



las grandes explanaciones con escarificadora "ripper"

G. VIÉ, ingeniero de minas

579 - 16

sinopsis

Comienza este artículo dando una somera descripción de los diferentes terrenos y rocas que se pueden encontrar en trabajos de explanación, indicando sus características, y señalando cómo el tiempo y los agentes atmosféricos tienden a transformarlos y a fragmentarlos, haciéndolos más fáciles de trabajar.

En segundo lugar, pasa a comentar la manera de realizar los movimientos de tierras atendiendo a la naturaleza del terreno, de forma que el rendimiento en el trabajo sea máximo. Incluye algunos ejemplos de trabajos realizados en carreteras y autopistas ya construidas en la actualidad.

Y finaliza con informes sobre las características ventajosas de la maquinaria tipo «ripper», acompañadas de dibujos y fotografías de las mismas.

Las autopistas, cuyos trazados tienden más y más a multiplicarse, constituyen, como las vías férreas, lo que se ha convenido en llamar «estructuras lineales superficiales».

La elección de un trazado y el perfil longitudinal deben obedecer a normas que recuerdan mucho a las adoptadas en el transcurso del último siglo para la construcción de las líneas de los ferrocarriles, las cuales hacen que uno se admire de que correspondan tan bien a las grandes velocidades y al tráfico pesado que se les impone hoy día.

Ninguna rectificación ha sido necesaria ni en las curvas, ni en las rampas; el antiguo perfil longitudinal está adaptado perfectamente a las exigencias modernas. Las mejoras a menudo no les han concernido más que en el espaciamiento de las traviesas, el peso de los carriles y su unión continua por soldadura.

En las grandes arterias viales construidas actualmente, relacionadas con las carreteras llamadas «nacionales», y que datan la mayor parte de ellas de alrededor de 100 ó 150 años, se aumenta el ancho de la calzada y los radios de curvatura, mientras que las pendientes se disminuyen.

Citaremos, para recordar, la multiplicación de obras subterráneas en los centros de fuerte densidad de población, para evitar el franqueamiento de los puertos.

La cubicación de las explanaciones alcanzará en lo sucesivo valores considerables, desde el instante en que los límites admisibles para su ejecución se encuentren al margen del hecho de la potencia y de la efectividad de los ingenios mecánicos puestos en obra.

Entre las preocupaciones de las oficinas de estudio de trazados, de estimación de los volúmenes y del coste de las explanaciones, constituye factor principal el problema existente de modificar el proyecto para evitar las rocas duras, cuyo precio de extracción resultaría demasiado elevado.

La alteración de las rocas en las cuales la evolución resulta a la vez de su naturaleza, de su tectonización, y de la acción de los agentes meteóricos, tiende a fragmentarlas, y a volverlas más fáciles de trabajar. Por otra parte, los cuarteos de la erosión siguen la mayor parte de las veces las líneas de las superficies preexistentes, participando en la estructura de las rocas.

Su división natural en bloques más o menos regulares abre la vía a una percolación en el seno de los estratos superficiales o más profundos de las rocas, por cuanto que su posición la sitúa encima del nivel hidrostático. Debajo de este último, prácticamente no hay más alteración sensible.

En las rocas sedimentarias, los planos de estratificación debidos a las transformaciones en las condiciones de depósito, las juntas y diaclasas perpendiculares u oblicuas a la estratificación, y la pizarrosidad resultante de las presiones orogénicas constituyen sistemas de división, donde la erosión aprovechará para ejercer su acción.

Las rocas volcánicas se caracterizan por una disposición en bancadas, losas o plaquetas (fonolitas, dacitas), afectadas de fisuras de retracción consecutivas al enfriamiento del magma. Se pueden citar los prismas u «órganos» basálticos.



Tractor trabajando en «ripper».

Los granitos presentan una fisuración paralelepédica, permitiendo una disociación en bloques que se redondean en esferoides o bolas, creando paisajes caóticos, como los que se conocen en Extremadura, Guadarrama y Galicia.

Se puede también reconocer los resultados de una erosión alveolar en los granitos, gres, rocas calcáreas y esquistos cristalinos

Las fallas o superficies de ruptura, raramente aisladas, pero formando parte más a menudo de una red de fracturas, han dado lugar a las trituraciones localizadas, que drenan las aguas, favoreciendo el desarrollo de las alteraciones. Estas últimas se manifiestan pues tanto más cuanto el medio concerniente sea más heterogéneo. Esta hete-



Cargadora de orugas tipo K 8 L, 90 CV, equipada de un escarificador, 3 dientes; profundidad del trabajo: 500 mm.



Dos bulldozers
trabajando
en pareja
en «rippers».

rogeneidad corresponde a las discontinuidades descubribles, es decir medibles en el mismo terreno, utilizando alguno de los métodos llamados geofísicos. Entre éstos, el método sísmico consiste en provocar una trepidación del suelo, en un punto y en un tiempo dados, y en medir el instante de la primera aparición de esas trepidaciones, en puntos más o menos alejados. Cálculos basados en la velocidad de propagación de la onda de choque, suministran la respuesta.

La trepidación puede ser provocada por una débil carga de explosivo dispuesto en la superficie del terreno, o a una cierta profundidad en una perforación.

Como el volumen de los terrenos interesados no es nunca muy considerable, a no ser que se trate de investigaciones petrolíferas, en los estudios de ingeniería civil, la carga puede limitarse a un simple cebo o fulminante, o reemplazada por el impacto de una masa que cae.

La puesta en obra de un material sísmico extremadamente manejable (micro-sísmico) ha permitido, después de varios años de efectuar reconocimientos en un gran número de sitios, a diferenciar esos sitios, o parte de ellos, no solamente por la sola velocidad de propagación de la onda de choque, sino también por un conjunto de varios criterios sísmicos.

La escucha con un casco (geófono) permite también, con un poco de experiencia, apreciaciones sobre el tono, el timbre y la duración de la señal recibida; todas ellas características que dan la posibilidad de extrapolar, a un volumen más grande, la auscultación clásica elemental con un martillo. Efectivamente,

la emisión es obtenida por el choque sobre un peñasco, de una masa tarada (por ejemplo, de 1 a 5 kg). Esto es repetido a lo largo del perfil estudiado, a distancias crecientes de un sismógrafo único, colocado en un puesto fijo.

La duración del recorrido viene dada directamente por un contador electrónico de tiempos, que se pone en marcha en el momento del choque y se para a la primera recepción de energía (manifestación de eco).

Tal dispositivo realiza una refracción sísmica clásica, en pequeña escala sobre algunas decenas de metros y hasta alrededor de una decena de metros de profundidad. Está construido en serie, particularmente para los reconocimientos de carreteras y autopistas.

La velocidad en una roca dura y compacta es elevada, y puede llegar a ser de 6.000 metros/s, mientras que en un suelo de tierra de miga y esponjoso puede descender a 300 m/s (tierra vegetal). Si se trata de una roca alterada, puede ser de aproximadamente 2.000 m/s.

Si se puede medir la velocidad de la onda sísmica a través de varios estratos de materiales, se puede determinar su grado de consolidación. Esos datos están establecidos y es fácil de prever qué método y qué equipo serán los más apropiados al desfonde.

La velocidad de las ondas sísmicas a través de los estratos se calcula por la fórmula: $V = D/T$; en donde:

V se expresa en m/s.

D significa la distancia entre el punto de impacto y el geófono.

T es el tiempo (en s).

Las velocidades obtenidas entonces en un ensayo pueden ser confrontadas con los resultados obtenidos en ocasión de un ensayo precedente, en materiales similares, pues la disgregación al «ripper» es conocida.

En conclusión, las formaciones geológicas más fácilmente desfondables, sin empleo de explosivos, son las que acusan velocidades más bajas. Razonando por similitud, se determinará el avance de las cubicaciones horarias de movimientos de tierras a esperar, o a hacer figurar en el planning, sobre una cantera estudiada de esta manera.

El espesor de cada uno de los estratos puede ser fijado igualmente, lo que es muy importante para el maestro de obra y el contratista. En la práctica se deduce dicho espesor del conocimiento de la profundidad de cada cambio de estrato, los cuales vienen a ser más y más duros a medida que están enterrados a mayor profundidad.

Hace ya un cierto número de años que los ensayos sísmicos sistemáticos fueron efectuados en U.S.A. sobre asientos rocosos en curso de movimientos de tierras, con los ingenios mecánicos tipo Caterpillar.

Ha sido posible por la interpretación de esos ensayos establecer correspondencias entre los límites de «ripabilidad» de la roca, la naturaleza de ella (granito, gneis, calcárea, etc.), y el tipo de máquina utilizada.

Cierto que tales correlaciones no pueden ser más que relativas o aproximadas, pues una misma formación rocosa puede presentarse bajo aspectos diferentes, desde el punto de vista de compacidad, resistencia o profundidad de alteración.

Pero la experiencia geológica y la de las canteras de movimientos de tierras procuran suficientes bases de comparación para dar previsiones bastante precisas. Las medidas de resistividad eléctrica aportaron un eventual complemento de indicaciones.

Se puede combinarlas o no con las perforaciones del martillo neumático, en el curso de las cuales se registran las variaciones de la velocidad instantánea de penetración, lo que, con un poco de práctica, puede constituir un excelente criterio.

Un reconocimiento eléctrico puede descubrir anomalías, como por ejemplo la existencia de un «risco» de gres «embalado» en una formación margosa, recubierta ella misma de aluviones. Este fue el caso constatado en el derrumbamiento de Donzère-Mondragón, sobre el Rhône, en el emplazamiento de la central hidroeléctrica.

Dificultades de interpretación pueden surgir cuando se está en presencia de formaciones litológicas constituidas por una alternancia de intercalaciones duras y blandas, por ejemplo, estratificación en episodios sucesivos de calcáreas y margas, o de gres y arcillas. El simple estudio geológico facilitará el establecimiento de parámetros de una aproximación satisfactoria.

En los terrenos calcáreos de la región parisina, cuando la velocidad de propagación del sonido es inferior a 1.600 m/s se considera que la roca es desfondable por bulldozer D. 9, equipado de un ripper con un diente.

Para las velocidades superiores a 2.400 m/s, los terrenos calcáreos no pueden ser desfondados más que después de algunas cargas de explosivos. Entre las dos velocidades de 1.600 y 2.400 m/s, el explosivo puede ser necesario, pero de una manera bastante irregular.

En un relieve calcáreo, una colina expuesta a la intemperie, el estado de alteración de los asientos es una de las notas que confirma la refracción sísmica: la compacidad creciente se traduce por diferencias de medidas, correspondiente a un rápido decrecimiento de la alteración del terreno calcáreo en profundidad.

Las experiencias sobre movimientos de tierras en carreteras, en el gres rojo de Trias des Vosges, en Lorraine, han aportado al problema de la ripabilidad una interesante contribución, partiendo del postulado de que esta ripabilidad es la aptitud de una roca a dejarse desmenuzar y demoler por uno o varios dientes del ripper, de manera que pueda ser quitada y evacuada por las máquinas clásicas de movimientos de tierras.

En el cruce de granitos, de Morvan, de la Bretaña, y del Macizo Central francés, la sísmica indica generalmente bastante bien las zonas de alteración, pero de una forma no lo suficientemente precisa como para que sea posible deducir su ripabilidad.

En un mismo macizo de granito alterado, que acusa una velocidad que no excede de 1.500 m/s, puede no ser atacable por el diente del ripper. Es, en efecto, normal que en el seno de una masa granítica corrompida subsistan nudos intactos, voluminosos y muy duros.



Bulldozer International TD 25c., de 285 CV,
con «ripper» en paralelogramo.

En Bretaña, un granito fisurado verticalmente, dando una velocidad sísmica inferior a 1.000 m/s en los tres primeros metros, se ha revelado refractario a la acción del ripper.

Hasta unos 1.000 m/s, lo más frecuente es encontrarse en presencia de una arena granítica en miga, resultante de la alteración de los feldespatos, y de la disociación de los granos, sobre todo si los granos del granito son bastos.

El granito era, por definición, una roca químicamente inestable, en el que la gama de las alteraciones forma un vasto abanico. Las velocidades superiores a 1.800 m/s corresponden casi siempre a la existencia de un macizo sano, homogéneo, no fisurado, en el cual el diente del ripper no puede morder.

Las rocas gnéissicas y micasquistosas, frecuentes en los macizos antiguos, se caracterizan por una disminución bastante regular de su alteración, a medida que se penetra más profundamente en su masa, aunque su esquistosidad natural favorezca las circulaciones del agua en su interior.

Las velocidades sísmicas superiores a 1.800 m/s indican una roca que no ha sufrido profunda transformación.

La estratificación y la existencia de diaclasas no han jugado forzosamente un papel nefasto. Las inyecciones de cuarzo pueden participar en la consolidación del macizo y producir la labor de minado indispensable.

La orientación de las líneas sísmicas por relación con la esquistosidad influye sobre la velocidad medida, la cual variará por ejemplo de 450 a 1.000 m/s, según que la línea sea paralela a la esquistosidad, o que sea perpendicular a ella. La velocidad de transmisión de la onda será más lenta en este último caso.

La ripabilidad vendrá dada siempre por la medida de la velocidad más reducida.

La desunión y la divisibilidad natural de las rocas eruptivas, desunión en losas, columnas o prismas basálticos, facilitan su desmenuzamiento. La desunión en bolas, de los basaltos, está a menudo ligada a la desunión prismática. Una diabasa puede presentarse en micas, las cuales, por efecto de las acciones atmosféricas, ayudadas por fisuras preexistentes debidas a la retracción, se desmoronan en escamas concéntricas. Esta forma de alteración es relativamente frecuente en los macizos ofíticos, que son muy conocidos por su dureza.

Se considera generalmente la desunión de las rocas eruptivas como debida a la contracción de las masas consolidadas a expensas de una materia fundida, que continúa enfriándose.

A pesar de las apariencias, la roca basáltica consolidada en prismas no es indivisa, y los «órganos» de basalto pueden estar más o menos afectados por una fisuración horizontal, facilitando la fragmentación bajo la acción de arrancamiento del ripper.

Los esquistos paleozoicos pizarrosos o gredosos, pueden ser tanto más fácilmente desmenuzados, cuanto más intensas presiones hayan sufrido.

Los esquistos pizarrosos poseen casi siempre, aparte de la esquistosidad, otro plano de estratificación, en otra dirección de fácil división, que forma con la primera un ángulo que varía entre 60 y 90°. Los esquistos presentan, por tanto, dos planos de división, pudiendo rajarse, sin gran esfuerzo, en barritas semejantes a lápices de pizarra.

Otros esquistos pueden estar intensamente triturados, como consecuencia de los esfuerzos de plegamiento, llegando a ser muy susceptibles a la acción del agua, y que dan productos arcillosos de descomposición.

Mientras que los esquistos de velocidad sísmica inferior o igual a 1.000 m/s pueden ser explanados con los ingenios de cuchillas, los que ocusan una velocidad del orden de 1.800 a 2.200 m/s, son ripables, sobre todo si su esquistosidad es muy inclinada.

Los mercados de trabajos en carreteras clasifican los terrenos generalmente en tres categorías, con diferencias de precio, por m³, que pueden variar entre una y cinco veces, o más todavía:

suelos débiles, en los que la extracción no presenta ninguna dificultad para las máquinas de cuchillas (bulldozers, scrapers);

rocas no compactas, que necesitan una fragmentación previa por un ripper, antes de ser transportadas por los scrapers, si los elementos más voluminosos no sobrepasan de 300 a 400 mm, o por palas mecánicas o volquetes, para los bloques más grandes.

rocas compactas, que necesitan unos cortes previos con explosivo, antes de transportarlas.

Para dar un ejemplo de la importancia de los mercados de trabajo, es decir, de las cubicaciones de derribo o de movimiento de tierras, citaremos algunas cifras que corresponden al tramo de autopista Avallon-Macon, en la travesía del macizo cristalino de Morvan, por la autopista A. 6 París-Lyon:

TRAMOS DE AUTOPISTA	Longitud (m)	Volumen global de explanaciones (m ³)	Desmante en roca dura (m ³)	Desmante a efectuar por m. l. de autopista (m ³ /m)
Pouilly a Pont d'Ouche	14.500	2.600.000	720.000	180
Pont d'Ouche a Beaune	22.300	4.300.000	2.400.000	192
Saint-Ambreuil a Tournus-Sud y desviación de Tournus	16.800	4.700.000	1.800.000	280
Saint-Martin Belleroche a Romanèche. Desviación de Macon	24.200	4.500.000	1.800.000	186

Estas cifras se entienden para un establecimiento del asiento que permite pendientes y rampas de 40 mm/m, como máximo, y radio mínimo de curvatura de 1.000 m, excepto cuando el relieve es muy acentuado, en donde el radio se puede reducir a 650 m.

Las explanaciones y las excavaciones se hacen para dos calzadas paralelas e independientes, de 7 m de ancho cada una, pudiendo ser ensanchadas localmente hasta 10,5 m.

Desde 1965 a 1970, la construcción, en Francia, de 750 km de autopistas, ha necesitado 120 millones de m³ de explanaciones; de ellos:

45.200.000 m³ son terrenos débiles;

8.200.000 m³ de rocas no compactas;

11.100.000 m³ de rocas compactas, y

55.500.000 m³ de terrenos blandos explotados en zanja de préstamo para terraplenado.

La importante diferencia de precios entre las explanaciones en terrenos blandos, apropiados para ripper, y de roca dura, con cargas previas de explosivo, obligan a prever el modo de explanar, en el mismo curso de los estudios.

En Bretaña, la cantera de la autopista de unión entre Brest-Morlaix (32.500 m) tiene dos vías de circulación de 13,10 m cada una, y lleva consigo un movimiento de tierras y rocas de todo tipo, de las cuales 150.000 m³ de rocas han sido necesarias minar, con un martillo perforador de 76 mm de diámetro, hasta una profundidad de 6 metros.

En la parte sur de Bretaña, en la carretera nacional 165, que tiene un ancho doble en algunos km solamente, ha necesitado 300.000 m³ de explanaciones, de los cuales 40.000 m³ eran de granito duro.

Un elemento importante es la granulometría de los materiales ripados, lo cual es función de la geometría de discontinuidades de la roca y de su dureza.

En las rocas duras, con fisuración densa, el diente del ripper destruye la ordenación de los bloques sin reducción apreciable de la granulometría.

En las rocas duras donde las discontinuidades cortan gruesos bloques más o menos cúbicos, tampoco se puede esperar una reducción sensible de la granulometría; y a la inversa, si la roca está cortada en losas, el diente del ripper bosqueja su fraccionamiento, y este último es todavía más acentuado por las orugas del tractor.

En las rocas blandas, la acción del ripper y la de las orugas de la máquina son, por otro lado, más importantes que las discontinuidades en cortes de los bloques más aplastados, mientras que los gres blandos son prácticamente transformados en arena después de algunas pasadas del tractor.

La forma de los dientes debe estar adaptada a las circunstancias, y el esquema prevé a este respecto interesantes consejos.

Si la penetración del diente depende de la presión ejercida sobre su punta, el ángulo de ataque o de penetración, por relación con la superficie del suelo, es igualmente muy importante. La experiencia de la naturaleza y de la compacidad del material a cavar, permite determinar este ángulo.

Se puede cavar con uno, dos o tres dientes. Para atacar la excavación de terrenos duros, un solo diente es suficiente. En los terrenos más blandos, pueden ser utilizados dos o tres dientes. Se rinde cuenta de las posibilidades, en tanto que las cadenas no patinen bajo el esfuerzo que se solicita de ellas.

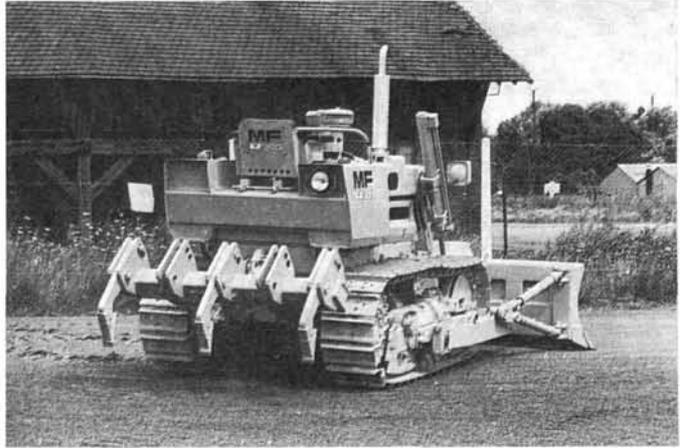
Se puede excavar, tan profundo como sea posible, mientras que los materiales arrancados al terreno no se presenten en bloques demasiado grandes para ser cargados por las máquinas de explanaciones y de recogidas clásicas.

Se puede excavar en varias pasadas, cada vez un poco más profundas, todo encaminado a obtener de la máquina el rendimiento volumétrico máximo.

Se puede, por ejemplo, ripar entre 0,66 y 1,32 m de profundidad, con uno o varios dientes de perfil más apropiado.

Se ha podido realizar profundidades de 2,13 m en una sola pasada de la máquina.

Máquina Marsey Ferguson equipada simultáneamente en bulldozer y «ripper».



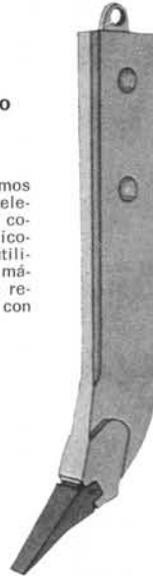
**Diente semi-curvo
(elemento
standard)**

Aconsejado en todos los casos, desde bloques y losas hasta materiales fuertemente estratificados (esquistos).



**Diente semi-curvo
(elemento
alargado)**

Conviene en los mismos casos que para el elemento standard, así como para trabajos agrícolas y forestales, utilizando la profundidad máxima. En tal caso se recomienda trabajar con un solo diente.



Ejemplo de perfiles de dientes de «ripper» y destino respectivo de cada uno.

Elemento curvo

Aconsejado en todos los casos de materiales muy fuertemente estratificados (esquistos).



Las puntas ESCO pueden tener dos posiciones:

- 1.ª Para empleo en condiciones normales.
- 2.ª Cuando se pide una mayor acción de levantamiento de los materiales.



Las pasadas pueden ser más o menos aproximadas entre ellas. El máximo espaciamiento permite el mejor rendimiento horario de volumen excavado. Es comprensible que cuanto más pequeño sea el espaciamiento, más pequeños serán los bloques obtenidos.

A la profundidad máxima, el espaciamiento de las pasadas será, por ejemplo, de 1 a 1,50 m, pero si las condiciones son favorables se puede elevar de 1,80 a 2,50 metros.

Si el diente del ripper extrae trozos de más de 2 m de ancho, se podrá regularizar el espaciamiento en el mismo valor para las pasadas paralelas.

Fiat «ripper» KR 41 D.



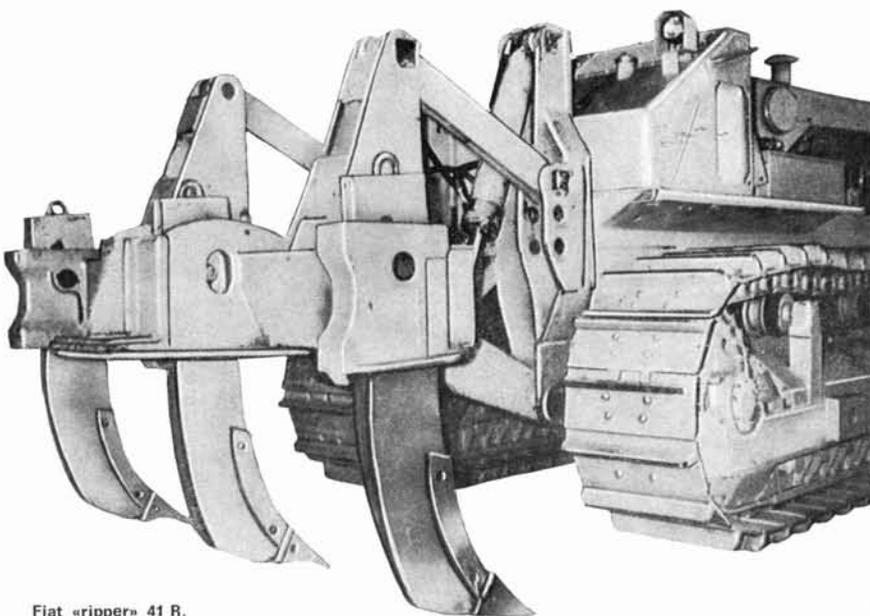
Para mejorar la producción se recomienda excavar en el sentido de la pendiente del terreno, lo que hace aprovechar plenamente la potencia y peso del tractor.

El primer bulldozer puede ser empujado eventualmente por un segundo bulldozer, lo que mejora las posibilidades de trabajo profundo, aumentando el rendimiento, particularmente cuando la dureza de la roca llega a ser tal que el rendimiento de un solo tractor desciende aproximadamente de 120 a 150 m³/hora, mientras que en buenas condiciones el rendimiento es de 10 ó 12 veces esa cifra.

Los dibujos y las fotografías dan una buena idea de la disposición de los dientes y de la timonería sobre la cual está fijado el diente. Hay, por ejemplo, el ripper con simple barra pivoteante, y el ripper en paralelogramo.

Para la elección, hace falta tener en cuenta la facilidad de penetración del diente y la posibilidad para él de mantenerse a la profundidad de excavación deseada. No hace falta que el diente pueda deslizarse sobre el obstáculo.

Pensamos que así hemos hecho una demostración bastante clara de las aplicaciones posibles de la mecánica de las rocas en las explanaciones rocosas, y de los medios más económicos de realizar tales explanaciones sin cargas de minas.



Fiat «ripper» 41 R.

Fiat ha lanzado recientemente el bulldozer más grande del mundo, con el tipo Allis-Chalmers HD. 41, con motor de 12 cilindros y 28 litros de cilindrada, desarrollando una potencia de 531 HP y con un peso de 64 t, lo que asegura un rendimiento horario medio de 900 m³ de explanaciones.

Fiat tractor Allis-Chalmers HD 41, equipado en «ripper».



Fotos: CH. DAUTREPPE

résumé

Les grands terrassements rocheux au ripper

Georges Vié, ingénieur des mines

L'auteur commence cet article en faisant une brève description des différents terrains et roches que l'on peut trouver lors des terrassements et en signalant leurs caractéristiques et la manière dont le temps et les agents atmosphériques tendent à les fragmenter et à les rendre plus meubles.

Ensuite il passe à commenter la manière de réaliser les terrassements en accord avec la nature du terrain, de façon que le rendement des travaux soit le maximum possible. Il donne quelques exemples de travaux exécutés sur des routes et des autoroutes déjà construites.

Finalement, il fournit des renseignements sur les caractéristiques avantageuses de l'engin type «ripper», accompagnés de dessins et de photographies.

summary

Important levellings of rocky ground using the Ripper harrow

Georges Vié, Mining Engineer

This article begins by giving a brief description of the different terrains and rocks that can be encountered in levelling work. Their characteristics are described, and it is shown how weather and weathering agents tend to transform and fragment them, thus making them easier to work.

Secondly, there is a comment on the way earth moving works are carried out bearing in mind the nature of the terrain, so that the work yields the maximum efficiency. A few examples are included of work done on roads and highways already constructed.

The article ends with information on the advantages of the «ripper» type of machinery, together with drawings and photographs.

zusammenfassung

Die planierung grosser felsiger Flächen mit dem Ripper-Aufreisser

Georges Vié, Tiefbauing

Dieser Aufsatz beginnt mit einer kurzen Beschreibung der verschiedenen Boden- und Felsenarten die man bei Erdarbeiten vorfinden kann, wobei ihre Eigenschaften dargestellt werden und darauf hingewiesen wird, dass die Zeit und die Atmosphärische Einflüsse sie umwandeln und zerstören können, wodurch ihre Verarbeitbarkeit erleichtert wird.

An zweiter Stelle wird beschrieben wie die Erdbewegungen erfolgen sollen, je nach der Bodenbeschaffenheit, so dass eine maximale Arbeitsleistung erreicht wird. Es werden einige Beispiele von Arbeiten aufgeführt, die bis heute an Autobahnen und Strassen erfolgt sind.

Als Abschluss werden die vorteilhaften Eigenschaften der Aufreissmaschinen des Types «Ripper» dargestellt, mit Zeichnungen und Fotografien.