

Ignacio Patac

UN CASO TÍPICO
DE HUNDIMIENTO
EN LA VILLA DE
SAMA DE LANGREO

Julio 1936

UN CASO TÍPICO DE HUNDIMIENTO EN LA VILLA DE

SAMA DE LANGREO.

Estudio de los descensos del suelo producidos por las
explotaciones hulleras.

Requerido por varios propietarios de inmuebles sitos en la villa de Sama de Langreo (Asturias) para que emitiera informe acerca del origen de las deformaciones y grietas que presentan sus fincas , he efectuado un detenido reconocimiento sobre el terreno de dichos deterioros , y este examen me ha conducido a las observaciones siguientes :

La naturaleza del terreno de fundacion de la villa de Sama construida sobre un valle llano atravesado lateralmente por el rio Malon, es generalmente de caracter aluvional, hallándose constituido por arcillas, procedentes de los derrubios de las laderas montañosas carboníferas que la circundan y por un lecho de cantos rodados silíceos del antiguo dominio fluvial. Su espesor varía entre seis y doce metros , es bastante homogéneo y regularmente impermeable : circulan por dicho terreno a poca profundidad , al nivel del lecho detrítico, escasas corrientes de aguas freáticas que alimentan algunos pozos diseminados por el pueblo. Este terreno aluvional de fundacion descansa sobre los estratos muy levantados del carbonífero, que se halla constituido por pizarras, areniscas, y ca-

pas de hulla. Por todas estas circunstancias dicho terreno reúne excelentes condiciones de consistencia y homogeneidad para la edificación, sobre todo desde que , hace ya muchos años, en tiempos del celoso Alcalde D. Antonio Maria Dorado, fué canalizado el rio Nalon a su paso por Sama , con lo cual se evitaron desde entonces las frecuentes inundaciones que la villa sufría en las épocas de las crecidas del rio. No obstante, ni antes ni despues de aquellas obras se observaron nunca en los edificios de Sama grietas anormales que pudieran hacer entrar en sospecha acerca de la inconsistencia del terreno de fundacion.

En los ultimos meses del año 1933 y principios del 34 empezaron a observarse grietas en varios edificios importantes de Sama , entre otros , en el del Ayuntamiento, y en las casas de los Sres. Porrero, Viuda del Campo, Viuda de Alvaro Miranda, Sanfrechoso, Granda, Viuda de Campa, Viuda de D. Rufino Villa, Herederos de Menendez Alvarez, etc., que alarmaron justamente a sus dueños e inquilinos, por sentirse clara y distintamente desde varios de estos edificios, el zumbido y la trepidacion producida por el disparo de los barrenos de las labores del pozo del Fondon de la Sociedad Metalúrgica Duro-Felguera, labores que avanzaban ya bajo el caserío por su parte noroeste.

En el mes de mayo del año 1934 requerido por el Ayuntamiento de Langreo hizo varias visitas a la villa de Sama D. Eugenio del Cueto , Ingeniero de Minas del Distrito Minero de Oviedo , quien despues de examinar las resquebrajaduras de la Casa Consistorial y de otros edificios particulares redactó un informe de fecha 11 de noviembre de 1935 refrendado

por el Ingeniero Jefe de Minas del Distrito, en el cual manifiesta que según le informó el ingeniero director del pozo del Fondon habían sido parados ya en aquella primera fecha los trabajos activos de las capas "Falsa", "Purra" y "Rajola" o sean, las más meridionales de las capas explotadas en aquel pozo. (1). La Jefatura de Minas, en vista de esta paralización voluntaria por parte de la Sociedad Duro-Felguera de dichos trabajos, juzgó suficiente esta medida para evitar que los movimientos que ya empezaban claramente a acusarse en la superficie, siguieran aumentando en proporciones peligrosas para los edificios.

En aquella fecha el Sr. Cueto, como consta en su informe, reconoció la existencia de grietas y otros deterioros en varios edificios de Sama agrupados en dos alineaciones paralelas entre sí y siguiendo la dirección del paquete de capas "Falsa", "Purra" y "Rajola".

La alineación del primer grupo comprende las casas de los Herederos de Menendez Suárez (a la entrada de la calle ^{"Capitán Alonso Nart"} ~~Salustio Regueral~~ por la de la Nalona y otras de la primera de estas calles) : las de la Viuda de D. Rufino Villa en las esquinas de las calles ^{"Generalísimo Franco"} "Avenida del 1º de Mayo" ^{"Capitán Alonso Nart"} ~~X~~ "Salustio Regueral" y "Alonso de Riesgo" con la misma de ^{"Ca-} ~~pitán Alonso Nart."~~ ~~Salustio Regueral" X~~ y en la calle de "Alonso de Riesgo" las casas de la Viuda de Campa y la de D. Baldomero Granda y otras.

Esta primera alineación es la más próxima a las labores mineras y se halla al techo del paquete de capas, muy próximas entre sí ya citadas "Falsa", "Purra" y "Rajola". Todas las casas mencionadas presentan grietas importantes en sus paredes maestras, techos y tabiques, de-

(1) Según los planos de labores de la S^{da}. Metalúrgica Duro-Felguera las explotaciones de las capas "Falsa", "Purra" y "Rajola" cesaron en 31 Diciembre 1933.

formaciones en los marcos de sus puertas y balcones , desconchaduras y otros deterioros. La mayor parte de estos edificios precisan una urgente reparacion.

El Sr. Cueto reconoce , sin duda alguna, que esta primera linea de fracturas " se halla dentro de la zona limitada por el plano teórico que partiendo del nivel 200 metros de la capa " Falsa " señala la porcion de terreno sujeta a los hundimientos que suelen producir los trabajos mineros "

La segunda alineacion es paralela a la primera , como ya se dijo; se halla más al S. E. dentro de la villa, y a una distancia de 200 m. de aquella. Comprende, entre otros edificios, el de la Casa Consistorial y las casas de los Sres. Porrero, Viuda de Alvaro Miranda, Viuda del Campo, Sanfrechoso, etc. en la " Avenida del ^{Generalísimo Franco 27} ~~1º de Mayo~~ ". Tambien estos edificios, principalmente el Ayuntamiento, y la casa del Sr. Porrero, presentan grietas y deformaciones de importancia que precisan una urgente reparacion.

Acercas del origen de esta segunda línea de fracturas, ya no se muestra tan categórico el Sr. Cueto admitiendo la posibilidad de que dicho origen pueda residir en la existencia de aguas subterráneas que procedentes de las laderas próximas a Sama " discurren por debajo de la villa en direccion al rio Nalon "

Despues de observar detalladamente los efectos producidos en los edificios agrupados segun estas dos alineaciones, por el movimiento del terreno de fundacion, de la villa de Sama, he procedido al estudio

del origen de este movimiento, examinando las labores mineras y sus planos y haciendo otras observaciones que he creído pertinentes a dicho estudio.

\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$

Desde los clásicos y numerosos ejemplos de descensos del suelo producidos por las explotaciones mineras que nos presenta en su famosa Memoria, Gustavo Dumont (I) son bien conocidas las muchas reglas y teorías existentes para determinar las zonas de la superficie influenciadas por las labores subterráneas. No obstante, ninguna de estas teorías y reglas son tan concluyentes que cada una de ellas pueda aplicarse indistintamente a todos los casos que nos presenta la explotación minera y más concretamente la hullera. Cada caso requiere un estudio particular pues es bien sabido que los movimientos del terreno en una cuenca hullera dependen de un gran número de factores, tales como la potencia y pendiente de las capas; la contextura de los terrenos encajantes; la naturaleza, ^{mo}homogeneidad y compresibilidad del terreno superficial; los antiguos trabajos mineros; el tanto por ciento del relleno de las explotaciones y el coeficiente de compresibilidad de este relleno; la existencia, en estado potencial de fuerzas de tensión y de compresión resultantes de los plegamientos que han seguido a la sedimentación y que han podido producir fallas generales de gran extensión con corrimientos en masa de porciones importantes de estos sedimentos.

También el factor tiempo reviste una importancia excepcional so-

(1) G. Dumont. - "Des affaissements du sol produits par l'exploitation houillère." Liège. 1871.

bre la disposición y proceso de las líneas de fractura de los terrenos. Por ello una explotación rápida y un relleno eficaz aunque no evite el descenso de los terrenos, este descenso se hace más lentamente y así puede evitarse la formación de fracturas, con los consiguientes deterioros en la superficie.

Estos fenómenos de descenso son evidentemente una consecuencia de las explotaciones mineras pues tanto por la acción de la gravedad como por la tensión estratigráfica latente en los terrenos muy plegados, ya se hayan efectuado dichas explotaciones con bueno o mal relleno, los terrenos del techo toman una nueva posición de apoyo sobre aquellos rellenos, los cuales, a consecuencia de su compresibilidad, descienden lentamente.

Un principio fundamental del descenso de los terrenos determinado por una explotación hollera, admitido hoy por todos los ingenieros especializados en estos estudios, consiste en que dicho descenso se manifiesta siempre en la superficie del suelo por una depresión más o menos extensa con producción de efectos de compresión en el centro y de tracción o extensión en los bordes. Cuando el descenso no ha sido suficientemente lento, en estos bordes se producen fracturas., cuya inclinación se dirige generalmente, hacia el centro del hundimiento. También en este último lugar, o sea, en la zona comprimida, - aunque más rara vez - pueden producirse fracturas en los edificios, a causa de la compresión de sus materiales. La primera clase de fracturas suelen ser decrecientes, de abajo hacia arriba y las segundas, crecientes.

La profundidad a la que una explotación determinada puede dejar

de transmitir sus efectos hasta la superficie, es muy variable, y solo experimentalmente puede ser conocida en cada region hullera. Hay ejemplos en que la explotacion de dos capas proximas a la profundidad de 800 m. en una concesion virgen han producido en la superficie una cuveta de descenso, característica, y ocasionado deterioros de importancia en construcciones del suelo. La flecha de la depresion superficial producida por las explotaciones hulleras a algunos centenares de metros de profundidad alcanza generalmente y a veces sobrepasa, el tercio del espesor de la caja deshullada; claro es que este coeficiente puede sufrir alteraciones importantes segun los casos, pero es corrientemente admitido.

Al mismo resultado sensiblemente conduce la formula empleada en Westfalia para conocer la amplitud del descenso superficial originado por la explotacion de una capa de carbon, en funcion de su potencia p y de su inclinacion α

$$a = f \cdot p \cos \alpha$$

los valores del coeficiente f son:

para α de 0 a 10°	$f = 0,40$
" α de 10 a 35°	$f = 0,30$
" $\alpha > 35°$	$f = 0,25$

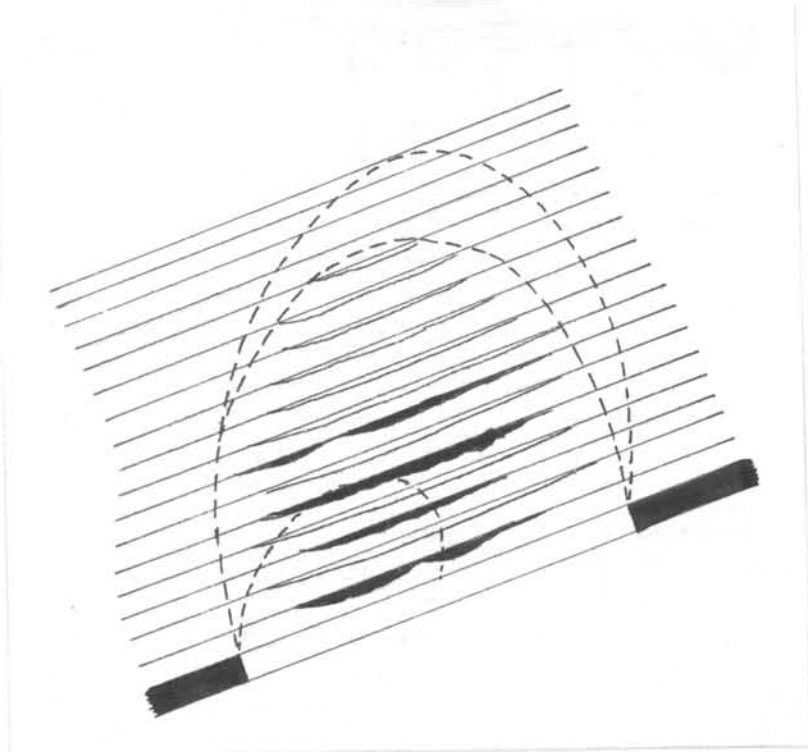
cuando la capa lleva relleno. Para una capa sin relleno, se toma $f = 0,80$

El descenso de los terrenos suele seguir inmediatamente a la explotacion y puede durar más o menos tiempo; a veces, varios años.

+++++

El primer estudio experimental llevado a cabo, hace unos cuarenta y seis años, de las leyes de propagación de los descensos del suelo producidos por los trabajos mineros, fué efectuado por M. Fayol (I) colocando dentro de una caja de paredes de vidrio capas de arcilla, arena y yeso, apoyadas sobre unas tablillas que se podían quitar a voluntad para provocar el descenso de las capas superiores. Fayol dedujo de sus ensayos que estos descensos se producen con flexiones de las capas que se van transmitiendo de una a otra disminuyendo progresivamente y cesando a una cierta altura. El conjunto de estas dislocaciones se halla limitado por una curva de forma parabólica cuyos arranques son normales a la superficie de la capa explotada pero que bien pronto se inflexan y aproximándose las dos ramas se reúnen a una cierta altura.

He aquí uno de los croquis publicado por Fayol como resultado de sus experiencias con la caja de vidrio.



Las curvas características de los descensos de un conjunto estratigráfico presentan, naturalmente, irregularidades en uno y otro sentido, es decir, irregularidades o deformaciones cuando los estratos experimentan cambios de inclinación.

Posteriormente fueron precisándose más y más los detalles de estos fenómenos del descenso de los terrenos llegando a admitirse cuatro casos posibles, teóricamente:

1º. Descenso progresivo que sigue inmediatamente a la explotación pero sin ruptura de los estratos.

2º. Descenso brusco y completo que sigue rápidamente a la explotación, con ruptura.

3º. Derrumbamiento progresivo del terreno de abajo hacia arriba, extendiéndose sucesivamente a todos los bancos.

4º. Hundimiento brusco de un gran bloque mucho tiempo después de la explotación.

El caso más general es el de un techo formado por estratos ni muy tiernos ni muy sólidos, o bien compuestos por estratos alternativamente tiernos y sólidos como por ejemplo los de las minas de hulla, donde las pizarras arcillosas o sean, las capas tiernas, y las cuarcitas, areniscas, y conglomerados, es decir, las capas duras, alternan unas con otras. La ruptura de los bancos de arenisca puede producir sacudidas bruscas, análogas a las de los temblores de tierra que a su vez pueden ser atenuadas por los bancos de pizarras que existan intercalados o superpuestos.

En el año 1912, M. L. Thiriart, publicó en los "Annales des

mines " de Belgica, (1^{er} livraison) una notable Memoria que contiene un detallado resumen de cuanto se había publicado hasta entoces sobre esta interesante cuestion y dos magníficos estudios teóricos.

Pero evidentemente, por muy interesantes y notables que sean las reglas y teorías sobre esta materia tan compleja y difícil de los descesos de los terrenos , es raro que concuerden con la realidad de los hechos, pues no pueden ser tenidos en cuenta con precisión factores tan importantes como son los de las diferencias de espesor de los estratos sucesivos y por consiguiente de su resistencia , ni el conocido fenómeno llamado por los franceses " foisonnement " o sea, el del aumento de volumen que experimentan las rocas en masa al romperse y trocarse en pequeños fragmentos.

De otra parte, las leyes que presiden el desceso de los estratos rocosos en los vacíos subterráneos están lejos de parecerse a las que regulan por ejemplo, el empuje de los terrenos blandos retenidos por un muro de sostenimiento, o el desmoronamiento de los terrenos sueltos de la superficie, hasta llegar al equilibrio por el talud natural peculiar a cada uno de ellos.

M. Delbrouck, ingeniero director de las minas de Moas, (Belgica) en un trabajo suyo muy interesante publicado en 1920 (I) explica el proceso del desceso de los terrenos en la siguiente forma:

« Los estratos superpuestos a una vez en explotación pueden experimentar roturas segun planos de fractura de diferente inclinación, denominados " primarios " y " secundarios " .

La producción del plano de fractura secundaria sucede inmediata-

(1) M. Delbrouck . " Les affaissements du sol produits par les exploitations minières " Revue Universelle des Mines . 1^{er} juillet . 1920 .

tamente a la del plano de fractura primaria en cada uno de los bancos rocosos a consecuencia de la rotura de la extremidad de las superficies de apoyo determinada por el peso y en cierto modo por la flexión y el estiramiento del banco superpuesto antes que este se rompa a su vez, según un plano de fractura primaria. La inclinación del plano de fractura secundaria de cada banco depende de su solidez y de la del banco que le recubre. Esta inclinación será grande para un banco frágil infrayacente a un banco de roca sólida y sola en el caso contrario. >>

El "foisonnement" de las rocas también debe entrar en línea de cuenta (I) e interviene en un momento dado para reducir el campo de acción de los descensos, de suerte que el límite de estos no se halla perfilado según una línea recta a partir de los límites del tajo de explotación, sino que consiste de uno y otro lado en líneas quebradas y estas dos líneas, a partir de una cierta altura se reúnen y forman una cúpula que indudablemente no es otra que la que Fayol demostró experimentalmente con su caja de paredes de vidrio. El asiento progresivo de los estratos hundidos hace que esta cúpula experimente ciertas modificaciones antes de adquirir su forma definitiva. Dicha cúpula puede alcanzar o no la superficie: en el primer caso, esta será afectada por los movimientos de descenso del terreno y en el segundo, no se moverá.

(I) M. Jiciński evalúa el "foisonnement" de las rocas del terreno hullero en el 1% de la potencia de la capa, de manera que según esto, una capa de un metro de potencia explotada a cien metros de profundidad, no produciría efecto alguno sobre la superficie. La realidad, sin embargo, nos enseña el error de esta aseveración pues podría ponerse infinidad de ejemplos que la desmienten rotundamente. Anteriormente se ha puesto el de dos capas próximas explotadas en Bélgica a la profundidad de 800 metros en una concesión virgen, que han determinado en la superficie una cuveta de descenso bien caracterizada. En resumen, el "foisonnement" de las rocas desempeña ciertamente su papel en el descenso de los terrenos pero de ninguna manera de la importancia que le atribuye M. Jiciński.

La forma de la cúpula o de las paredes inclinadas que lleguen hasta la superficie y limitan la zona de influencia, varía según la inclinación de las capas y de los estratos superpuestos, principalmente cuando se trata de terrenos muy plegados.

Claro es que en todos estos fenómenos intervienen factores tan importantes como son la profundidad de la explotación, la potencia de las capas explotadas, las dimensiones de los tajos y forma del relleno así como la resistencia y el "foisonnement" de las rocas que constituyan los estratos superpuestos a las labores mineras.

De todo ello se deduce que la zona influenciada por los movimientos de descenso se halla limitada subterráneamente por superficies curvas cuya forma depende de numerosos factores y por tanto no es posible determinar a priori dicha forma ni fijar el límite de influencia superficial de una explotación dada, con certidumbre. No hay fórmula empírica ni teoría que ofrezcan garantías de acierto suficientes para la resolución de estos problemas. Esto no quiere decir ni mucho menos que dichas fórmulas y teorías sean completamente inútiles sino que deben ser empleadas con la debida cautela y que cada caso que se presente debe ser estudiado en particular, atentamente, reuniendo el mayor número posible de observaciones sobre el terreno, tanto en la superficie como en el interior a fin de llegar a conclusiones que nos inspiren la mayor confianza.

Las modernas teorías alemanas acerca de esta cuestión introducen nuevas ideas y posibilidades (I) Los más recientes estudios coinci-

M. Th. Loisy. "Remarques sur les pressions de terrain en couche puissante" Congrès International des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie appliquée" Paris. 1935

de es admitir que al crearse un vacío subterráneo produce inmediatamente, a causa de este vacío, una expansión de los terrenos. Las presiones soportadas hasta entonces por los terrenos que ocupaban dichos vacíos se refieren ahora a uno y otro lado de la excavación por medio de bóvedas que se forman alrededor de aquellos. En el interior de estas bóvedas los terrenos expandidos se hallan sometidos de una parte a la gravedad y de otra a las fuerzas de cohesión.

La forma de estas bóvedas depende de la naturaleza de los terrenos pasando de una forma elíptica muy realzada que corresponde a las arenas a una muy rebajada, que pertenece a las areniscas.

Por el deshullamiento al desplazarse los trabajos produce también un desplazamiento del campo de presiones empleándose también la frase "onda de presión". Se llega así a un nuevo equilibrio por medio de bóvedas que se apoyan de una parte sobre el carbon que se va a explotar y de otra sobre los rellenos o sobre los macizos de carbon virgen.

La bóveda es delgada en los terrenos duros como las areniscas y en los blandos y quebradizos parece que existe una superposición de bóvedas elementales: en el primer caso, la sobrepresión ejerce en una pequeña región y en el segundo en una región mucho más amplia. Bajo la zona de las bóvedas los terrenos expandidos se hallan sometidos a la acción de la gravedad y de la cohesión, como ya se ha dicho.

En resumen, aun tratándose de labores subterráneas con rellenos, como estos no son jamás completos, su asiento inevitable crea necesariamente vacíos bajo el techo del yacimiento (1) y como consecuencia se

(1) El relleno hace el papel de "colchon elástico" y la compresión del mismo puede ser considerada como grandemente proporcional a la presión soportada. De este modo se comprende que el simple asiento de los rellenos puede provocar en la superficie descensos de cierta importancia.

forma una bóveda general sobre la explotación que irá ensanchándose y ascendiendo en los terrenos a medida que aquella progresa en profundidad. De otra parte en el interior de esta bóveda que cubre el yacimiento tiende a establecerse el equilibrio de los terrenos, rellenos y capa, parcialmente puestos en movimiento bajo dicha bóveda.

Con la exposición de estas ideas generales acerca del problema de los descensos en masa de los terrenos, se pueden precisar y comprender mejor los distintos puntos de vista de los partidarios de dos teorías tan opuestas como son las denominadas, una, "ley de la normal" y otra, "ley de la vertical" que durante muchos años provocaron numerosas controversias.

Los partidarios de la "ley de la normal" (1) suponen que la zona afectada por el descenso de los techos de las capas en explotación se halla dentro de planos normales a la superficie de la capa explotada trazados en los límites de las partes vírgenes y de los vacíos o rellenos. En esta hipótesis se supone que la porción descendida se ha deslizado sobre el plano de una fractura normal a la capa producida en este límite.

Otros, en cambio, entre ellos G. Dumont, admitían que las degradaciones superficiales procedían en ciertos casos de movimientos subterráneos propagados según el sentido vertical.

Los ejemplos, a veces numerosos, que unos y otros partidarios presentaban de ambas teorías, condujeron naturalmente a la conclusión de que en todo caso debía considerarse como sospechosa toda la zona comprendida entre la vertical y la normal.

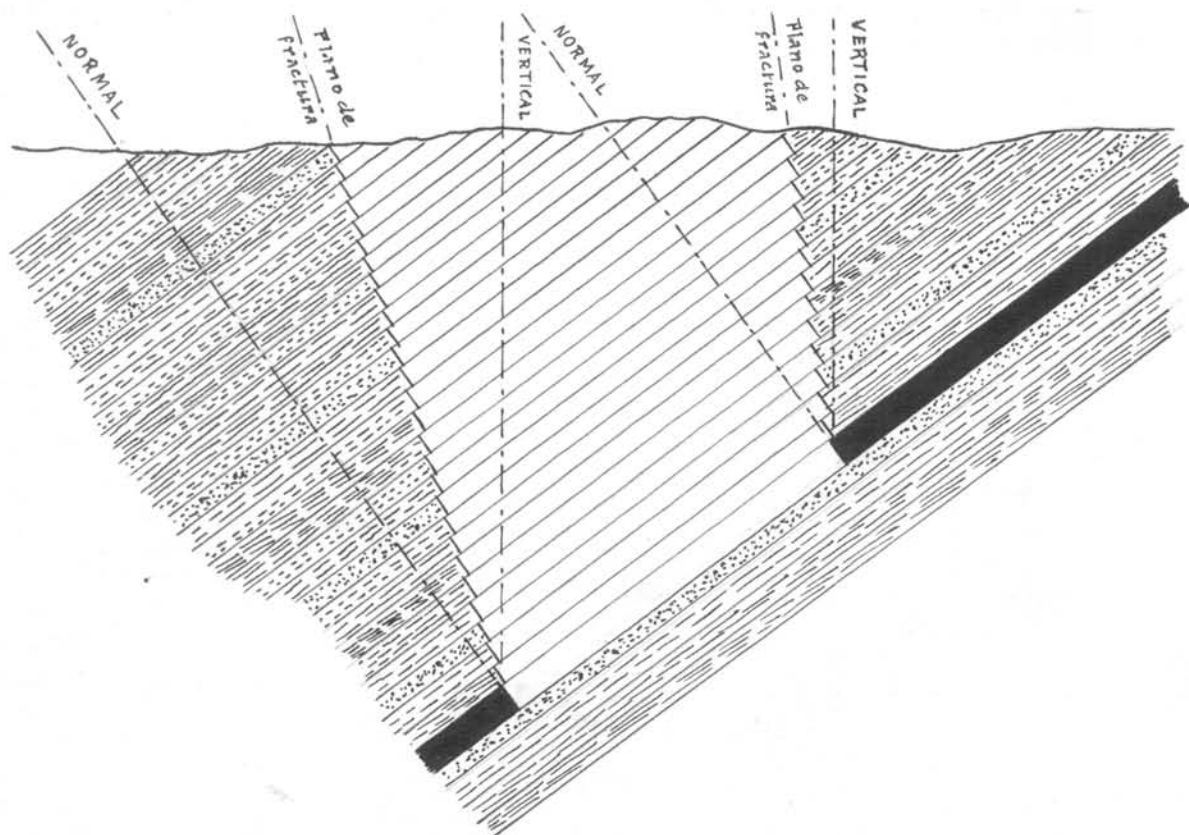
(1) Del ingeniero Poilleux, 1838.

El examen atento de las curvas experimentales de Fayol dan la clave de tal disparidad de criterios en esta cuestión. Estas curvas o mejor dicho superficies, que recubren las zonas afectadas por los vacíos dejados por las explotaciones mineras experimentan diversas deformaciones durante el proceso de los movimientos de los terrenos y como consecuencia sus ramas de arranque unas veces se mantienen normales a la superficie de la capa explotada y otras se desvían hacia la vertical y aun sobrepasan a veces estas direcciones. Por ejemplo, en Bélgica (Hainaut) se han notado degradaciones más allá de la normal, que allí se designan con el nombre de influence en comble. Igualmente en Westfalia se admite también esta amplitud en la degradación superficial trazando empíricamente la fractura que se produce en la parte superior de un tajo bajo un ángulo de 75° con la horizontal pero para inclinaciones de 15° a 35° se traza la fractura inferior según la normal.

Cuando la cúpula de Fayol no llega a formarse, (o sea, cuando se producen hundimientos en los terrenos) y por tanto, solamente sus ramas de arranque llegan a cortar la superficie, la inclinación de estas ramas se presenta unas veces normal a la superficie de la capa explotada y otras vertical, según el grado de deformación de esta cúpula, y de ahí es que los partidarios de una y otra teoría puedan presentar en todo momento ejemplos de una y otra clase. (I)

(1) El ingeniero alemán J. von Sparre, como consecuencia de sus estudios sobre los descensos de terrenos ocurridos en las cercanías de la ciudad de Oberhausen, expuso su opinión de que el límite de los descensos por flexión debía propagarse en altura según la normal, mientras que el de los descensos por ruptura propagábase entre la normal y la vertical.

En general la realidad nos presenta numerosos ejemplos en los que los planos de fractura que practicamente delimitan sobre la superficie la zona afectada por los asientos subterranos para capas inclinadas, se hallan comprendidos entre la normal y la vertical trazadas por los límites entre los macizos vírgenes y los vacíos mineros. Hoy es generalmente admitido que estos planos de fractura no son continuos sino quebrados en forma de gradas, pues los estratos al romperse por efecto de los hundimientos lo hacen por medio de fracturas sensiblemente perpendiculares a su inclinacion, transmitiéndose estas de estrato en estrato hasta la superficie. El conjunto, pues, de todas estas fracturas parciales formará una fractura general (fracturas "primarias" y "secundarias") que se separará de la normal aproximándose más o menos a la vertical. (véase la figura)



Estos planos de fractura en gradas pueden ser paralelos, pero en general al ascender hacia la superficie se separan en forma de embudo.

En estos últimos tiempos, a causa de los nuevos métodos intensivos de explotación sin relleno puestos en práctica en las hallerías de Holanda denominados del "foudroyage" o de "hundimiento dirigido" (I) se vienen haciendo estudios muy interesantes sobre los movimientos de los terrenos provocados por las labores mineras y es muy numerosa ya la bibliografía que existe sobre esta cuestión. Los ingenieros ingleses que son los que poseen mayor interés en el estudio de este asunto, han llegado a la conclusión de que respecto a los deterioros ocasionados en la superficie por las explotaciones hallerías si bien empleando el sistema de explotación sin relleno o de "foudroyage" el descenso total de dicha superficie será mayor que empleando el relleno, lo que importa principalmente no es el descenso total o sea su valor absoluto, sino su regularidad.

Por esta razón, sin duda, se viene observando en muchas hallerías europeas que una explotación llevada rápidamente y con regularidad aunque mal rellenada, a cualquiera profundidad, no suele producir deterioros en la superficie sino solamente descensos en masa pero sin fracturas en los bordes de las zonas afectadas o sea, descensos exclusivamente de

flexión. Por el contrario, una explotación llevada lentamente aunque me-

(1) En nuestra crónica del "Segundo Congreso de Estratigrafía Carbonífera" celebrado en Heerlen (Holanda) en Setiembre de 1935, se describen con algún detalle estos interesantes métodos de explotación empleados con excelente rendimiento en las hallerías holandesas, tanto en las del Estado como en las de los particulares.

por rellenada puede dar lugar a irregularidades en el hundimiento del techo que producen un descenso general de los terrenos con ruptura, y una zona superficial alcanzada en sus bordes por los planos de fractura. Es en estos bordes precisamente donde se producen los deterioros más o menos graves que pueden afectar a toda clase de edificios y obras públicas tales como ferrocarriles, canales, puentes, etc.

+++++

Examinando sobre el plano oficial de la villa de Sama de Langreo a escala de 1:1000 los edificios afectados por los movimientos del suelo (círculos rojos numerados) échase de ver, al primer golpe de vista, que dichos edificios forman dos grupos completamente separados por una zona intermedia que aparece intacta. Estos dos grupos se alinean claramente según la dirección general de los estratos del terreno hullero y son de diferente anchura. El primero, o sea, el más cercano a los pozos del Fondo, se halla dentro de una faja de una anchura máxima de 35 metros y corresponde evidentemente a una línea de fractura del terreno que ha producido deterioros de bastante consideración en varios edificios, principalmente en los situados en el eje de dicha faja, o sea, en los señalados en el plano con los números 7, 8, II, I2, I3, I5 y I6 . Algunos presentan grietas y otros deterioros de tal importancia que precisan urgentemente su reparación. Entre ellos debo hacer especial mención de los siguientes:

Casa de D. Baldomero Granda (nº 8 del plano) en la calle de Ramon Alonso que presenta grandes grietas tanto en las habitaciones de la planta baja como en las del principal y fachadas. Algunos dormitorios se

hallan en estado verdaderamente lamentable.

Casa de D^a Manuela Sampedro (n^o II del plano) en la misma calle, que presenta igualmente numerosos e importantes deterioros en sus fachadas y tabiques interiores.

Casa de D^a Josefa Alvarez , Viuda de D. Rufinó Villa, (n^o13 del plano) es cuya planta baja presenta en las mismas paredes maestras y en los techos del comedor grandes grietas y descoachaduras e igualmente en las habitaciones de la planta principal.

Casas de la Viuda de Menendez Suarez (n^o 15 del plano) y Herederos de D. Enrique Menendez (n^o 16) en las calles de ^{(Capitán H. Louis Nart} ~~Salustio Regueral~~ y Nalona, con fracturas importantes en las dos plantas de estos edificios.

Las grietas que presentan las casas de esta primera faja ofrecen diferentes inclinaciones pero el caso más general es el de que bucea hacia el centro de la villa de Sama. Esta inclinación predominante y paralelismo de las grietas se observa perfectamente en todas las casas y principalmente en la de D^a Josefa Alvarez. De otra parte, todas las grietas ofrecen un decrecimiento bien marcado de abajo a arriba, circunstancia que como ya se ha dicho, constituye una característica de las grietas producidas en los edificios por movimientos de expansion de la superficie, o sea, de las que se presentan en los bordes de la zona afectada por el descenso de los terrenos.

El segundo grupo de edificios hallase distanciado unos 200 metros hacia el interior de la villa , ocupando el centro de la misma y formando una faja de unos 135 metros de anchura . En el eje de esta faja

coinciden varios edificios que presentan importantísimos deterioros, por ejemplo los señalados en el plano con los 20, 21, 23, 25, y 37 de los cuales merece especial mención los siguientes:

Las casas de la Viuda de Alvaro Miranda (nºs 20 y 21 del plano) en la Avenida del ^{Generalísimo Franco} ~~1º de Mayo~~ que presentan grietas tanto en sus plantas bajas como en las principales.

Casa de D. Manuel Porrero (nº 23 del plano) en la misma calle, cuya esquina S. E. presenta grandes grietas que afectan al edificio en toda su profundidad entre las calles Avenida del ^{Generalísimo Franco} ~~1º de Mayo~~ y Mendoza Marrón. Esta esquina se encuentra en verdadero estado ruinoso con peligro inminente de derrumbamiento.

La Casa Ayuntamiento presenta también en la esquina de la misma orientación, importantísimos deterioros, tales como la rotura y desprendimiento del dintel de una ventana de este lado, y grandes grietas, tanto en la pared maestra como en los tabiques de las dependencias de la planta baja.

Todos estos edificios se encuentran sobre una misma línea, bien señalada, de fractura del suelo paralela a la del primer grupo y las grietas presentan, en general, una inclinación contraria a las de este grupo. (Véase principalmente las casas de la Viuda de Miranda , Porrero y el Ayuntamiento.)

Los demás edificios afectados también por el movimiento del suelo de esta segunda faja, presentan igualmente numerosas grietas y deterioros aunque de menor importancia, como por ejemplo, las casas de D. Cefe-rino Saafrechoso (nºs 1 y 2 del plano) en la Avenida del ^{Generalísimo Franco} ~~1º de Mayo~~,

y las de D^a Concha F. Riesgo (n^o 17) , D. Joaquín F. Riesgo (n^o 18)
Viuda de Mariano del Campo (n^o 19) en la ^{Avenida de San Antonio} ~~calle del 14 de Abril~~; D. Ra-
mon Diaz (n^o 24) , D. Claudio Ochoa (n^o 26) , D. Jose Lagar (n^o 27)
D. Vicente Llameza, (n^o 29) , D. Celestino Lombardía (n^o 31) y las de-
más de este grupo convenientemente señaladas en el plano.

Existen pues en el centro de la villa de Sama de Langreo
dos líneas de fractura del suelo bien marcadas, orientadas según la direc-
ción general de los estratos hulleros de esta región (N.45° E.) y dis-
tanciadas entre sí unos 200 metros. Estas líneas de fractura reúnen todas
las características que presentan los bordes de las cavetas de desceaso
de los terrenos. (Véanse los planos, planta y corte vertical)

La zona N. O. de la villa de Sama se encuentra inmediatamente
al techo de las explotaciones hulleras de los pozos del Fondón sobre el
paquete de cinco capas denominadas : "Falsa", "Burra ", "Rajola " , "2^o
San Luis " y " 1^o San Luis " pertenecientes al subtramo del *Soton*.

Las tres primeras o sean, las más altas geológicamente, se hallan comprea-
didas en una anchura de cuarenta metros y alguna de ellas, como por ejem-
plo, la capa " Falsa " tiene aquí una buena potencia de 0,80 a un metro.
Como estas tres capas se hallan tan próximas entre sí, su explotación si-
multánea ha producido, sin duda, iguales efectos sobre los estratos del te-
cho que los que hubiera producido una sola capa de una potencia igual a la
suma de las de las tres. La deficiencia del relleno y la lentitud con que
se llevan generalmente las explotaciones hulleras en Asturias, a un solo
relevo, han sido las causas eficientes, a mi juicio, de que se produjeran

en los terrenos superpuestos a las explotaciones, asientos irregulares que han provocado el descenso en masa de aquellos con raptura de los bordes de la cuveta. Se trata, sin duda, de un caso más de hundimiento clásico del techo en las explotaciones de capas muy inclinadas que hasta ahora no había sido reconocido ni estudiado en Asturias, pero que es frecuente en las demás cuencas hulleras de Europa.

El examen atento de la planta y del corte vertical de las labores del FONDON, muestra claramente las circunstancias estratigráficas y del laboreo de las capas que han dado origen al movimiento de los terrenos superpuestos.

Los estratos, con una inclinación de 70° entre la superficie y la planta 80 toman la de 65° entre esta última y la planta 200 límite inferior actual de la explotación. El deshullamiento efectuado entre las plantas 80 y 200 a tan pequeña distancia del suelo de Sama, forzosamente había de provocar movimientos más o menos bruscos de descenso del terreno con producción de fracturas en los límites de los macizos de carbón vírgenes y los vacíos o los rellenos de los tajos. Estas fracturas transmitidas de estrato a estrato, alcanzaron fácilmente la superficie antes de que hubiera podido formarse la bóveda de equilibrio que de haber sido las explotaciones más profundas acaso hubiera servido de protección al suelo de Sama.

Como puede observarse en los dibujos las dos zonas de raptura corresponden exactamente a las trazas de dos planos de fractura que arrancando de los límites O y O' del deshullamiento, con inclinaciones de 45° sobre la horizontal el más inferior, y de 55° el superior, o sea,

inclinaciones comprendidas entre las normales O'Q y O'N a las superficies de las capas y las verticales O'P y O'M llegan a la superficie y la cortan según las líneas proyectadas en los puntos F y F' del corte vertical. Estas dos líneas, (véase la planta) delimitan la zona del suelo de la villa afectada por los movimientos subterráneos. Y es en estas líneas extremas precisamente donde pueden ser observados en el suelo y en los edificios que se encuentran sobre ellas, los efectos de extensión máximos de los bordes del hundimiento. En cambio en la parte central de la caveta de desceso se conservan intactos todos los edificios sin observarse en ninguno de ellos grietas anormales, lo que prueba que la flecha de la caveta no ha sido grande pues de otra suerte hubiera podido producirse también en esta zona intermedia algunos deterioros en sus edificios provocados por los efectos de compresión.

La longitud de esta flecha puede ser evaluada aproximadamente a falta de medidas precisas de nivelación, que no creo existan, por la fórmula empleada en Westfalia , anteriormente mencionada:

$$a = f.p. \cos \alpha$$

en la que tomando como coeficiente el que corresponde a un relleno medianamente o sea, 0,60 : para espesor total de los vacíos por deshullamiento más próximos a Sama, 1,90 m.; y 70° como inclinación de los estratos, se tiene:

$$a = 0,6 \cdot 1,9 \cdot 0,34 = 0,39 \text{ m.}$$

o sea, cuarenta centímetros , en números redondos.

Además de los edificios comprendidos en las dos fajas señaladas, existen otros sobre una línea de la misma dirección situada a unos 70 m. al N.O. de la primera faja, con fracturas características de mo-

movimientos de desceaso del suelo como por ejemplo, la casa n^o I4 del plano en la calle de la Malona , de D^a Catalina Rodriguez que presenta en las paredes maestras de sus dos fachadas , anterior y posterior, varias grietas inclinadas hacia el centro de Sama. La estacion del f. c. de Langreo (n^o 38 del plano) que tambien pres^{ta}le grietas de la misma inclinacion tanto es una pared maestra como en un tabique del despacho del Jefe, e igualmente en sus inmediaciones el muro que existe separando la via del f. c. de la carretera general a Campo de Caso, presenta ondulaciones y grietas que denotan haber sido alcanzado por los mismos movimientos del terreno. Estos edificios y obras de fabrica que se hallan fuera de la primera faja pueden corresponder, o bien sea a una zona de ampliacion de dicha faja , por deformacion secundaria de su rama N O. (influence en comble de los belgas) o bien a la rama de otra bóveda naciente originada por las explotaciones de las dos capas "1^o San Luis " y "2^o San Luis " pues ya se ha dicho que cuando se explota un paquete de capas muy próximas entre sí , todas sus labores resultan afectadas unas por otras y pueden producirse varias bóvedas de equilibrio superpuestas o bien deformaciones importantes en una sola bóveda.

Así, pudiera resultar que en realidad además de los dos planos de fractura , bien acusados, correspondientes al grupo de capas "Falsa", " Purra " y " Rajola" se hubieran formado tambien otros dos , un poco corridos hacia el N. O., de análogas características, pero de efectos más borrosos y restringidos originados por la explotacion de las capas "1^o San Luis " y " 2^o San Luis " y que a estos dos planos correspondieran realmente las líneas sobre las que se encuentran la casa n^o I4 del plano, la Es-

taciones del f. c. de Laagreo , el muro del mismo f. c. etc., de una parte, y de otra, las casas señaladas en el plano con los numeros 1, 2, 3, y 4 que anteriormente hemos considerado comprendidas en la segunda faja de fractura del grupo " Falsa", " Parra" y "Rajola" . Entonces esta faja quedaría reducida a 100 metros de anchura en vez de los 135 que le habíamos asignado.

De cualquier modo que sea, lo que aparece fuera de toda duda , es la existencia, sobre el suelo de Sama, de una zona de hundimiento bien marcada, de bordes fracturados, producida incuestionablemente por las explotaciones mineras de los pozos del Fondon.

Gijón , julio de 1936.

El Ingeniero de Minas

Ignacio Patricio

Nota. Esta memoria ha sido redactada en el primer semestre del año 1936, pero por no hallarse puesta en limpio al estallar el glorioso movimiento Nacional, no pudo ser entregada a los interesados en aquella fecha. No obstante, hemos querido figurar en ella los nombres actuales de las calles y plazas de la villa de Sama.

Nº del plano

Propietario

Calle o Plaza

1	D. Ceferino Sanfrechoso	Avenida ^{del} 1º de Mayo. y P. Carracido <i>Generatísimo Franco</i>
2	id. id.	id. id
3	" Celestino Ordiz	Calle de la Industria. <i>Calle del Comandante Caballero</i>
4	Viuda de J. Maria Suarez	Plaza de Adaro .
5	Dª Delfina Garcia	Patio interior.
6	Hermanas Infanzon	Calle de P. Gascue. <i>Avenida de Oviedo</i>
7	Herederos de Varela	id id
8	D. Baldomero Granda	Calle de Ramon Alonso
9	D. Jose Espina	id id
10	Hered ^{es} de Joaquin Sanchez	id id y E. Rebollos.
11	Dª Manuela Sampredio	id id
12	D. Jose Rocas	Fragua en un patio a la calle anterior
13	Dª Josefa Alvarez.	Avenida del ^{del} 1º de Mayo <i>Generalísimo Franco,</i>
14	Dª Catalina Rodriguez.	Calle de la Malosa.
15	Viuda de Menendez Suarez	Calle ^{del} Salustio Regueral <i>Capitan Alvaro Nart</i>
16	Herd ^{es} de Menendez	id esquina a malosa.
17	Dª Concha F. Riesgo.	Calle 14 de Abril y Parque. <i>Avenida de San Antonio y Parque.</i>
18	D. Joaquin F. Riesgo.	id id y travesía a id.
19	Viuda de Mariano del Campo	id id y Avenida ^{del} 1º de Mayo <i>Generalísimo Franco</i>
20	Viuda de Alvaro Miranda	Avenida del ^{del} 1º de Mayo. <i>Generalísimo Franco</i>
21	id id id	id id
22	dª Celestina Perez.	id id
23	D. Manuel Porrero.	id id id y Mendoza Marro <i>Varauis Prada Moron</i>

Nº del plano	Propietario	Calle o plaza.
24	D. Ramon Diaz	Avenida del / 1º de Mayo <i>Generalísimo Franco</i>
25	D. Juan Antonio Escudero	Plaza del Ayuntamiento. <i>Plaza de España</i>
26	D. Claudio Ochoa	Alvarez Miranda y / Mendoza Marroa. <i>Venancio Prada Moran</i>
27	D. Jose Lagar	Calle Alvarez Miranda.
29	D. Vicente Llanaza.	Delbrouck y Travesia Ayuntamiento
30	D. Avelino Suarez	Calle Delbrouck.
31	D. Celestino Lombardía	id id
32	D. Benigno Fernandez.	id id
33	D. German Riera	id id
34	Dª Josefa Garcia	Plaza de A. Nestrál.
35	D. Sabino Alonso.	id. y Manuel Rodriguez
36	D. Camilo Nuño	Mercado de Abastos.
37	Ayuntamiento de Langreo.	Plaza del Ayuntamiento. <i>Plaza de España</i>
38	Estacion del f. c. de Langreo	

