

Gaceta de 5 de mayo, en que se trata de este asunto, advirtiéndolo y reformando los defectos de esta máquina, á cuya enmienda me habia inclinado bastante; pero confiriéndolo con mi practico, no conviene en ello; principalmente en no darle retiro al malacate, como se pretende en el suplemento; y aun sé que en mi ausencia se rie el bárbaro á carcajadas. El no es capaz de dar razon de nada; pero el acierto de todas las obras que me ha hecho, y su antiguo crédito y experiencia en estas cosas, me hace temer un poco su opinion. No obstante estoy bien persuadido á que esta máquina, que por otra parte es de tan buen uso, no ha de carecer de imperfecciones y aun de defectos considerables: y querria que V. S. como nuestro director, me instruyese de ellos y de su remedio, y ante todas cosas acerca de las del suplemento citado, y si en la práctica lo debo creer? Yo no haré otra cosa sino lo que V. S. me aconsejare, sirviéndose dar un pequeño lugar á esta friolera entre sus muy graves ocupaciones; y dispensándome la molestia &c.—B. L. &c.—F. R. R.

Respuesta del Señor Velazquez.

Muy Sr. mio: aunque V. considera muy bien el cúmulo y peso de mis actuales ocupaciones; pero como en un tiempo debió ser una de ellas, el estudio, meditacion, y observaciones prácticas del malacate y las demás máquinas de que usa nuestra mineria: no hay duda de que debo dar á las preguntas de V. el lugar que me fuere posible, procurando satisfacerlas ahora con mucha precision interin que llega el tiempo de tratar de este y de los demás objetos de nuestra industria con la estension que corresponde.

De los cuatro defectos de maquinaria que advierte en nuestro malacate el autor del suplemento á la Gaceta, es el primero: que la devanadera debiendo ser cilíndrica, esto es, de un corte circular, no es sino de diez y seis ó de ocho lados, y yo añado que en algunas partes es no mas de seis lados. Considerémosla, pues, en este peor caso, y todo lo que hay de alguna importancia es, que siendo su diámetro de seis varas en los malacates que llaman de marca, envolveria la devanadera ecságona diez y ocho varas en cada vuelta, y la circular sobre estas otros seis septimos de

vara, que viene á hacer cosa de una vara en cada veinte ó cinco por ciento: lo que en la velocidad regular del ascenso de la bota, como no es uniforme, importaría cerca de cuatro segundos en cada tres minutos, y esto ya se vé que no vale la pena que costaría el remediarlo. Mucho mas despreciable es lo que se dice de la alternativa disminucion de la fuerza de las bestias; que en este caso sienten con breves intervalos de alivio la impresion del peso que levantan. La inflexion de las cuerdas no les causa el rosamiento ó quebranto que se pretende, porque se doblan en ángulos muy obtusos, y se les matan las esquinas á los largueros de la devanadera. Esta se construye con pocas de estas piezas, y á proporcion es el número de radios, y de peñazos, de suerte, que con muy poca madera y artificio, queda muy fuerte, segura y bien equilibrada. Piénsese ahora, con presencia del arte de la carpinteria, en los arbitrios que se proponen ú otros, para hacerla cilíndrica ó circular, y se verá cuanto mas costo de madera, tiempo, y maniobra debiera emplearse en su fábrica y conservacion, para salvar solamente un defectillo muy insensible. Crea V. pues sobre este artículo en la teoria al suplemento; pero en la practica atengase V. á la experiencia.

El segundo defecto se dice que está en lo pequeño de las roldanas ó poleas; pero no se determina su tamaño, y por uno y otro extremo podrian ser muy defectuosas. Pero para entender esto esplicaremos el uso de las que se ponen en el malacate. Las primeras que están en la horca á la boca del tiro, sirven para variar la direccion de la cuerda que sube perpendicular, y luego sigue paralela al horizonte, y á estas llamamos *poleas de direccion*. Las otras que se ponen en el trecho del tiro á la devanadera, se llaman *poleas de guia*, porque solo sirven de guiar la cuerdas, manteniéndolas en una situacion horizontal, y sosteniendo su peso cuando baja la bota vacia. Esto supuesto, es cosa muy clara que las poleas de direccion, sean grandes, ó sean chicas, nunca pueden causarle á la cuerda mayor doblez ó curvatura que la que permite el ángulo recto, que necesariamente forman el trecho perpendicular y horizontal de la cuerda: con que en esta parte es un equívoco el pensar que la polea pequeña causaria á las cuerdas mayor curvatura ó inflexion. Por lo demás, es cierto que la polea grande facilita mas el movimiento sobre su eje; pero tambien hace que la cuerda la toque en mayor superficie.

Y además hace mayor y mas incómoda una cierta nítacion que debe tener necesariamente en su caja, por la causa que despues veremos. Las poleas de guía mientras fuesen mas grandes tendrian menos curvatura, y de consiguiente las rosaria la cuerda en mayor superficie; y como para su destino basta que las toquen en un punto, deben ser mucho menores que las otras, pero no por eso estremosamente pequeñas, porque á proporcion se dificultaria su movimiento. Con que unas y otras deben tener un tamaño mediano y proporcionado, cuya determinacion puntual y demostrada se deja á aquellos espíritus esquisitos que aspiran á los apices, y pretenden corregir en las cosas físicas y mecánicas, aun aquellas imperfeccioncillas que se dejan apenas imaginar. Entre tanto contentémonos con que las primeras poleas tengan cosa de dos tercias de diámetro, y la mitad menos las otras, y esto suele ser lo regular en los malacates bien contruidos; pero consulte V. con la experiencia, y ténga presente las siguientes tribiales advertencias: que la canal de la rodaja no ha de abrirse en media caña, sino en ángulo, cuyos lados han de ser cada uno igual á la mayor abertura. Que el eje ha de estar de firme en la rodaja, y ha de jugar en la caja de la polea por sus dos extremos. Que estos han de ser cilíndricos, esto es, redondos, y de fierro ó acero; pero las matrices ó chumaceras han de ser cuadradas, y de cobre ó bronce.

No es menester estudiar mucho en la anatomia de las bestias de tiro, ni en las obras de Alfonso Borelo, para entender que los tirantes no deben ser muy oblicuos, como lo serian, si el espeque del malacate, estuviere muy bajo, como se le acusa por tercer defecto en el suplemento. Pero será en los que habrá visto su autor, porque lo regular es, que pase el tirante poco mas ó menos de media vara sobre la corba de la bestia, lo que es una cómoda situacion. Suele suceder que el espeque, como es una tranca gruesa y larga se venza, y baje un punto acia la punta; pero esto se remedia acunándola por abajo, ó volteandolo, como se practica. Nada seria de mas embarazo que poner estribos para los arreadores, que deben estar espeditos, y las mas veces ni aun se sientan, sino que solo se hechan de barriga, y tendida una pierna sobre el espeque, y muy cerca de la devanadera por si se ofreciese una voladura. Para impedirlo en mis malacates dobles que empezaron á usar-

se á principios de 77, se puso una retenida á cada espeque que era muy fácil y de muy buen efecto; sin embargo los arreadores muy poco lo usaron, porque aun esto creian que les estorbaba, ó por mero descuido: y la experiencia posteriormente me ha enseñado, que este accidente dá tiempo á usar del arbitrio que ellos se tienen y es atar con cuerdas que van de prevencion los dos espeques que se hallan mas próximos á los esteos, lo que es suficiente á dar tiempo para impedir los malos efectos de este accidente que se pondera demasiado en el suplemento, y yo lo he visto muchisimas veces, en que por haber usado de los arbitrios que todos ellos saben, y en que estan muy diestros, no ha sucedido ningun desastre considerable, ni aun en las bestias; y lo mas frecuente es, que la sogá que se rompe es la de la bota cargada, en cuyo caso las causas del vuelo, sea por la aceleracion del movimiento, ó por su regreso, facilmente se impiden, ó cesan de si mismas sin causar perjuicio. El mejor remedio es que el *tirero* este siempre atento á cuidar, como es su obligacion, del buen estado de las cuerdas.

Pasemos ahora al último gravísimo defecto que se le imputa en el suplemento á la situacion de nuestros malacates, y es que esten distantes del tiro uno ó dos tantos mas de lo que necesita el andén de las bestias. Seria pues de admirar que necesitando para esto de mayor campo, cuyo retaje para aplanarlo es siempre costosísimo, y de mayor cubierta, y cerca de la galera, y cuerdas mas largas, &c. hiciesen esto los mineros sin sufficientísimas causas, mayores que estos espendios, y solamente por seguir una *práctica sin conocimiento*, y una *imitacion servil*, como se dice. Seria aun mas vergonzoso, que yo mismo habiendo mantenido muchas veces 12, y aun 15 malacates aun tiempo en diferentes tiros y minas, no haya remediado en ellos este imponderable error, y haya caido en esta misma *práctica sin conocimientos*, que ahora de nuevo se nos hace entender por sugetos que han visto muy pocas veces el malacate. Búscase la causa, y no se encuentra otra que temer alguna ruina en el tiro, y se propone el remedio de que si el suelo no es firme, se ponga un entarimado; pero yo no entiendo como en ese caso se impediria el undimiento del tiro, que debia causarlo el peso y fuerza de las bestias, y el empuje de los apoyos de la máquina, por este arbitrio tan inútil como costoso en su fábrica y conserva-

cion, y que solo servia de causar mas breve la ruina. Pero no hay que fatigarse en este ni en otro remedio, porque despues de todo no es esta la causa que tenemos para el retiro del malacate. Veamos, pues, este asunto con la reflexion que corresponde. En la boca y lo interior del tiro, no se le deja á las dos botas de cada malacate mas distancia que la de dos y media á tres varas, porque de otra manera serian costosísimos así en su primera escabacion, como en su conservacion, habiendose de mantenerlos bien fortificados, lo que no puede hacerse con maderos muy largos. Y aunque hay algunos muy pocos tiros de mayor amplitud que la que se ha dicho, y fortificados de mamposteria porque así lo pide la grande importancia de sus minas; pero como tambien son para muchos malacates, siempre quedamos en que á cada uno se le concede poco mas ó menos el campo que hemos dicho, de que restando la holgura de una y otra bota acia los respaldos para que no se arrastren, y la mitad de su volumen, queda de centro á centro de las botas, cuando mas la distancia de vara y media, y esta misma sigue entre las cuerdas, hasta entrar por las poleas; pero desde allí va creciendo esta distancia hasta terminar en la devanadera, cuyo diámetro interpuesto entre las dos botas es de seis varas, y por consiguiente las cuerdas en el trecho horizontal que procede de la devanadera, para la boca del tiro van convirtiéndose y no paralelas: luego cada una de ellas forma con el diámetro interpuesto de la devanadera un ángulo agudo, y no recto, como debiera ser para que la máquina no sintiese un aumento de resistencia por la falta de direccion del peso, segun enseña la maquinaria. Pero este ángulo será tanto mas agudo y las cuerdas tanto mas convergentes, cuanto el centro de la devanadera esté mas próximo á el centro del tiro; y al contrario, este ángulo se acercará mas á el recto cuando esten mas distantes estos centros, como es geométricamente demostrable. Con que es necesario que la devanadera del malacate esté distante y apartada del tiro mucho mas de lo que pide el andén de las bestias, y esta necesidad la enseñó la experiencia á los primeros que comenzaron á usar el malacate, observando, que mientras estaba mas cercano al tiro se hacia mas pesado, esto es, era mayor su resistencia.

Esta misma observacion ha enseñado, que el prudente retiro del malacate debe ser por lo menos cuatro y medio,

ó cinco tantos del diámetro de la devanadera; esto es, que si este diámetro es de seis varas, debe ser el retiro de 27 á 30 varas, y así á proporcion cualquiera que sea el diámetro de la devanadera, que ya se vé que no debe pasar de 6 varas, y sería mejor que fuese de cinco ó cuatro y media. Es bien claro que si la devanadera no tuviese mas diámetro que la distancia de las cuerdas en el tiro, no habría este inconveniente; pero resultarían otros por otra parte. Se envolvería á cada vuelta muy poca cuerda, y en iguales tiempos se darían muchas mas vueltas, lo que siendo con la debida velocidad aturde á los hombres, y fatiga á las bestias; y debiendo ser el espeque á proporcion, no habría campo para cambiarlas alternativamente, como se hace.

Fuera de esta causa, que como se ha visto es rigurosamente mecánica y geométrica, hay otra razon de economia que es igualmente decisiva. Por la boca del tiro no solo se saca el agua de las minas, sino tambien el metal, las tierras, los lodos, y demás escombros de ella, y asimismo se introducen los maderos, á veces muy grandes, para ademas las labores, construir escaleras, armar máquinas, y otros usos. Todo esto demanda un espacio competente al contorno del tiro, principalmente el metal que se va poniendo en montones para que lo quiebren, y separen sus calidades los operarios que llaman *quebradores*, y *quebradoras*, *pepenadores* y *pepenadoras*. Todo esto se hace allí cerca para evitar inútiles y costosos trasportes; porque hasta allí mismo pueden llegar las requas á cargar: pero nada de esto podría hacerse entre los pies de los caballos que mueven velozmente el malacate. En efecto se necesita para esto un espacio de catorce ó quince varas al contorno de la boca del tiro, y esta misma distancia regularmente basta para lo que esijen las demas causas del retiro de los malacates.

Nada debe temerse de lo que se dice acerca del peso del trecho horizontal de las cuerdas, supuestas las poleas de guia en que se reciben, sin que se verifique lo que se dice en el suplemento, porque la cuerda que corresponde á la bota cargada, por el mismo peso de ella está siempre tirante y bien templada; y la otra cuerda como que no la cargan las bestias, nada importaría que hiciese bolsa, pero lo cierto es que la mantienen las poleas, y si alguna vez se detiene algo en bajar, le dá un tirón el cajonero, que

se halla á la boca del tiro, con lo que baja facilmente. Y vea V. á lo que se reduce este ponderadísimo inconveniente para reprender con tanto rigor y desprecio el necesario retiro de nuestros malacates, y para sacar á ejemplo al carpintero, director de los de la famosa mina Valenciana, que he visto muchas veces y están muy bien dispuestos, y él sin duda respondió acertadamente con sus garruchas interpuestas. Pero se me olvidaba decir que la convergencia de las cuerdas de que hablé arriba, causa una necesaria mutacion en las rodajas ó roldanas de las poleas primeras, lo que ocasiona una forzosa resistencia, tanto mayor cuanto es mas grande la roldana, y cuanto el malacate estuviere mas próximo al tiro, como se percibe claramente.

En cuanto á los defectos de economia que nota el suplemento diré á V. brevemente, que es cierto que se consumen muchísimos cueros en las botas de nuestros desagües; pero no seria el remedio usar de barricas, ó toneles, porque con los repetidos encuentros, como sucede en las botas, se quebrarian ó descompondrian con tanta frecuencia, que no habria caudal para toneleros, y bromas. Si nuestros desagües fuesen cortos, con sola una máquina en pozos de grande amplitud, y sobre todo, con menos velocidad, podrian practicarse con toneles como en las canteras de Europa; pero yo querria ver bailar ocho toneles á un tiempo en un tiro de 3 varas por lado, y subiendo á razon de 100 varas por minuto: y tambien quisiera ver en practica, el subirlos en los tiros de arrastre con carretones. ¡Pobres de ellos, y de los ademes y entablados! Todo esto lo facilita muy bien la flexibilidad de las botas de cuero crudo y remojado; pero tengo la esperiencia, asi como otros mineros, de que las suelas no adquieren la misma blandura aunque se remojen, y con esto las botas sacan menos agua; ni duran como se pretende á proporcion de su costo actual, y mucho menos al que adquiriera, si fuera del calzado, las meteriamos en este consumo. No pretendo por esto que nuestro gasto de cueros no sea un gran mal, que debe repararse; pero sus remedios no son los que propone el suplemento.

Ha muchos años que en mis malacates hice reformar lo posible en el demasiado grueso y retorcido de las cuerdas; y despues de muchas esperiencias, puedo decirle á V. que el torcido no debe pasar de esta regla: *que cada*

20 varas de hilos sueltos han de reducirse á 13 ó 14 de torcido: y aun asi pierden mas de una tercera parte del peso que sueltos podrian sostener sin romperse. En cuanto á esto podrian tambien tener por regla, *que en una soga de lechuguilla, la quinta parte del cuadrado de su circunferencia medida en pulgadas, multiplicada por 1000 da el número de las libras que puede cargar y sostener.* Sea por ejemplo la circunferencia de una cuerda 6 pulgadas (que es una sesma de vara): cuádrese pues el 6, y producirá 36, cuya quinta parte son 7 y un quinto, ó para este negocio 7, que multiplicado por 1000 dará 7000 libras; pero con todo eso, como la lechuguilla es de diferentes especies, y sus hilos son cortos, lisos, y quebradizos, deden ser en ellas las reglas mucho menos seguras que en el cáñamo; bien que las que he dicho las he deducido de esperiencias hechas en la misma lechuguilla. Con que para toda seguridad contentémonos con la tercera parte de esta resulta, y aun con menos, sea con 2000 libras, que son 80 arrobas y vea V. el peso que podrá sufrir seguramente una zoga del grueso de la muñeca de la mano, como esté razonablemente fabricada, y ni muy retorcida, ni muy poco. A nadie pues aseguraria sobre la fe del suplemento, que una cuerda de malacate siendo de lechuguilla puede sostener, como se dice, el peso de 100 quintales que hacen 400 arrobas.

En cuanto á la preparacion para conservarse en el agua, yo no he hecho la esperiencia del chapopote mezclado con grasa y querria verla; pero si la he ejecutado con brea y alquitran, y no tiene buen efecto como el cáñamo, sino que la lastima la lechuguilla, y se salta el vetun, con facilidad, y en fin no dura nada. Esto en parte consiste en lo que ya he dicho en esta especie de hilos; y acaso tambien en la acrimonia corrosiva de las aguas minerales, que obran muy de otra manera que el agua del mar.

Pero de este y de los demás objetos de nuestra industria ya se tratará con la diligencia, estencion y claridad que exige su importancia. Entre tanto digo á V. que aunque no sean defectos graves los que ahora se acusan á nuestro malacate no por eso deja de padecer alguno, aunque son mas sus buenas circunstancias; puede V. ver cuales son los usos y las otras en un manuscrito que escribí y presente al Escmo. Sr. virrey marques de Croix, y por su superior orden en 1771 en el que se habla de todos los pun-

tos conducentes á la industria de nuestra minería. Trátase allí tambien de la máquina del fuego (que mas de 12 años antes habíamos visto en los libros del Velidor, Desaguliers, y otros) y de las dificultades y costos que tendria en nuestras minas su construccion y conservacion, sin que pudiese servir por esto mas que en las minas muy grandes, que son bien pocas y sobre todo es demasiada complicada por el gran número de pares de bombas que necesita, de las que si una sola se descompone, lo que es muy fácil, se interrumpe todo el juego de la máquina y el desagüe; tambien es muy fácil que se descomponga el regulador y las soldaduras ó juntas del alambique; y es tan grande el consumo de combustible, que no podria establecerse sino donde lo hubiese con mucha abundancia. Tambien se dijo en el mismo informe, que es muy difícil substituir en lugar de malacate otra máquina igualmente fácil, fuerte, sencilla y acomodada y que hiciese mayor efecto. En el mismo concepto estoy ahora y añado, que una máquina que con un mismo número de caballos (esto es con una misma potencia) y en iguales tiempos saque una propia cantidad de agua, en diferentes profundidades es en mecánica aun mayor imposible que hallar el movimiento continuo; y así la promesa del penúltimo párrafo del suplemento desde luego ha de entenderse de otra manera de como se produce. Pero ya esto va muy largo, dejémoslo para otra ocasion, y en todas deseo servir á V. &c.



Respuesta satisfactoria á la anterior.

Cuando pensaba haber satisfecho á mi voluntad ansiosa de ser útil á la patria, con sorpresa lei las producciones que vierte el Sr. director, en todo contrarias á mis aserciones. La amistad antigua que profesamos, mi respecto á sus profundos conocimientos y empleos en que se halla condecorado, me habian resignado á dejar la pluma, cortando en el hilo de la disputa: contribuyó tambien un amigo, quien entre otras cosas me decia: ¿de que los mineros tengan buenos ó malos malacates le redundará á V. un garvanzo mas en el puchero? A pesar de este consejo, y animado del zelo por el bien público, que aunque menos conocido no es me-

nor que el del Sr. director me determiné á repeler sus objeciones por cuanto son capaces de frustrar todo progreso en las artes útiles.

Adverti como defecto esencial en el malacate, que su figura siendo cilíndrica los caballos padecen demasiado al moverla. Este defecto lo mira el Sr. director como despreciable; pero ni da demostracion, ni alega autoridad, lo que por mi parte manifiesto á toda luz. Desaguliers en el t. 1. de física experimental leccion 4. pag. 213, se espresa en estos terminos: „Es regla general en todo que las ruedas sean redondas, porque si no lo son:: el eje no estando „colocado en el medio, es constante que cuando la rueda „volteara, se experimentaria el mismo defecto que si rodara „se sobre terreno desigual: la rueda moviéndose para avanzar por la parte mas alejada del perno, encontrará la misma dificultad que si encontrase con un peñasco: vencida „esta dificultad, caerá repentinamente como si se echase á „rodar una piedra cuadrada: estas variedades de movimiento maltratarian á los caballos.” Este párrafo no lo doy enteramente traducido por ser necesaria la figura que demuestra lo espuesto del autor y es la septima de la lamina 17.

Segun esto no será preciso confesar que en una devanadera de seis costados, los caballos experimentarán al enredar en los seis peinazos otras tantas resistencias equivalentes á las que experimenta un coche cuando las ruedas giran entre peñascos? El citado autor, en el corolario 24. pag. 236, manifiesta el perjuicio que los caballos padecen cuando las llantas se aseguran con clavos de cabeza larga (práctica que en México se estableció por los carroceros, y que en el dia se halla del todo olvidada) y no da otra razon sino que las cabezas de los clavos hacen que las ruedas no sean circulares.

En apoyo de esto mismo citaré al abate Nollet, que se espresa en estos terminos, tom. 3. leccion 9. pag. 93 „Las „concavidades y alturas que se encuentran en los caminos, mudan la direccion de la potencia.” Luego debemos confesar que en las devanaderas que no son circulares, se verifican alturas, y bajadas que perjudican en demérito de la potencia.

El Sr. director, que ha visto en tantas ocasiones rebentarse las cuerdas de los malacates, habrá experimentado en sus dilatados viajes, que cuando alguna llanta se disloca,