrífugas dispuestas a bordo de la embarcación. El proceso aumenta la dilución del suelo, obteniendo una concentración de sólido aproximada del 25 % en los tubos de succión.

La draga de rosario consiste básicamente en una cadena sinfín de baldes o cangilones que se desplazan sobre una escala inclinada, de gran rigidez, instalada sobre un pontón. Los cangilones se encuentran vinculados por pernos y eslabones, y en conjunto se desplazan sobre la escala a través de elementos denominados rolos, fijos en ella.

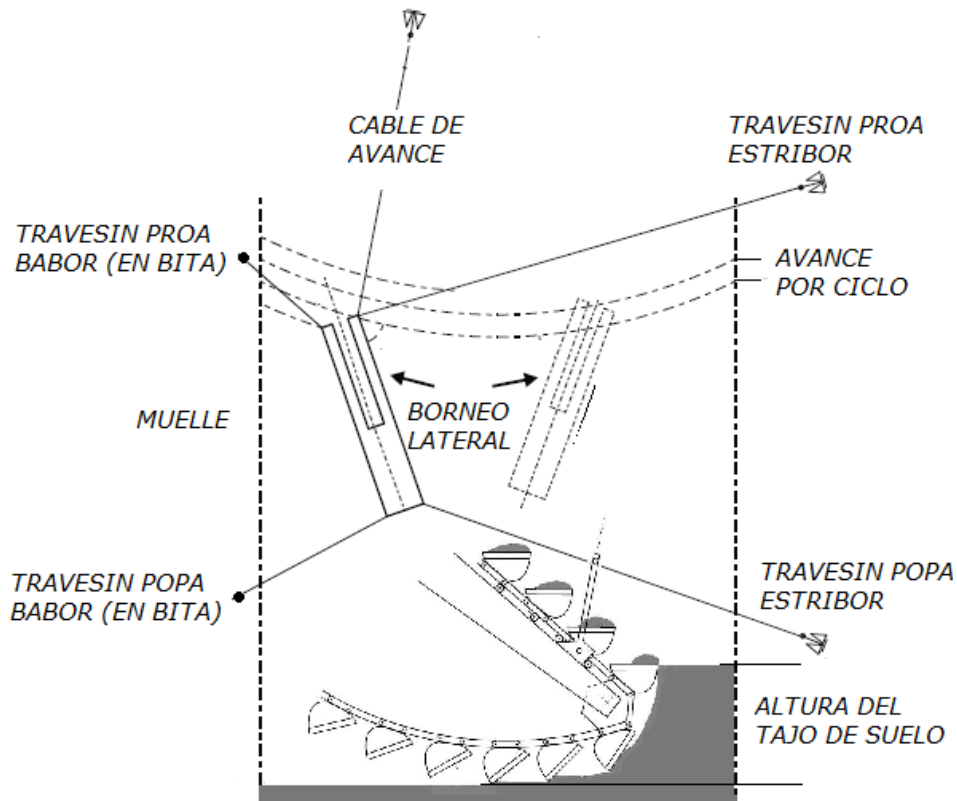
Los cangilones son de hierro fundido con los bordes de ataque especialmente resistentes a la abrasión. No obstante ello, el mantenimiento general de la embarcación exige un periódico recrecimiento de los mismos, con el fin de mantener su forma original la cual responde al triple objetivo de facilitar el corte del terreno, su elevación y el posterior vertido a los ganguiles.

El rosario es guiado por dos cuerpos denominados “prismas” ubicados en los puntos extremos de la escala. El prisma alto es el que transfiere la energía al rosario, por ello es sometido a grandes esfuerzos que tienden a deformarlo y, al igual que los cangilones, es necesario recrecerlo con frecuencia. El prisma bajo suele tener una o dos caras más que el prisma alto, de ese modo se logra una mayor longitud de corte en la parte baja y un movimiento más fuerte del cangilón en la parte alta, favoreciendo el vertido.

El pontón tiene una amplia escotadura rectangular en su proa, por donde pasa la escala. Sobre su cubierta, suelen levantarse dos casillajes: el central y el de proa. El primero sirve de soporte al prisma alto y todos sus mecanismos de accionamiento. El segundo sirve de soporte al chigre de elevación de la escala y al de avance longitudinal. A su vez, aloja el puente de mando.

La extracción del suelo la efectúa a través del corte del terreno con los cangilones, una vez colocada la escala a una determinada profundidad. Para vencer la resistencia al corte que el suelo ofrece, es necesario disponer de una fuerza que mantenga la embarcación contra el tajo. Esto se consigue mediante un chigre que acciona un cable denominado “avance”, fondeado por medio de un ancla a una distancia considerable por delante del pontón.

Para que el corte sea continuo, poniendo suelo al alcance de los cangilones, la draga debe desplazarse lateralmente. Para ello se dispone de cuatro chigres que accionan otros tantos cables denominados “travesines” situados dos a cada banda, en proa y en popa. Los travesines suelen fondearse, al igual que el cable de avance, por medio de anclas. En el caso que la draga trabaje abarloada a un muelle, los travesines de la banda próxima pueden sujetarse a las bitas del mismo, tal cual sucede en el dragado en el interior de las dársenas de Puerto Buenos Aires.



El movimiento lateral de la draga o “borneo” se consigue cobrando dos travesines de una banda y simultáneamente soltando los travesines de la banda contraria. Esto permite recorrer todo el ancho de la franja a dragar, donde una vez alcanzado el límite, es necesario actuar sobre el chigre de avance para mover la draga en sentido longitudinal y reiniciar el ciclo en sentido inverso. El ancho de la franja de dragado viene impuesta por las distancias a las que se pueden fondear los travesines y el cable de avance. De no existir otras restricciones, normalmente se trabaja en franjas de entre 60 y 100 metros.

Las dragas de rosario de cangilones no son aptas para trabajar expuestas a condiciones hidrometeorológicas adversas. Se encomienda al cable de avance mantener la draga en posición y próxima al tajo a remover. Sin embargo, en lugares con amplitud de marea considerable y por ende fuertes corrientes que invierten su sentido ciclicamente, las dragas cuentan con un sexto cable en la popa denominado “retenida de popa”. En Puerto Buenos Aires, este cable no se utiliza dado que el fenómeno descrito no genera corrientes que lo ameriten.

Como colorario, se observa que las dragas de rosario no tienen propulsión propia y su movimiento lo realizan exclusivamente por medio de cables, los cuales representan una interferencia a la navegación en áreas navegables confinadas; O todo caso, la navegación genera inconvenientes al normal desarrollo de las tareas de dragado.

4. Características geotécnicas del suelo

Se adoptará un perfil de suelo que servirá de modelo para el presente trabajo. Este perfil es representativo del material dragado dentro del Puerto Buenos Aires, considerando no solo sus características geotécnicas sino también la periodicidad con la que se realizan los dragados en los sectores operativos de mayor exigencia, considerando las dimensiones de los buques que allí recalán.

Clasificación SUCS: LH / CH (limos y arcillas de alta plasticidad)

Altura del manto = 2,00 metros

Descripción: suelo blando, de muy baja resistencia al corte y elevada dragabilidad.

P.U.V = 1,5 Tn/m³

W = 65 %

N (SPT /30 cm) = 3 a 4

H mínima = 30' = 9,15 m

H dragado = 34' = 10,37 m

H tajo = 4' = 1,22 m

Profundidad de dragado = 10,37 m + 0,79 m = 11,16 m

*0,79 = Nivel medio del Río de la Plata en Buenos Aires respecto al cero local.

5. Características de los ganguiles auxiliares

Las dragas trabajan con 5 ganguiles auxiliares tipo “split” los cuales descargan el material dragado a través de la apertura longitudinal de su casco. Hay dos clases de ellos:

a. Ganguiles 385-B, 387-B y 392-B

Eslora = 65,30 m

Manga = 12,80 m

Puntal = 3,50 m

Cantara = 600 m³

b. Ganguiles 393-B y 395-B

Eslora = 59,40 m

Manga = 12,36 m

Puntal = 3,00 m

Cantara = 400 m³



Draga 37-C “Río Negro” operando con ganguiles 392-B (arriba) y 393-B (abajo)



6. Características de las Dragas 32-C “Tucuman” y 37-C “Río Negro”

	Unidad	Draga 32-C	Draga 37-C
BOTADURA		1980	1980
LUGAR DE CONSTRUCCION		Astillero Mestrina Bs. As. Argentina	Ast. Españoles S.A. Cadiz. España
TONELAJE DE PORTE BRUTO		1.150	1.450
BANDERA		Argentina	Argentina
PUERTO DE MATRICULA		Buenos Aires	Buenos Aires
Nº DE MATRICULA		2661-F	2624-F
ESLORA	M	50,00	54,80
MANGA	M	11,50	13,55
PUNTAL	M	3,80	3,75
POTENCIA MOTOR DEL ROSARIO	HP	625	600
REV. MOTOR DEL ROSARIO	RPM	1500	750
Nº CANGILONES		53	53
INFERIORES (VACIOS)		31	31
SUPERIORES (LLENOS)		22	22
VOLUMEN DEL CANGILÓN	M3	0,60	0,85
PESO CANGILÓN VACIO	KG	1300	1850
PESO CANGILÓN LLENO	KG	2100	2950
Nº ESLABONES		212	212
INFERIORES		124	124
SUPERIORES		88	88
PESO ESLABON	KG	150	200
Nº PERNO+CHAVETA		53	53
INFERIORES		124	124
SUPERIORES		88	88
PESO PERNO+CHAVETA	KG	40	50
PESO TRAMO SUPERIOR DEL ROSARIO LLENO	KG	62.920	86.900
ALTURA PRIMA SUPERIOR	M	21	25
DISTANCIA ENTRE CANGILONES	M	2,1	2,5
VELOCIDAD DEL ROSARIO	CAN/MIN	20	18
VELOCIDAD DE BORNEO	M/MIN	10	10
AVANCE POR CICLO	M	1,0	1,0
ANGULO DE LA ESCALA	GRD	45,0	40,0
COEFICIENTE DE ESCALA		1,0	0,9
COEFICIENTE DE LLENADO		0,9	0,9
COEFICIENTE DE VACIADO		1,0	1,0

7. Productividad

En principio, hay que distinguir entre la productividad propia de la draga, de acuerdo a sus características intrínsecas y las del terreno a dragar, de aquella del tren de dragado observado como un conjunto de embarcaciones, donde se incluye no solo la draga sino los ganguiles disponibles para el vertido del material. Las expresiones utilizadas a continuación, fueron extraídas del texto “Curso General de Dragados” editado por Puertos del Estado de España (2004).

A. POR ARRANQUE: Considera la potencia neta disponible para la excavación

$$Pu = Pt \cdot n - (Pe + Pf)$$

$$Pa \text{ (m3/hora)} = \frac{Pu \cdot 75 \cdot 3600}{Es}$$

Pu = Potencia de excavación disponible
 Pt = Potencia del motor que acciona el rosario
 n = Rendimiento = 0,8
 Pe = Potencia utilizada en la elevación (*)
 Pf = Potencia disipada en rozamiento (**)
 Es = Energía esp. del suelo = 70.000 Tnm/m3

$$*Pe = (N \cdot C \cdot 60) \cdot [he \cdot Yw + ha \cdot (Ys - Yw)]$$

N = Velocidad del rosario
 C = Volumen del cangilón
 he = Altura del prisma superior
 Yw = Peso específico del agua
 Ys = Peso específico aparente del suelo
 ha = Profundidad de dragado

$$**Pf = 2 \cdot 60 \cdot N \cdot M \cdot F \cdot G \cdot \cos \alpha$$

N = Velocidad del rosario
 M = Distancia entre ejes de cangilón
 F = Coeficiente de rozamiento dinámico
 G = Peso del tramo superior del rosario lleno
 α = Angulo de la escala

B. POR ELEVACIÓN: Considera la capacidad del rosario para elevar el suelo

$$Pe \text{ (m3/hora)} = (60 \cdot C \cdot N \cdot Ces \cdot Cu \cdot Cv) / Ce$$

C = Volumen del cangilón
 N = Velocidad del rosario
 Ces = Coeficiente de escala
 Cu = Coeficiente de llenado
 Cv = Coeficiente de vaciado
 Ce = Coeficiente de esponamiento

C. POR BARRIDO: Considera el suelo extraído en el borneo lateral de la draga

$$Pb \text{ (m3/hora)} = 60 \cdot a \cdot h \cdot V$$

a = Avance de la draga por ciclo
 h = Altura del tajo de suelo
 V = Velocidad de borneo

En función de las características generales de las dragas y las expresiones presentadas, se obtienen los siguientes valores de productividad:

	Unidad	Draga 32-C	Draga 37-C
Productividad por Arranque	M3/Hora	1343	949
Productividad por Elevación	M3/Hora	617	708
Productividad por Barrido	M3/Hora	732	732

Se observa que la draga 37-C arroja valores relativamente similares para las tres alternativas. No así la draga 32-C en la cual la productividad por arranque resulta sustancialmente mayor a las restantes, lo que implica que se optimizaría su rendimiento dragando en suelos mas compactos o de mayor resistencia al corte.

De los tres valores, debe adoptarse el mínimo de ellos el cual resulta determinante para un dragado en particular. Asimismo, se adopta un factor de utilización $F_u = 0,75$ que minora la productividad bruta calculada, considerando los tiempos inactivos de las dragas, entre ellos: ubicación, preparación y calentamiento de motores, mantenimiento, paso de buques, etc.

Así, se obtienen los siguientes valores finales de productividad neta diaria, considerando jornadas laborales de 12 hrs.

- a. **Draga 32-C = 462,75 M3/Hora = 5.553 M3/Día**
- b. **Draga 37-C = 531,00 M3/Hora = 6.372 M3/Día**

Luego, la producción de un tren de dragado viene determinada por:

- a. Producción intrínseca de la draga
- b. Capacidad de transporte de los ganguiles

Dado que el costo diario de operación de una draga de rosario es sensiblemente mayor al de un ganguil, de existir disponibilidad, siempre es conveniente alistar al servicio de la draga todos los ganguiles necesarios para minimizar los tiempos inactivos de esta. Por lo cual, el objetivo de esta sección es determinar, dada la productividad neta calculada de las dragas, el número de ganguiles que deberían estar asignados a ellas.

La capacidad de transporte de un ganguil viene determinada por el volumen de suelo que es capaz de transportar y descargar en el sitio de apropiado, en un tiempo determinado, así:

$$CT' = (V_c * K) / TC$$

$$CT' = 151,3 \text{ M3/Hora}$$

V_c = Volumen de cantara del ganguil promedio= 520 m3
 K = Coeficiente reductor de llenado = 0,8
 TC = Tiempo del ciclo = $T_c + T_d + 2 * T_n + T_v + T_a = 2,75$ Hrs
 T_c = Carga = 60 min
 T_d = Desatraque = 5 min
 T_n = Navegación = 45 min ($V=10$ Kns y $D=14$ km)
 T_v = Vaciado = 5 min
 T_a = Atraque = 5 min

De manera similar a lo realizado para las dragas, los ganguiles deben afectarse por un factor de utilización que minore la capacidad de transporte bruta calculada, al considerar los tiempos inactivos. En este caso, se adopta $F_u = 0,85$ y jornadas laborales de 12 hrs.

$$CT = CT' * F_u$$

$$CT = 128,6 \text{ M3/Hora} = 1.543,2 \text{ M3/Día}$$

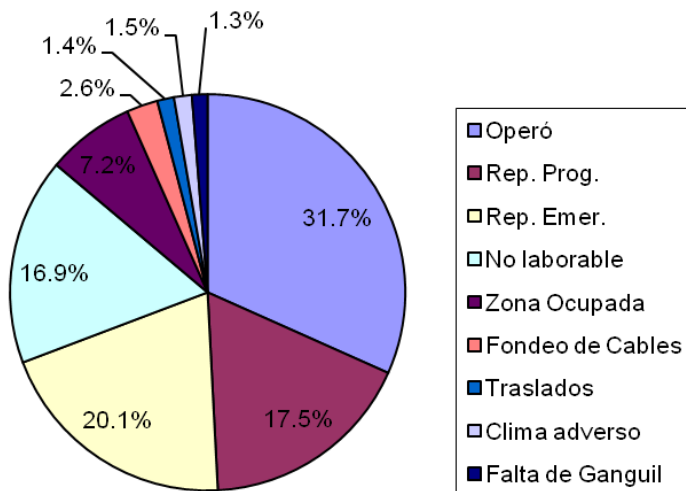
Entonces

$$\left. \begin{array}{l} \text{Nro. Ganguiles 32-C} = 5.553 \text{ M3/Día} / 1.543,2 \text{ M3/Día} = 3,60 \\ \text{Nro. Ganguiles 37-C} = 6.372 \text{ M3/Día} / 1.543,2 \text{ M3/Día} = 4,13 \end{array} \right\} \text{ 8 GANGUILES}$$

8. Producción real obtenida

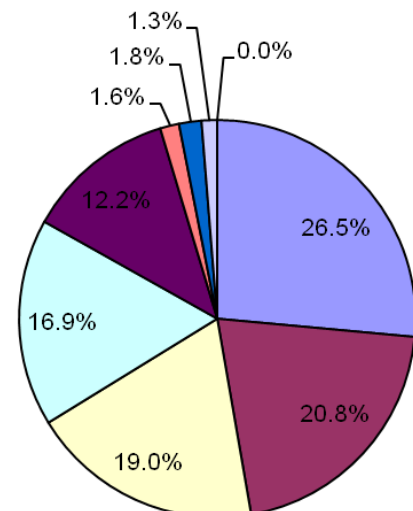
A continuación se presentan sendos gráficos que exponen la actividad de las dragas en el período analizado, desde Marzo 2009 a Febrero 2012, contabilizando un total de 1096 días. A su vez, se indica el volumen total extraído en dicho período y la producción media obtenida considerando exclusivamente los días en que las dragas operaron.

Draga 32-C "Tucuman"



VOLUMEN DRAGADO = 494.139 M3
PRODUCCIÓN MEDIA = 1.420 M3/Día
EN DÍAS DE OPERACIÓN

Draga 37-C "Río Negro"



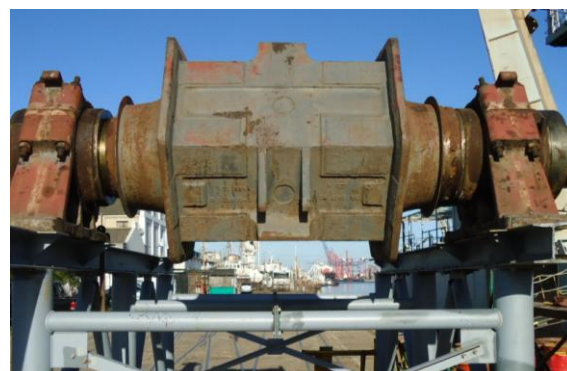
VOLUMEN DRAGADO = 350.485 M3
PRODUCCIÓN MEDIA = 1.209 M3/Día
EN DÍAS DE OPERACIÓN

Observando los datos presentados, cabe analizar dos aspectos importantes: 1) ¿Cuáles fueron las circunstancias que motivaron que las dragas operen, en promedio, el 29,1 % de los días evaluados? 2) ¿Por qué la producción media, en promedio, alcanzó el 22,3 % de la productividad neta calculada?

En principio, llama la atención el alto porcentaje de tiempo que se utilizó en reparaciones, tanto en programadas como aquellas efectuadas con carácter de emergencia. Entre las primeras, vale destacar los trabajos de mantenimiento correctivo en los respectivos rosarios (se desarma íntegramente, se realiza el control dimensional de todas las piezas del mismo y se rellenan con electrodo tipo Conarten 80 los elementos desgastados, con el fin de restablecer la forma original de los mismos). Asimismo, se menciona el reemplazo del prisma superior en la Draga 37-C.



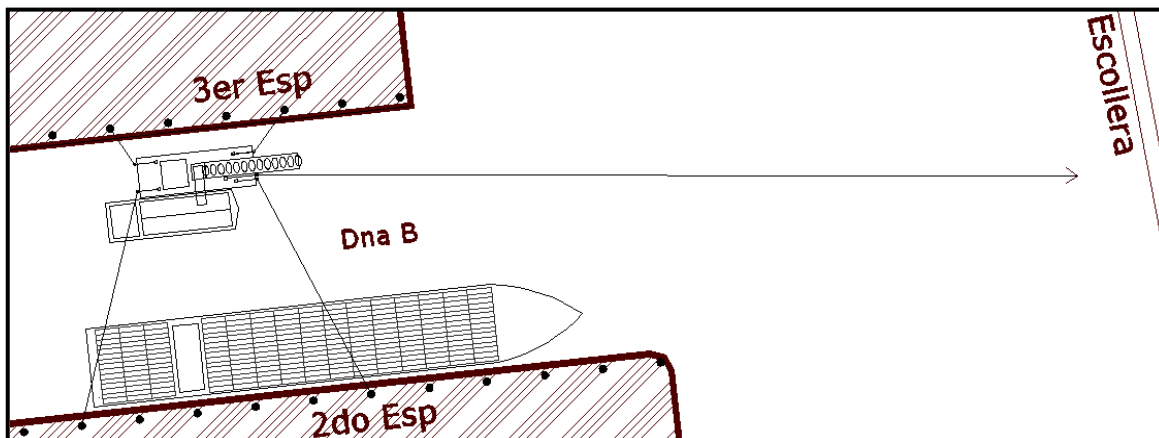
Prisma original, véase la marca de los eslabones



Prisma nuevo, antes de ser ensamblado

Respecto a las reparaciones de emergencia, las mismas son esperables en embarcaciones con más de 30 años de antigüedad y en su mayoría, con piezas aún originales. A su vez, a diferencia de otros equipos de dragado mas flexibles en su funcionamiento, las dragas de rosario son absolutamente sensibles a cada uno de sus mecanismos, y ante la falla de cualquier elemento, debe inmediatamente detener el dragado. No es un hecho menor que opere con 6 chigres independientes y un rosario de cangilones compuesto de innumerables piezas móviles vinculadas entre sí, lo cual implica un alto riesgo de falla.

Asimismo, se observa que, aproximadamente, un 10 % de los días las dragas no pudieron operar por encontrarse la zona ocupada. No debe interpretarse esto a modo literal exclusivamente, ya que existen varias situaciones que impiden la operación de la draga mas allá de la de encontrarse un buque amarrado estrictamente por encima del suelo a dragar, tal cual deja entrever el siguiente esquema.



Al dragar dentro de una dársena, los 4 travesines suelen sujetarse a las bitas de los respectivos muelles. Esto obliga, en reiteradas ocasiones, a que los mismos se tensen por debajo del casco de las embarcaciones que se encuentran enfrentadas a la draga. En el caso de tratarse de buques portacontenedores, normalmente no hay inconveniente alguno. Sin embargo, la draga no puede operar en el caso que un travesín quede recostado por debajo de la hélice y la pala de timón del buque, como es el caso del travesín de popa estribor en el esquema. En el caso que se trate de un crucero, lo habitual es detener el dragado cuando al menos un cable (travesín o avance) queda recostado por debajo del casco, cualquiera sea su posición.



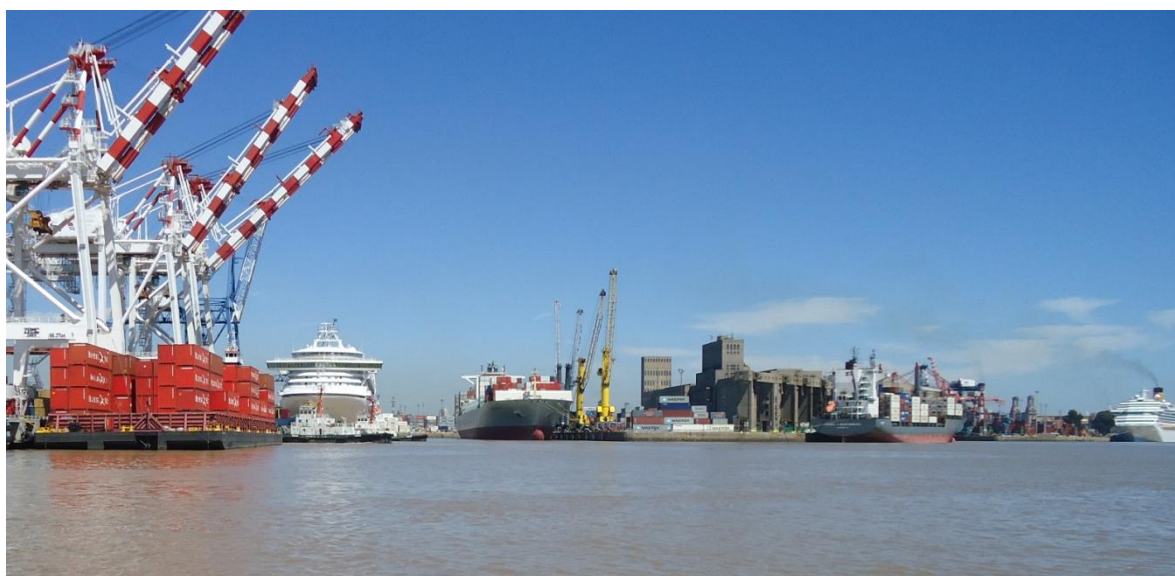
37-C sin operar, por encontrarse el travesín de popa estribor por debajo de la hélice del buque Log-in "Amazonia"

A su vez, debe resaltarse el hecho que el Puerto Buenos Aires tiene concesionado sus muelles y espacios portuarios a tres terminales especializadas en el movimiento de contenedores, y que ellas funcionan como unidades independientes. Dado que las mismas tienen absoluta potestad sobre el uso de los espacios concesionados, la flexibilidad en el movimiento de las embarcaciones con las cuales trabajan es realmente baja (en especial aquellas terminales que operan en un único muelle). Por ello, las dragas se ven limitadas en cuanto al espacio disponible para dragar y ello genera los inconvenientes citados.

Para cuantificar la posibilidad de ocurrencia de zona ocupada, se calculó el factor de ocupación de muelle del año 2011 de los diferentes sectores operativos concesionados a las terminales portuarias, considerando los buques de cabotaje y ultramar, obteniendo los siguientes valores:

	Nro. Buques	Eslora media (metros)	Tiempo medio (días)	Nro. Sitios	Fac. Ocupación
Dársena A	328	100	1,212	4	0,29
Dársena B	444	119	2,67	6	0,58
Dársena C	594	210	1,557	5	0,54
Dársena D	365	156	1,844	3	0,66
4to Espigón	7	167	3,652	1	0,08
5to Espigón	143	148	1,335	2	0,28

Se observa que el problema se agrava dentro de las Dársenas B, C y D, donde en promedio el factor de ocupación oscila el 60 %. En sus muelles, operan los buques portacontenedores de ultramar junto con buques tipo feeder y cruceros de gran porte, en época estival. A modo ilustrativo, se expone la siguiente fotografía:



**Puerto Buenos Aires, día 14/02/2012: Dársena C Sur: Barcaza (L= 90 m) y Crucero Star Princess (L=290 m)
Dársena C Norte: Buque Cosco Vietnam (L=334 m)
4to Espigón: Buque Hansa Augustenburg (L=175 m)
Dársena D Norte: Buque Mol Garland (L= 275 m)
5to Espigón: Crucero Costa Fortuna (L=273)**

Por último, se observa un 4 % de los días aproximadamente, en los cuales las dragas no operaron por llevar a cabo traslados y movilizaciones entre los distintos sitios a dragar y por realizar el tendido de los cables (avance y travesines). Cabe destacar que estas tareas insumen un tiempo considerable y en ellas los ganguiles auxiliares desempeñan un papel fundamental ya que son los encargados de levantar las anclas de los diferentes cables y reposicionarlas.

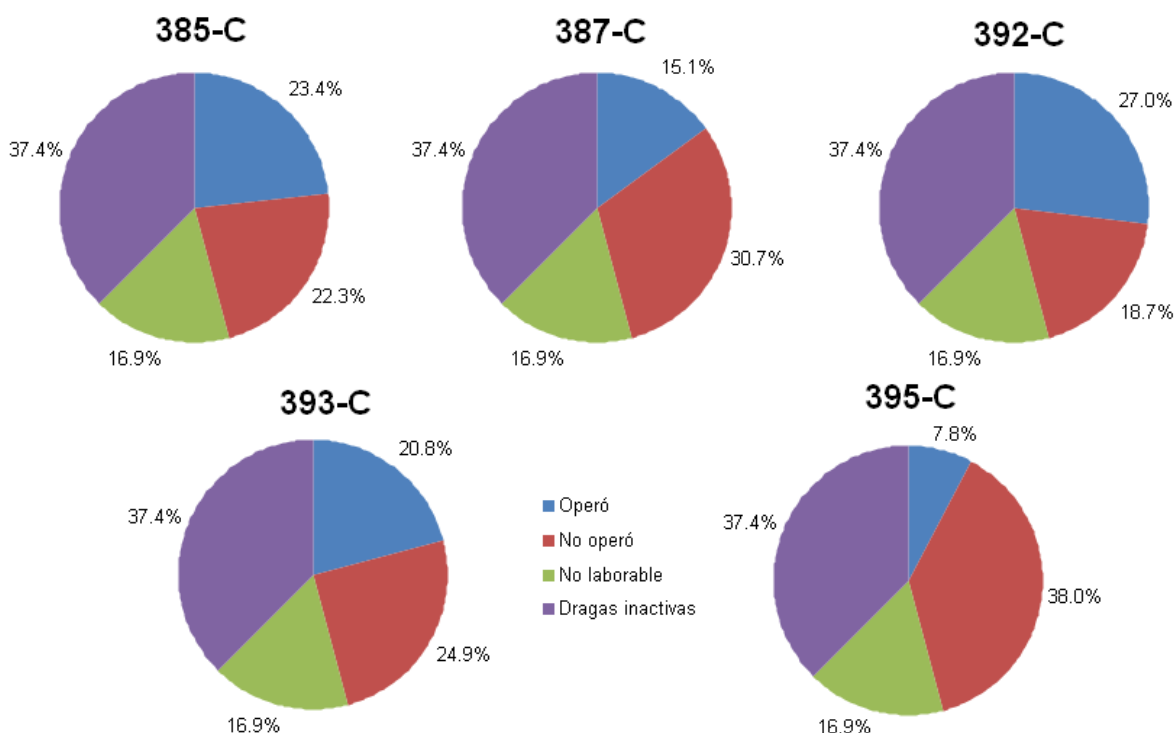
Respecto a la producción alcanzada, en primer lugar debe mencionarse que la misma resulta en el orden de magnitud de la sedimentación anual esperada en las dársenas y frente de los espigones, donde las dragas de rosario son asignadas, a saber:

Dársena A	38.000 M ³
Dársena B	52.000 M ³
Dársena C	57.000 M ³
Dársena D	60.000 M ³
4to Espigón	40.000 M ³
5to Espigón	30.000 M ³

Sedimentación = 277.000 M3/Año
= 831.000 M3/ Mar 09 – Feb 12
Vol. Dragado = 844.624 M3

Dicho esto, se exponen las circunstancias que motivan la diferencia entre la productividad teórica y la real alcanzada, en orden de prelación.

a) Número de ganguiles auxiliares: Los ganguiles, al igual que las dragas, también rondan los 30 años de antigüedad y se invierte mucho tiempo en su mantenimiento. En promedio, cada uno de los días operados las dragas trabajaron con 1,6 ganguiles los cuales realizaron 2,2 descargas cada uno. Este hecho resulta fundamental, ya que se ha demostrado que lo óptimo, para no rescindir producción, es al menos 4 ganguiles por draga que realicen entre 3 y 4 descargas diarias cada uno. A continuación se muestra la actividad de los mismos en el período analizado:



Para la correcta interpretación de los gráficos, debe aclararse que se consideran operativos aquellos días en que los ganguiles transportaron material dragado. Dentro de los días “no operativos” se incluyen aquellos donde los ganguiles trabajaron en otras tareas, como la de reposicionamiento de travesines, traslado de materiales, etc.

b) Interrupción del dragado por ingreso de buques: Si bien el concepto es similar al citado anteriormente como “zona ocupada” no se cuantificó en el, pues en este caso se consideran los días en que la draga pudo operar parcialmente hasta el momento en que se produce el ingreso de un determinado buque en una posición indeseada, de acuerdo a las pautas citadas, y debe detenerse el dragado por motivos de seguridad.

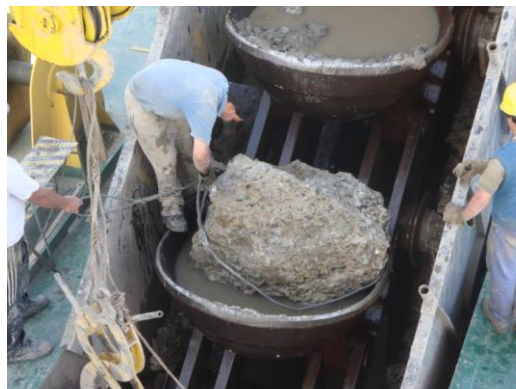
c) Paso de los buques: Este aspecto es altamente sensible en las dragas de rosario cuando las mismas se encuentran operando en el interior de las dársenas con su cable de avance fondeado cerca de la escollera, cruzando el Canal de Pasaje. En este caso, cuando se aproxima un buque debe interrumpirse el dragado para permitir que el citado cable descansa sobre el lecho, no interrumpiendo la navegación. Esta operación se realiza varias veces al día y con suficiente antelación al cruce, lo cual genera importantes demoras al normal desarrollo las tareas.

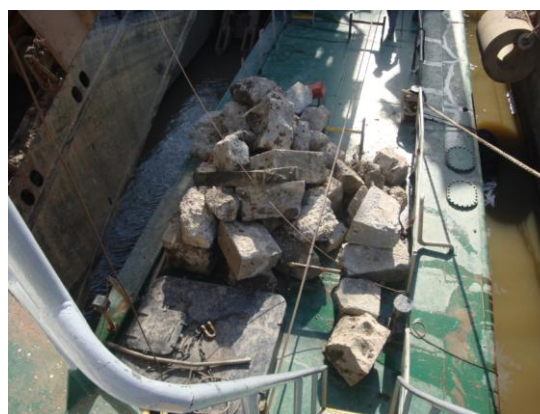
9. Trabajo destacable

En el marco de la obra de rectificación del frente del 3er Espigón, llevada a cabo por Terminales Río de la Plata S.A. con el apoyo de la Administración General de Puertos S.E., desde Junio 2011 hasta la actualidad la Draga 37-C se encuentra llevando a cabo las tareas de profundización y remoción de escombros, provenientes de la demolición del antiguo contorno del muelle ejecutada a través de explosivos.

Dicha demolición generó restos de gran tamaño provenientes del muro de gravedad y su interior de hormigón pobre, que se dispersaron sobre el lecho.

Si bien las tareas remiten carácter excepcional, se exponen algunas fotografías que ponen de manifiesto el amplio campo de aplicación de la draga y el ímpetu de su tripulación.



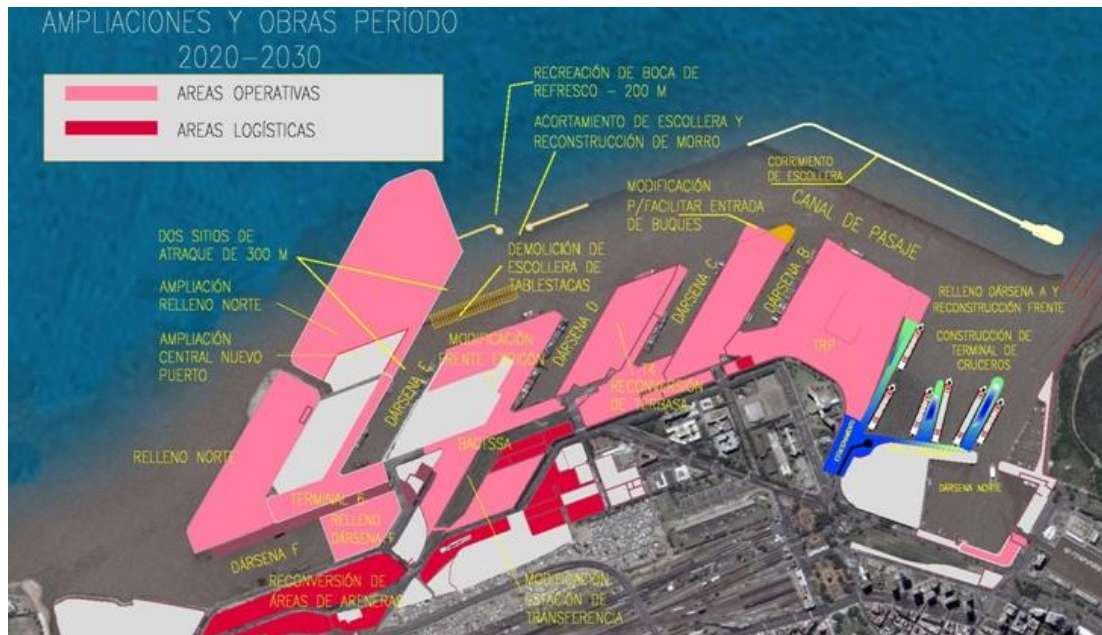


10. Perspectivas para el futuro

En el presente trabajo se ha demostrado que, aún con las naturales limitaciones motivadas por el incremento del tráfico marítimo y el tamaño de los buques, el mantenimiento de las profundidades del vaso portuario a través de dragas de rosario de cangilones es un objetivo cumplido, y sin lugar a dudas, dichas dragas han brindado muchas satisfacciones al principal puerto Argentino a lo largo de su historia, no solo las dos evaluadas sino también sus antecesoras.

Ahora bien, en la actualidad la Administración General de Puertos S.E. se encuentra llevando a cabo una serie de proyectos y obras (algunas en plena ejecución) con el objetivo de consolidar a Buenos Aires como un verdadero puerto “hub” regional y, en definitiva, permitir gradualmente el incremento de la carga manipulada. El detalle de dichas obras amerita una descripción extensa y fuera del alcance del presente trabajo, pero debe destacarse que cambiará radicalmente la morfología del Puerto, sumando sitios de atraque e incrementando la profundidad de los mismos.

Ante este panorama, el interrogante que se debe analizar es: ¿Son aptas las dragas de rosario de cangilones para absorber un aumento en las necesidades de dragado del Puerto? Lógicamente sería posible incorporando nuevas embarcaciones, aunque los hechos demuestran que equipos modernos de mayor producción, versátiles en sus movimientos y que interfieran lo menor posible con el resto de los buques pueden resultar más eficientes. No obstante, esto no quiere decir que las dragas de rosario deben radiarse del servicio, sino que dado el carácter federal de su armador, sería conveniente destinarlas a puertos de menor actividad o con un determinado factor de estacionalidad que permita tener sus muelles inactivos durante algunos meses del año, de manera de ejecutar las tareas de dragado sin interferencias, tales como los puertos exportadores de agrograneles.



Layout general de Puerto Nuevo - Master Plan 2030, Administración General de Puertos S.E.

En este contexto, se propone la siguiente alternativa:

1. Dos dragas retroexcavadoras o “backhoe”
2. Cinco ganguiles tipo “split” de 1.400 m3 de cántara
3. Una draga por inyección de agua o “jet”

La ventaja fundamental de las backhoe respecto a las dragas de rosario, es que las mismas operan sin cables y mantienen su posición a través de tres pilones o “spuds” fondeados en el lecho. El spud de popa es el encargado de brindar el movimiento longitudinal a través de un carro desplazable. Eventualmente, las dragas modernas pueden ser autopropulsadas para pequeños movimientos dentro del ciclo de dragado, no así para navegar grandes distancias.

Asimismo, la incorporación de tecnología a los equipos de dragado ha permitido un control total de la operación, tanto en posicionamiento como en profundidad, permitiendo incorporar variables en tiempo real, tal como el nivel de marea. Un operador calificado puede alcanzar producciones muy elevadas y solo 5 a 6 tripulantes operan la embarcación, número sensiblemente menor a lo requerido en dragas de rosario de cangilones.

Se presentan las características del modelo BA 1100, la mayor de una serie de backhoes diseñadas y fabricadas por Astilleros De Donge (Holanda), la cual forma parte de la flota de las principales empresas dragadoras del mundo. En este caso se muestran fotografías de la draga “Vitruvius” perteneciente a la empresa Jan de Nul.



Vitruvius

Length Overall	64.9 m
Breadth	18.0 m
Draught	3.35 m
Dredging Depth	18 / 26 / 32 m
Excavator Type	Backacter 1100
Bucket / Grab Capacity	15 / 25 / 40 m³
Total Installed Diesel Power	3,700 kW
Installed Power Excavator	3,460 kW
Propulsion Power	2 x 500 kW
Built In	2007



www.jandenul.com

Veamos la productividad del equipo, utilizando un balde de 40 m³ y coeficientes similares a los utilizados en las dragas de rosario.

$$P_{bruta} \text{ (m³/día)} = ((Cb \cdot CII) / Ces) \cdot 40 \text{ ciclos/hora} \cdot 12 \text{ horas/día} = 14.400$$

$$P_{neta} \text{ (m³/día)} = Pb \cdot Fu = 10.800$$

Se debe procurar que el calado a plena carga de los ganguiles no exceda los 3 metros, de manera tal de mantener inalterado el tiempo de navegación hacia los sitios de descarga. Asimismo, deben contar con modernos sistemas de propulsión, que le aseguren maniobrabilidad en sitios confinados. Las dimensiones aproximadas de los mismos deberían ser (E-M-C): 80-18-3. Así, se alcanza una capacidad de transporte neta de aproximadamente 4.200 m³/día y en conjunto 21.000 m³/día, lo que permitiría abastecer a las dos dragas backhoe.

A su vez, como complemento a las retroexcavadoras, resulta conveniente sumar una draga por inyección de agua. Estos equipos de pequeñas dimensiones y bajo costo en términos comparativos, utilizando chorros de agua a presión resuspenden los sedimentos depositados en el lecho, los cuales se desplazan a través de las corrientes hacia zonas de mayor profundidad. Su uso sería muy conveniente, entre otros sitios, en las bocas de acceso a las dársenas, donde pueden “arrastrar” el material hacia el Canal de Pasaje para su posterior remoción a través de las dragas de succión por arrastre que allí operan. Se muestra una fotografía de la Draga “Parakeet” perteneciente al grupo DEME (www.deme.be)

