



MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

por VEINTE años en España, por "PROCEDIMIENTO
PARA HACER A UNA COMPOSICION CAPAZ DE SER MOLDEA-
DA Y CURADA EN UN HORMIGON DE BAJA DENSIDAD".

a favor de

KOPPERS COMPANY, INC.

domiciliado en 436 Seventh Avenue, Pittsburgh,

Pennsylvania, EE. UU.

PRIORIDAD: de la solicitud de patente estadounidense No. 367.932 del 18 de Mayo de 1.964.

INVENTOR: Robert Cunningham Sefton, de nacionalidad estadounidense.



Este invento se relaciona, de modo general, con materiales de construcción de poco peso, y de modo más especial con un hormigón de baja densidad.

5 En los últimos años se ha puesto sumo interés en la fabricación de materiales de construcción de poco peso a fin de emplear los en vez del hormigón corriente. El peso del hormigón estructural corriente es del orden de 150 libras por pie cúbico (2403 kgs/m³). Se ha visto que puede disminuirse considerablemente el peso del hormigón ya sea utilizando agregados livianos o mediante la aireación del
10 hormigón. Ya se ha logrado obtener una disminución nominal en el peso del hormigón empleando agregados estructurales de poco peso, como, por ejemplo, pizarra dilatada o celular, o escoria de altos hornos. - Los hormigones fabricados con dichos materiales se clasifican de modo general como hormigones estructurales de poco peso y generalmente que
15 dan comprendidos dentro de una escala de peso que varía entre 90 y 120 libras por pie cúbico (1441,80 y 1922,40 kgs/m³). En casos en que se necesita disminuir aun más el peso, como, por ejemplo, cuando se trata de rellenos para pisos y azoteas, la formulación puede contener -
20 agregados especiales tales como la perlita o la vermiculita. El producto que se obtiene cuando se utiliza ya sea la perlita o la vermiculita es de resistencia relativamente deficiente tratándose de bajas densidades. Como alternativa, pueden omitirse por completo los agregados y utilizarse aire o gas en forma de pequeñas burbujas para aumentar el volumen del hormigón.

25 Se ha descubierto con gran sorpresa, que puede elaborarse un hormigón de baja densidad utilizando un agregado de partículas poliméricas discretas, dilatadas, de células cerradas, que van homogéneamente distribuidas en un aglutinante de cemento, y que se incorporan en el aglutinante en una proporción de 13,5 %, por lo menos, a base -
30 del volumen de aire. El nuevo hormigón de baja densidad, tiene por lo

308174

- 3 -



general un peso con desecación al horno de 15 a 35 libras por pie cúbico (240,30 a 560,70 kgs/m³), más o menos. El nuevo hormigón es un material capaz de producir aislamiento térmico, que es virtualmente a prueba de llamas y que es capaz de sustentar cargas livianas.

5

El nuevo producto del invento puede emplearse en la construcción de plataformas de azoteas y tabiques de pared, y para hacer las veces de alma ó núcleo en productos laminados. El nuevo producto puede clavarse, aserrarse o taladrarse empleando las herramientas que corrientemente utilizan los carpinteros. Además de ser un material su mamente liviano, posee una alta resistencia en relación con su poca - densidad.

10

Según el invento, se proporciona una composición que puede moldearse y fraguarse a fin de formar un hormigón de baja densidad es decir, una densidad con desecación al horno de 15 a 35 libras por pie cúbico (240,30 a 560,70 kgs/m³), y que consiste en una suspensión uniforme de una fase de agregado liviano, formada de partículas poliméricas dilatadas, que tienen una densidad de 1 a 10 libras por pie - cúbico (16,20 a 162,0 kgs/m³), y una fase aglutinante que consiste en cemento hidráulico, agua y un aditivo tensoactivo, conteniendo dicha fase aglutinante aire arrastrado en una proporción de 13,5 a 60 por ciento por volumen.

15

20

El hormigón de baja densidad se elabora preparando una - suspensión uniforme de la mezcla de hormigón en la forma ya descrita, vaciando la mezcla en un molde y fraguando la mezcla.

25

El agregado que resulta ser útil para los fines de este - invento consiste en partículas poliméricas discretas, dilatadas, en - especial las partículas de un poliestireno dilatado, que se dilata o "infla" de antemano. Dichas partículas se dilatan de modo que su densidad final sea del orden de 1 a 10 libras por pie cúbico (16,20 a 162,0 kgs./m³), y de preferencia de 1 a 3 libras por pie cúbico (16,20

30



a 48,06 kgs/m³). Desde el punto de vista estructural, las partículas tienen células cerradas, discretas, lo que las hace virtualmente impermeables, evitándose así el tener que aumentar la cantidad de agua cuando se preparan mezclas húmedas de cemento. Además del poliestireno, las cuentas pueden elaborarse a partir de otras resinas sintéticas, tales como el polietileno, los productos de condensación del fenolformaldehído, el cloruro de polivinilo, el poliacrilonitrilo, los ésteres poliacrílicos, los ésteres polimetacrílicos y los copolímeros de estireno y los comonómeros, como, por ejemplo, el butadieno y el acrilonitrilo.

Las cuentas dilatadas de poliestireno pueden obtenerse en el mercado de diversos fabricantes, como, por ejemplo, el estireno dilatado que se vende corrientemente con el nombre de fábrica de DYLITE. Las partículas de poliestireno no dilatadas llevan incorporadas en ellas de 3 a 15 por ciento, por peso, de un agente soplador consistente en un hidrocarburo volátil, como, por ejemplo, pentano o éter de petróleo, el cual se volatiliza fácilmente a temperaturas elevadas. Al calentarse estas partículas mientras se hallan en estado no confinado, se expanden o dilatan las cuentas de poliestireno alcanzando un tamaño de 10 a 60 veces su tamaño original. Por lo común puede suministrarse el calor aplicando ya sea aire caliente, vapor, agua caliente, radiación infrarroja u otras fuentes de calor semejantes. Un método muy conocido de dilatar las cuentas en un preensanchador de vapor, se describe en la patente estadounidense concedida a Hugh Rodman, Jr., No. 3.023.175. El empleo del preensanchador de Rodman entraña ventajas especiales, pues permite regular fácilmente la densidad volumétrica de las partículas que se ensanchan o dilatan. Las partículas de poliestireno no dilatadas tienen, más o menos, una densidad igual a la densidad del agua. Por ejemplo, el poliestireno dilatado que se vende con el nombre de fábrica de DYLITE tiene una densidad efectiva -



de 65 libras por pie cúbico (1041,30 kgs/m³), más o menos, y una densidad volumétrica de como 38 libras por pie cúbico (608,76 kgs/m³). Sin embargo, después del preensanchamiento, las partículas de poliestireno dilatadas tienen una densidad volumétrica sumamente baja, del orden de una libra por pie cúbico (16,20 kgs/m³), más o menos. Estas partículas dilatadas fluyen libremente y tienen un aspecto blanco, satinado y una superficie exterior continua. El corte transversal de las cuentas de poliestireno dilatadas indica que están constituidas por una multitud de células discretas, cerradas, sumamente finas.

El empleo de pequeñas partículas procedentes de un polímero dilatado, parece producir un hormigón sumamente resistente. Se prefiere que las partículas poliméricas dilatadas, como, por ejemplo, las cuentas de poliestireno, no varien mucho en lo que se refiere al tamaño, y así pues más de un 90 por ciento de las partículas pasan a través de un tamiz de 10 mallas, quedando retenidas, todas ellas, en un tamiz de 60 mallas (según las normas de los Estados Unidos); en otras palabras, las partículas tienen un diámetro de 0,0787 a 0,0232 de pulgada (0,0228 a 0,00589 mm.). Esta escala, sin embargo, no es crítica y pueden utilizarse partículas de hasta 1/4 de pulgada (6,350 mm.).

La fase aglutinante de la composición a que se refiere este invento, consiste en la parte de la composición de hormigón que sustenta la fase de agregado. La fase aglutinante consiste, al comienzo, en cemento hidráulico, agua y un aditivo tensoactivo cuya función es distribuir en forma homogénea la fase de agregado y ejercer además la función de agente arrastrador de aire, a fin de proporcionar una parte o el total de la cantidad mínima de aire que se necesita, a saber, un 13,5 por ciento por volumen. Se pueden emplear además otros agentes arrastradores de aire o agentes sinergistas, si se necesitan, a fin de aumentar el efecto arrastrador de aire del aditivo tensoac-

308174

- 6 -



tivo.

5 El cemento puede consistir en cualquier cemento hidráulico o inorgánico corriente. Así, pues, según el invento, se pueden emplear los cementos Portland corrientes, productos de yeso, cemento hiperaluminoso y cemento de magnesia. Todos estos cementos pueden obtenerse fácilmente de numerosas casas comerciales. La elección del cemento que va a utilizarse queda supeditada a los usos que se darán al cemento. Tratándose de cementos destinados a fines estructurales corrientes, deben escogerse los cementos Portland corrientes, de preferencia el Tipo I o el Tipo II de cemento Portland.

10 En la química del cemento es esencial utilizar agua a fin de satisfacer los requisitos de la hidratación del cemento. Además, el agua imparte a la mezcla de cemento propiedades que facilitan la manipulación del cemento y mejoran su fluidez. Para casi todos los fines, resulta adecuado utilizar agua de la cañería.

15 El aditivo tensoactivo es un componente esencial en la elaboración del producto a que se refiere este invento. El aditivo tensoactivo imparte a la mezcla de cemento propiedades adecuadas de vaciado, mediante la distribución homogénea de la fase de agregado en la fase aglutinante y disminuye, al mismo tiempo, la cantidad de agua que se necesita en la mezcla. Cuando se utiliza el aditivo, la fase de agregado, es decir, las cuentas, tienden a permanecer homogéneamente dispersas. Cuando no se utiliza el aditivo, la cantidad de agua que necesita la mezcla es tan alta que la movilidad relativa de las

20 cuentas en la fase aglutinante aumenta considerablemente y, por lo tanto, en vista de la diferencia que existe entre la densidad de las cuentas y la densidad del cemento, las cuentas se separan y flotan hacia la superficie de la mezcla. El aditivo, ya sea por sí solo o en combinación con otro agente arrastrador de aire, también ejerce la función de disminuir la densidad de la mezcla nueva de hormigón, al arras

25

30



trar aire en una proporción de 13,5 por ciento, por lo menos, a base del volumen de la fase aglutinante. El arrastre de un volumen mínimo de aire es de vital importancia y es este fenómeno el que produce, - en gran parte, las nuevas propiedades del producto.

5

Hay una gran variedad de aditivos tensoactivos que pueden utilizarse al ponerse en práctica el invento. Los aditivos que pueden emplearse para este fin abarcan, en realidad, todos los agentes tensoactivos aniónicos, catiónicos y no iónicos conocidos. Sin embargo, - por razones prácticas, es mejor escoger aquellos agentes que son capaces de arrastrar por sí solos la cantidad de agua que se necesita, o aquellos que exigen el empleo de solo una pequeña cantidad de la sustancia sinergista. Los aditivos que resultan especialmente adecuados pueden clasificarse según su estructura química, en la forma siguientes:

10

15

1. Los agentes aniónicos, que abarcan los sulfonatos alcohilárflicos, como, por ejemplo, los sulfonatos alcohilnaftalénicos - que se venden en el mercado con los nombres de fábrica de Alkanol B, Alkanol S y Nekal BX-78; las sales sódicas de los ácidos naftalenosulfónicos condensados con formaldehído, que se venden en el mercado con los nombres de fábrica de Darvan No. 1, Darvan No. 2 y Tamol SN; los sulfatos alcohílicos, como el sulfato de laurilo, que se vende en el mercado con el nombre de fábrica de Duponol WA; los lignosulfonatos - preparados mediante sulfonación de la lignina, como, por ejemplo, el lignosulfonato de calcio que se vende en el mercado con el nombre de fábrica de Marasperse C y el lignosulfonato de sodio, que se vende en el mercado con el nombre de fábrica de Polyfon F; y las resinas saponificadas, como, por ejemplo, el extracto de resina saponificada extraído de la madera de pinos del sur, que se vende en el comercio con el nombre de fábrica de Vinsol NVX.

20

25

30

2. Los agentes catiónicos, que abarcan las sales de amonio



5 ouaternarias, como, por ejemplo el cloruro de laurilpiridinio y el bromuro de trimetiloctadecilamonio; y las aminas secundarias, como, por ejemplo, la N-(1-metilheptil)-etanclamina y la N,N'-bis(1-metilheptil)etilenodiamina, que se obtienen en el mercado con el nombre de fábrica de "alkams".

10 3. Los agentes no iónicos, que abarcan los productos del óxido de etileno condensados con ácidos grasos, alcoholes o fenoles, como, por ejemplo, los alcoholes arílicos polietéricos alcoholados, que se obtienen en el comercio con los nombres de fábrica Triton X45, Triton X100 y DMS. Entre los agentes no iónicos que son especialmente útiles y que se emplean de preferencia en forma de mezclas, pueden citarse el Tween-80, es un monooleato de polioxietileno sorbitán y el Span-80, es un monooleato de sorbitán.

15 Si bien la mayoría de los aditivos tensoactivos llenan todos los requisitos necesarios para la elaboración de una mezcla de hormigón vaciable, lo que se logra mediante la suspensión homogénea de la fase de agregado, se ha visto que algunos de ellos no arrastran la cantidad de aire que se necesita para llenar los requisitos mínimos del producto del invento. Como una solución a este problema, se ha visto que si se agrega una pequeña cantidad de un agente sinergista -
20 arrastrador de aire, se aumenta la acción arrastradora de aire del aditivo tensoactivo y que, al mismo tiempo, se satisfacen todos los requisitos respecto de la cantidad mínima de aire que debe arrastrarse, aumentándose así el número de agentes tensoactivos que pueden escogerse.
25

30 El agente o sustancia sinergista arrastrador de aire debe cumplir los siguientes requisitos: debe consistir, en esencia, en un hidrocarburo líquido alifático, nafténico y/o aromático; debe ser virtualmente insoluble en agua; debe ser relativamente no volátil a fin de que permanezca presente en el hormigón durante el fraguado inicial



del hormigón; debe ser lo suficientemente lento en atacar las superficies de las cuentas a fin de evitar la aglomeración de las cuentas en la mezcladora, el colapso de las cuentas, o la disolución de las cuentas antes del fraguado inicial del hormigón; y debe tener una viscosidad lo suficientemente baja a las temperaturas que privan mientras se efectúa la mezcla, a fin de que pueda distribuirse fácilmente en toda la superficie de las cuentas que se hallan presentes en la mezcladora.

Una sustancia sinergista arrastradora de aire que es especialmente útil puede obtenerse en el comercio con el nombre de fábrica de Transphalt L-3, que consiste en una resina termoplástica oscura de hidrocarburos poliméricos polinucleares, que se obtiene al "craquear" el petróleo en condiciones reguladas, a fin de obtener productos aromáticos no saturados, los que se polimerizan luego, obteniéndose un producto que tiene un punto de fusión de unos 3°C. Dicho agente tiene un peso molecular relativamente bajo y una relación relativamente alta entre el carbono y el hidrógeno. Contiene menos de dos por ciento de carbono libre y grandes cantidades de sustancias no saturadas polimerizadas, semejantes a las que se encuentran en las fracciones de alquitrán de hulla, que hierven a temperaturas comprendidas entre 150 y 300°C. El Transphalt L-3 es soluble en disolventes aromáticos clorados y de terpeno, pero solo es soluble en parte en los hidrocarburos alifáticos. Permanece en estado líquido a la temperatura ambiente y tiene una viscosidad Saybolt de como 45 a 55 unidades Saybolt a una temperatura de 210°F (99°C). Disuelve una cuenta de poliestireno en espacio de 25 a 30 minutos.

Además del Transphalt L-3 existe una gran variedad de hidrocarburos que estimulan la acción de arrastre de aire de los aditivos tensoactivos corrientes, como, por ejemplo, el Tamol SN. Estos diversos hidrocarburos abarcan desde el aceite "de tinta" (ink oil) y -



una mezcla de asfalto y aceite "de tinta" en una relación de 1:1, representativos de los tipos alifáticos y nafténicos mezclados, hasta las mezclas de alquitrán y creosota que son sumamente aromáticas. Por otro lado se vió que el fosfato tricresílico y ftalato dibutílico, que no están comprendidos dentro de estas clasificaciones de los hidrocarburos, no sirven para estimular el arrastre del aire.

El hecho de poder disponer de una no volatilidad relativa es un requisito esencial para poder retener en la mezcla húmeda el agente sinergista arrastrador de aire que consiste en un hidrocarburo mientras se efectúa la mezcla y el fraguado inicial de la mezcla, pues en esta forma el arrastre de aire se efectúa de modo uniforme y estable. También es conveniente desde el punto de vista práctico, evitar las explosiones que pueden producir los hidrocarburos más volátiles. Así, pues, por lo general y a fin de cumplir con estos requisitos, el punto de ebullición del hidrocarburo debe ser superior a 175°C (760 mm).

La rapidez con que el agente sinergista que consiste en un hidrocarburo ataca las cuentas de poliestireno está supeditada al grado de viscosidad, al peso molecular y a la clase de hidrocarburo que se utiliza. Los hidrocarburos alifáticos atacan las cuentas de poliestireno con más lentitud, los hidrocarburos nafténicos las atacan a una tasa moderada, y los hidrocarburos aromáticos las atacan con más rapidez. A medida que aumenta la viscosidad y el peso molecular de cada una de las diversas clases de hidrocarburos, disminuye en forma correspondiente la rapidez con que atacan las cuentas de poliestireno. Entre los hidrocarburos aromáticos que atacan las cuentas de poliestireno con tal rapidez que no resultan prácticos para entrar a formar parte de la mezcla, están el xileno y la tetralina. Por ejemplo, al colocarse una cuenta en un exceso de xileno o de tetralina se disuelve en cuestión de 15 segundos. El octahidrofenantreno y el Kolineum (el nombre de fábrica de un producto que consiste en una fracción de -



5 creosota purificada), son de clasificación dudosa y parecen ser sumamente lentos en atacar las cuentas de poliestireno para emplearlos en las mezclas. Al colocarse una cuenta en un exceso de los hidrocarburos mencionados en último término, se necesitaban como de 5 a 6 minutos para disolver la cuenta.

10 La acción lenta que ejercen los hidrocarburos nafténicos sobre las cuentas de poliestireno se ilustra por medio del ciclohexano, el cual necesita de uno a dos minutos para disolver una cuenta y el perhidrofenantreno el cual falló en disolver una cuenta en un período de dos días, en contraste con los resultados obtenidos con el xileno y el octahidrofenantreno respectivamente. La acción sumamente lenta que ejercen los hidrocarburos alifáticos respecto de las cuentas de poliestireno se pone de manifiesto con los resultados obtenidos con el n-heptano y el aceite "de tinta" (ink oil), los cuales fallaron en disolver una cuenta en varios días.

15 La expresión arrastre de aire, en la forma que aquí se utiliza, quiere decir una dispersión estable de burbujas pequeñas de aire, de como 0,5 mm. de diámetro, que tiene lugar en la mezcla de cemento, agua y agregados. Esta dispersión se estabiliza mediante el empleo del aditivo tensoactivo, y la cantidad de aire que se arrastra depende de la clase de aditivo tensoactivo que se agrega y de la clase de agente sinergista que se utilice, si es que se utiliza tal agente. La cantidad máxima de aire arrastrado que puede contener el hormigón es de como 60 por ciento a base del volumen total de la fase aglutinante, incluso el aire arrastrado.

25 La formación de espuma es un fenómeno que ocurre cuando el volumen de aire arrastrado excede del límite aproximado de 60 por ciento. Al formarse la espuma, la fase aglutinante deja de existir en cantidad suficiente para atrapar el aire en forma de pequeñas burbujas esféricas. En este punto el aire forma células grandes e irregula-

30



res o forma espuma, y como resultado de ésto la estructura de hormigón se vuelve irregular y débil.

5 La resistencia del hormigón nuevo de baja densidad, es más que todo función de la densidad y se mide primero al cabo de siete días después de fraguarse el hormigón contados a partir de la fecha en que se vacía el hormigón, y luego al cabo de 28 días. Así, -
10 pues, al tomarse en cuenta la resistencia a la compresión, hay que tomar en cuenta también los factores que afectan la densidad. La densidad del hormigón es función de los siguientes factores: la proporción entre el agua y el cemento; la proporción entre las cuentas y el cemento; el tamaño y la densidad de las cuentas; la clase y la concentración del aditivo tensoactivo que se utiliza; y el porcentaje del -
15 arrastre de aire. Todos estos factores están relacionados entre sí y no pueden considerarse como variantes separadas. Por esta razón, el efecto que produce individualmente cada uno de estos factores, debe -
considerarse en relación con los efectos producidos por los otros factores.

La relación entre el agua y el cemento la determina en -
20 gran parte la facilidad de trabajo y la fluidibilidad de la mezcla húmeda de hormigón. Esto es algo que se adquiere con la práctica y ambos factores pueden ser determinados fácilmente por cualquier operario perito en el arte. Científicamente, la fluidibilidad puede determinarse midiendo el flujo según el Método ASTM C-230. Según este método el hormigón húmedo se moldea en el centro de una plancha de flujo -
25 a fin de formar un cono truncado. La plancha se deja caer luego abruptamente 25 veces en espacio de 15 segundos a través de un sondeo de caída libre de 3/4 de pulgada (19,05 mm.). La muestra de cemento se -
30 aplasta en relación con la fluidibilidad, y el flujo se registra, el cual está representado por el porcentaje a que aumenta el diámetro de la muestra más allá de su diámetro original de 4 pulgadas (10,6 mm.).-



El hormigón nuevo de baja densidad debe tener un flujo de 45 a 75 por ciento, considerándose como normal, por lo general, un flujo del orden de 60 a 65 por ciento.

5 Varios factores afectan la relación que debe existir entre el agua y el cemento a fin de obtener un flujo normal. Por ejemplo, - la relación entre el agua y el cemento aumenta a medida que aumenta - la relación entre las cuentas y el cemento. La relación entre el agua y el cemento que se necesita para obtener un flujo normal depende tam-
10 bién del tamaño de las cuentas. Así, pues, a fin de producir un flujo normal, las cuentas más grandes necesitan menos agua o debe existir - una menor relación entre el agua y el cemento. Sin embargo, por lo ge-
neral y tratándose de cuentas comprendidas dentro de la escala de ta-
maños antes mencionados, los efectos producidos por el tamaño de las
cuentas son casi nulos.

15 La clase y cantidad de aditivo tensoactivo que se utiliza afecta la relación entre el agua y el cemento que se necesita para ob-
tener un flujo normal. Si se omite por completo el aditivo, se necesi-
ta emplear agua en una proporción considerablemente mayor, a fin de -
obtener un flujo normal, que la que se necesita cuando se utiliza el
20 aditivo tensoactivo. El arrastre de aire afecta la relación entre el
agua y el cemento únicamente en forma secundaria siempre que se halle
presente un aditivo tensoactivo eficaz.

25 La densidad del producto la determina principalmente la re-
lación que existe entre las cuentas y el cemento. Al determinarse la -
densidad del hormigón, se prefiere utilizar densidades con desecación
al horno, pues en esta forma se evitan las incorrecciones producidas -
por las variaciones en el contenido de agua del hormigón. La densidad
con desecación al horno se obtiene calentando el hormigón a una tempe-
ratura de 110 a 115°C., más o menos, hasta obtener un peso constante.-
30 Puede obtenerse fácilmente densidades con desecación al horno del or-



den de 15 a 35 libras por pie cúbico (240,30 a 560,70 kgs/m³) varian-
do la relación que existe entre las cuentas y el cemento dentro de -
una escala que varía desde como la mitad hasta dos veces la relación
normal preferida de 7,8 gramos de cuentas (con una densidad de como
5 1,9 libras por pie cúbico o sea 0,03043 g/cm³) para 100 gramos de ce-
mento, lo que equivale a como cuatro cuartos de galón (3,785 litros)
de cuentas para 1585 gramos de cemento. Estas cifras pueden convertir
se fácilmente al sistema que se emplea corrientemente en el arte, es
decir, tantos sacos de cemento por pie cúbico de agregado. Un saco de
10 cemento por lo general contiene 94 libras (42,637 kgs) de cemento. La
relación entre un pie cúbico de cuentas y el número de sacos de cemen-
to varía, según los principios de este invento, entre 2:1 a como 8:1.

La relación que existe entre las cuentas y el cemento afec-
ta la relación entre el agua y el cemento que se necesita para obtener
15 el flujo normal de la mezcla húmeda. La relación entre las cuentas y -
el cemento afecta también el arrastre de aire producido por un sistema
determinado de agente tensoactivo. El arrastre de aire parece depender
del área de superficie sólida que presenta el agregado o fase de cuen-
tas. Las cuentas más pequeñas arrastran más aire que las cuentas más -
20 grandes.

Un hormigón de baja densidad típico, preparado según los -
principios del invento, contiene los siguientes ingredientes, designán-
dose esta combinación de ingredientes para los fines de esta descrip-
ción, con el nombre de mezcla normal:

MEZCLA NORMAL

<u>Ingrediente</u>	<u>Partes por peso</u>
Cuentas de poliestireno (densidad de 1,9 libras por pie cúbico o sea 0,0304 g/cm ³)	7,8
Cemento Portland	100,0
Agua	51,0
30 Aditivo tensoactivo	0,36
Agente sinergista arrastrador de aire	0,56



La clase y la cantidad de aditivo tensoactivo que se emplea para elaborar el hormigón nuevo de baja densidad, deben ser tales que el aditivo proporcione una acción humectante y dispersante y que, ya sea por sí solo o en combinación con el agente sinergista -
5 arrastrador de aire, sea capaz de regular el arrastre de aire. Se ha visto que no pueden obtenerse densidades bajas, del orden de 15 a 35 libras por pie cúbico (240,30 a 560,70 kgs/m³) (densidades con desecación al aire) ni tampoco valores de resistencia adecuados, cuando se utilizan únicamente cuentas o aire y sólo puede obtenerse el producto
10 que se persigue empleando esta combinación especial.

Algunos de los aditivos tensoactivos resultan ser, cuando se utilizan por sí solos agentes arrastradores de aire bastante débiles, pero aun en esas condiciones pueden efectuar una buena distribución de la fase aglutinante alrededor de las cuentas poliméricas y, -
15 por consiguiente, proporcionar valores de resistencia adecuados respecto de densidades superiores a 35 libras por pie cúbico (560,70kgs/m³). Un agente tensoactivo no iónico que se vende con el nombre de fábrica de Tween-Span (que consiste en una mezcla de 75 partes del producto Tween-80 y 25 partes del producto Span-80), es un agente representativo de dichos componentes. Este aditivo es adecuado para producir un flujo de 50 por ciento (ASTM C-230) respecto de una relación -
20 de 0,446 de agua y cemento, en contraste con la relación de 0,510 de agua y cemento que se necesita para obtener el mismo flujo en una mezcla normal. La mezcla de los productos Tween y Span proporciona una -
25 resistencia a la compresión que es por lo menos tan potente como la de la mezcla normal. Sin embargo, cuando las relaciones entre las cuentas y el cemento son iguales, las composiciones de Tween y Span tienen una densidad de 20 a 30 por ciento mayor que la densidad de las mezclas normales. Esta diferencia en la densidad tiene su explicación
30 en el hecho de que el arrastre de aire respecto de las mezclas norma-



les es mayor que el de las mezclas de Tween y Span. A fin de mejorar la densidad de este producto hay que agregar un agente sinergista de arrastre de aire.

5 La capacidad que tiene el aditivo tensoactivo en una concentración determinada de arrastrar aire dentro del hormigón, depende, más que todo, del tamaño del área de superficie de la fase de agregado. Así, pues, cuando no se agregan las cuentas, la mezcla de Tamol SN y Transphalt L-3 exhibe muy poca actividad respecto del arrastre de aire. Al agregarse las cuentas, la acción de arrastre de 10 aire aumenta a medida que aumenta la relación entre las cuentas y la fase aglutinante. Por otro lado, y tratándose del Vinsol NVX, esta relación es menos pronunciada.

15 Los límites de funcionamiento en lo que se refiere a la cantidad de aditivo tensoactivo que debe utilizarse están comprendidos entre la obtención de una acción humectante y dispersante adecuada por un lado, y una acción espumante excesiva por el otro. Estos límites varían mucho de un aditivo tensoactivo a otro. Por ejemplo, el sistema de Tamol SN y Transphalt L-3, el producto Tween-Span y el Vinsol NVX, tienen límites funcionales sumamente amplios. Por otro lado 20 el Tirtón X100 y el cloruro de laurilpiridinio tienen límites funcionales sumamente estrechos. En general, la cantidad de aditivo tensoactivo que se necesita para obtener el hormigón nuevo a que se refiere este invento, está comprendida entre 0,01 y 1,0 por ciento a base del peso del cemento.

25 El Cuadro que se inserta a continuación presenta una comparación entre los diversos agentes tensoactivos que proporcionan una acción humectante y dispersante adecuada. Los agentes tensoactivos que exhiben densidades de menos de 37 libras por pie cúbico (592,74 kgs/m³) a base del material húmedo, o de menos de 30 libras por pie cúbico 30 (480,60 kgs/m³) a base del material desecado al horno, es decir, cuan-



do el porcentaje de arrastre de aire es superior al 35 por ciento de la fase aglutinante, se clasifican como agentes arrastradores de aire cuyas propiedades varían entre buenas y excelentes. Los agentes arrastradores de aire utilizados en la elaboración de hormigón de baja densidad y cuya acción arrastradora de aire es del orden de 20 a 35 por ciento de la fase aglutinante, se clasifican como agentes arrastradores de aire corrientes; aquellos en los que menos del 20 por ciento de la fase aglutinante consiste en aire arrastrado se clasifican como agentes arrastradores de aire de acción débil. Estas clasificaciones no son absolutas y se mencionan con fines comparativos solamente.

ExcelentesCorrientesDébiles

Vinsol NVX

Alkanol S

Bromuro de trimetiloctadecilamonio

Tamol SN

Polyfon F,H

Cloruro de laurilpiridinio

Darvan No. 1

DMS

Tween 80 y Span 80

Darvan No. 2

Deriphath 151

Nekal BX-78

El empleo de un agente sinergista arrastrador de aire, como, por ejemplo, el Transphalt L-3 es absolutamente necesario a fin de mejorar la acción arrastradora de aire de algunos de los aditivos tensoactivos, como, por ejemplo, el Tamol SN, pero no hay necesidad de recurrir a dicho agente tratándose de otros aditivos tensoactivos como, por ejemplo, el Vinsol NVX. Puede utilizarse una mezcla de alquitrán y Kolineum de viscosidad adecuada en vez del Transphalt L-3, obteniéndose resultados semejantes. Por lo general, la cantidad de agente sinergista arrastrador de aire que se agrega a la mezcla es del orden de como 0 a 2,0 por ciento a base del peso del cemento. Tratándose de aditivos tensoactivos que al utilizarse por sí solos llenan los requisitos de arrastre de aire, se agrega, por lo general, una cantidad mínima del agente sinergista arrastrador de aire equivalente al 0,1 por ciento del peso del cemento. Si se utiliza una cantidad que excede de



la cantidad máxima, se produce espumación y la acción disolvente que ejerce el agente sinergista con respecto de las cuentas se vuelve más pronunciada.

5 A fin de impartirle al hormigón una densidad con deseca—
oión al horno que esté comprendida dentro de la escala de 15 a 35 li—
bras por pie cúbico (240,30 a 560,70 kgs/m³), el hormigón debe conte—
ner por fuerza cuentas poliméricas y aire arrastrado. La Fig. 1 indi—
ca el porcentaje de arrastre de aire en contraste con la densidad ob—
tenida con las diversas relaciones entre agua y cemento y cuntas y —
10 cemento. El porcentaje máximo de aire en la fase aglutinante es de 60
por ciento por volumen. La Fig. 1 indica que al mantenerse constante
la cantidad de cemento y aumentarse la cantidad de cuentas, es decir,
cuando la relación de cuentas a cemento salta de la relación de la —
mezcla normal a 2,0 veces la relación de la mezcla normal, se aumenta
15 también el porcentaje mínimo de aire que se necesita. A medida que —
aumenta el número de cuentas en relación con la cantidad de cemento,
aumenta también el número de espacios vacíos que median entre las cu
en
tas; a fin de llenar este número mayor de espacios vacíos, hay que en—
sanchar la fase aglutinante lo que se logra, en este caso, agregando —
20 aire a la fase aglutinante. La cantidad mínima de aire en la fase aglu—
tinante de un hormigón cuya densidad esté comprendida dentro de la es—
cala ya mencionada, es de 13,5 por ciento por volumen, que es también
la cantidad mínima de aire que se necesita para la mezcla normal. Cuan—
do la cantidad de aire arrastrado disminuye más allá del mínimo, la fa
25 se aglutinante no es lo suficientemente abundante para llenar los espa
ci
os vacíos que median entre las cuentas, las cuentas no quedan lo su—
ficientemente revestidas con la mezcla de cemento y por consiguiente —
se obtiene un producto débil, no homogéneo. En la figura 1, las letras
de referencia indicadas a continuación tienen el siguiente significa—
30 do:



H = Porcentaje máximo de aire

J = Arrastre de aire en contraste con la densidad obtenida con las diversas relaciones entre agua/cemento y cuentas/cemento

K = Porcentaje mínimo de aire

5 L = Porcentaje de arrastre de aire en la fase aglutinante (% por volumen)

M = Densidad húmeda de la mezcla, 0,945 litros

N = Densidad húmeda de la mezcla, libras/pies cúbicos

O = Agua/cemento

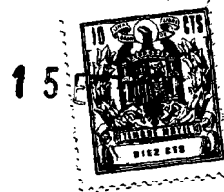
P = Cuenta/cemento

10 Q = Densidad aproximada de desecación al horno, libras/pies cúbicos

En la Figura 2 la cantidad de aire arrastrado se considera en relación con el total de la mezcla de hormigón. El porcentaje máximo contenido en la mezcla total está en relación directa con la cantidad efectiva de fase aglutinante que se halla presente. Como la cantidad de aire no puede exceder del máximo de 60 por ciento a base del volumen de la fase aglutinante, la cantidad máxima de aire que contiene el total de la mezcla es de 60 por ciento a base del volumen efectivo de la fase aglutinante que se halla presente en la mezcla total. La cantidad mínima de aire se determina también como la cantidad de aire que se necesita para ensanchar la fase aglutinante hasta el punto que ocupe los espacios vacíos que median entre las cuentas.

La Figura 2 ayuda a determinar la relación que debe existir entre las cuentas y el cemento y la cantidad de aire que debe arrastrarse para obtener un producto de densidad determinada. Las densidades que se indican en la figura se obtuvieron empleando una mezcla húmeda y se trazaron en una escala de densidades de mezclas húmedas. Las densidades con desecación al horno son por lo general una aproximación de la densidad con desecación al horno tomada como una extrapolación de la mezcla húmeda.

30 En la Figura 2 las letras de referencia indicadas a conti-



nuación tienen el siguiente significado:

H = Arrastre de aire en contraste con la densidad obtenida con las -
diversas relaciones entre agua/cemento y cuentas/cemento.

I = Porcentaje máximo de aire

J = Porcentaje mínimo de aire

K = Densidad húmeda de la mezcla, 0,945 litros

L = Densidad húmeda de la mezcla, libras/pies cúbicos

M = Densidad aproximada de desecación al horno, libras/pies cúbicos

N = Porcentaje de arrastre de aire en la mezcla húmeda total (% por
volumen)

O = Agua/cemento

P = Cuentas/cemento

Por ejemplo, al proyectarse una mezcla de hormigón de -
densidad determinada, es conveniente que el hormigón de baja densidad
adquiera una densidad de desecación al horno de como 25 libras por -
pie cúbico (400,50 kgs/m³). La línea que representa dicha densidad de
como 25 libras por pie cúbico (400,50 kgs/m³) interseca las líneas D,
E y F, que representan las diversas relaciones entre las cuentas y el
cemento. Así, pues, en teoría es posible proyectar una mezcla cuya re-
lación sea de 0,75 a 1,25 veces la relación normal entre las cuentas
y el cemento. La cantidad de aire que se necesita para obtener la den-
sidad especial que se persigue sería de como 23 por ciento, 27 por
ciento y 37 por ciento de aire, respectivamente, a base del total de
la mezcla. En la práctica, como la cantidad de aire que se necesita
con respecto a la línea F se aproxima al máximo teórico y la represen-
tación queda subordinada a cambios en la reproductibilidad, cualquier
operario perito en el arte puede proyectar fácilmente una mezcla a ba-
se de la relación representada por la línea D o por la línea E.

La Figura 3 presenta la relación que existe entre la den-
sidad y la resistencia a la compresión del hormigón de baja densidad,
elaborado según los principios de este invento. La Figura 3 indica que



la resistencia a la compresión esta en relación directa con la densidad. Esto se explica por el hecho de que la resistencia a la compresión aumenta a medida que aumenta la cantidad de cemento en la mezcla de hormigón. En contraste con el hormigón corriente en el que el agregado tiene una resistencia que excede con mucho la resistencia del aglutinante, se nota que tratándose de hormigones de baja densidad es realmente la mezcla de agua y cemento la que imparte las propiedades de resistencia, pues las cuentas poliméricas y los vacíos de aire contribuyen escasamente a la resistencia del producto final. La curva del fondo representa la resistencia correspondiente a una mezcla normal después de haberse fraguado por espacio de 7 días en condiciones húmedas. Después de haberse fraguado por espacio de 28 días, la resistencia aumenta considerablemente en la forma que lo indican las curvas superiores, en las que los valores se indican en relación con un 50 por ciento de humedad relativa y después de desecarse la mezcla en un horno hasta obtenerse un peso constante. A una densidad con desecado al horno del orden de como 34 libras por pie cúbico (544,68 kgs/m³) pueden obtenerse, según los principios de este invento, resistencia de más de 600 libras por pulgada cuadrada (42,18 kgs/cm²). En la figura 4 las letras de referencia indicadas a continuación tienen el siguiente significado:

A = Resistencia a la compresión en contraste con la densidad

B = Relación cuentas/cemento

C = Fraguado por espacio de 28 días en condiciones "standard"

D = Fraguado por espacio de 28 días en condiciones "standard" 50% RH

E = Fraguado por espacio de 7 días

F = Densidad, libras/pies cúbicos

G = Resistencia a la compresión, pies /pulgada cuadrada.

La naturaleza excepcional de este hormigón nuevo de baja densidad, según el invento, se ilustra en la Figura 4 en contraste con



los hormigones que se venden corrientemente en el comercio. Los hormi-
gones designados con los nombres de perlita y vermiculita consisten en
mezclas de hormigón corrientes. La perlita consiste en partículas de
roca volcánica, vitreas, que contienen agua atrapada en la roca. Al -
5 calentarse la roca a una temperatura de 1500°F (816°C), más o menos,
las partículas de perlita cruda se dilatan y adquieren un color blan-
co, algo parecido a lo que sucede al tostarse el maíz reventón (maíz
millo), fenómeno que ocurre al vaporizarse el agua atrapada en la ro-
ca, con lo que se forman unas células microscópicas o vacíos en el -
10 vidrio ablandado. La vermiculita consiste en un material parecido a -
la mica el cual se exfolia al calentarse a una temperatura que varía
entre 1000 y 1500°F (538 a 816°C), obteniéndose un producto con un pe-
so al granel de como 4 a 15 libras por pie cúbico (64,08 a 240,30 kgs
/m³). Las cuentas de poliestireno espumadas, por otro lado, consisten
15 en pequeñas partículas celulares que tienen una densidad volumétrica
de 1 a 10 libras por pie cúbico (16,02 a 160,20 kgs/m³). Si bien las
cuentas de poliestireno tienen una estructura celular cerrada, ambas
sustancias, la perlita dilatada y la vermiculita dilatada tienen célu-
las abiertas. Uno pensaría que estas células abiertas proporcionarían
20 una mayor adherencia del cemento en lo que se refiere a las particu-
las de vermiculita y perlita, obteniéndose así una mayor resistencia.
Sin embargo, se ha visto con sorpresa que el hormigón nuevo de baja -
densidad, elaborado según los principios de este invento, posee una -
resistencia que es como dos veces mayor que la de los hormigones co-
rrientes de vermiculita o perlita a los mismos niveles de densidad. -
25 Este fenómeno se ilustra en la Figura 4, la cual presenta la resisten-
cia a la compresión de los hormigones corrientes de vermiculita y per-
lita y del hormigón nuevo del presente invento, a los mismos niveles
de densidad. La resistencia a la compresión, desde luego, reviste mu-
30 cha importancia cuando el hormigón de baja densidad se utiliza en la



5 elaboración de losas de hormigón prefabricado para azoteas. La mayor resistencia a la compresión del nuevo hormigón significa que a diferencia de lo que se sucede cuando se utilizan hormigones elaborados con perlita o vermiculita que requieren el empleo en la mayoría de los casos de varillas de refuerzo, el nuevo hormigón puede fabricarse de modo que no es necesario utilizar dichas varilla de refuerzo, cuando se trata de resistir, por ejemplo, las acumulaciones de nieve en las azoteas.

10 En la figura 4 las letras de referencia indicadas a continuación tienen el siguiente significado:

A = Hormigón nuevo de baja densidad en contraste con resistencia y densidades de hormigones convencionales de baja densidad, 28 días de desecación al horno como base

B = Cuentas de poliestireno

C = Perlita

15 D = Vermiculita

E = Densidad de desecación al horno, libras/pies cúbicos

F = Resistencia a la compresión.

El invento se ilustra en forma más completa por medio de los siguientes ejemplos:

20 EJEMPLO I

Se colocan en una mezcladora (una mezcladora Essik para yeso y argamasa de 12 pies cúbicos (339,84 litros) de capacidad, 125 libras (56,699 kgs) de agua, 1 libra (0,453 kg) de Tamol SN y se forma una solución. Luego se agregan 10 pies cúbicos (283,2 litros) de cuentas de poliestireno con una densidad volumétrica de 1,9 libras por pie cúbico (0,0304 g/cm³) (de las cuales el 90 por ciento pasan a través de un tamiz de 10 mallas, quedando todas ellas retenidas sobre un tamiz de 60 mallas, normas de los Estados Unidos). Se continuó agitando la mezcla por espacio de un minuto (a una velocidad máxima de 34 revoluciones por minuto). Luego se agregaron a la mezcladora 1,5 libras

25

30



(0,679 kg) de Transphalt L-3 y se continuó la agitación por espacio de un minuto, más o menos. Al final de este lapso de tiempo se agregaron a la mezcla 280 libras (127 kgs) de cemento Portland, Tipo III, - la agitación se comenzó de nuevo y se continuó por espacio de 6 minutos.

La mezcla de hormigón se vació en un molde con agitación y se fraguó en condiciones normales según el método ASTM C-332 (un fraguado de 7 días en condiciones húmedas, seguido de un fraguado de 21 días a una humedad relativa de 50 por ciento, llevándose a cabo ambos fraguados a una temperatura de 73,4°F o sea 25,12°C). Tenía en densidad en húmedo de como 35 libras por pie cúbico (560,70 kgs/m³).

La colada de hormigón que se obtiene de esta composición tiene un aspecto homogéneo, es de color gris claro y tiende a ser flexible. Tiene una densidad de 27 libras por pie cúbico (432,54 kgs/m³) con desecado al horno, y la resistencia a la compresión es de 478 libras por pulgada cuadrada (33,603 kgs/cm²). El producto puede aserrarse, taladrarse y clavarse utilizando las herramientas corrientes de carpintería.

EJEMPLO II

Utilizando la misma mezcladora y el mismo método descritos en el Ejemplo I, se colocan en la mezcladora de cemento 112,5 libras (51,029 kgs) de agua, una libra (0,453 kg) de Tamol SN, 9 pies cúbicos (255,5 litros) de cuentas de poliestireno (dilatadas a una densidad de 1,9 libras por pie cúbico o sea 0,0304 g/cm³), y 1,4 libras (0,601 kg) de Transphalt L-3, agitándose la mezcla hasta que las cuentas quedan uniformemente revestidas con la mezcla acuosa. Luego se agregan 253 libras (114,758 kgs) de cemento Portland (Tipo III) y se continua la agitación por espacio de 6 minutos. Luego se agregan 25 libras (11,339 kgs) más de agua y se continua la agitación por espacio de cuatro minutos.



La mezcla húmeda de cemento se saca de la mezcladora, se vacía en una lingotera sin vibración y se fragua en condiciones normales y de acuerdo con los métodos corrientes por un periodo de 28 días.

5 El producto resultante tiene una densidad y una resistencia a la compresión semejante a las del producto del Ejemplo I. Una comparación de los dos productos demuestra que la composición del Ejemplo II tenía más fluidez, tenía una distribución más uniforme de las pequeñas burbujas de aire y que no se necesitaba aplicar vibración dentro del molde o por fuera de él.

EJEMPLO III

10 Se colocaron en una mezcladora Hobart, de 10 cuartos de galón (9,463 litros) de capacidad, dotada de un agitador del tipo de fusta de alambre, que funciona a una velocidad de 258 revoluciones por minuto 608 centímetros cúbicos de agua y 5,7 gramos de Tamol SN y se agitó la mezcla hasta disolver por completo el agente tensoactivo.

15 Se para la mezcladora y se agregan cuatro cuartos de galón (3,785 litros) de cuentas de poliestireno. Luego se continua la agitación hasta que las cuentas se mojan por completo (2 minutos, más o menos), y luego se agregan lentamente, en un periodo de 10 a 15 segundos, 8,8 gramos de Transphalt L-3 y se continua la agitación por espacio de 30 segundos. El cemento, 1585 gramos, se agregó a la mezcla rápidamente y se continuó la agitación por espacio de 5 minutos. Luego se para la

20 mezcladora y se deja fraguar la mezcla húmeda por espacio de cinco minutos. Se comienza de nuevo la agitación y se agregan 200 centímetros cúbicos de agua a fin de obtener el flujo apetecido de como 5,5 a 6,5 pulgadas (139,7 a 165,1 mm), según se mide en una mesa de asentamiento (25 golpes en 15 segundos). Una vez terminada la adición, la agitación se continúa por espacio de un minuto más.

30 La mezcla húmeda de hormigón se vacía luego en unas cajas



de cartón de un cuarto de galón (0,9463 litro) de capacidad, insertándose una varilla de vibración en cada una de las cajas de cartón durante la operación de vaciado, y colocándose las cajas de cartón en una mesa de vibración externa. Esto hace que el hormigón se asiente y ayuda a evitar la formación de vacíos grandes en las muestras. Después de llenarse la caja de cartón, la varilla vibradora interna se saca de la caja y se continúa la vibración de la caja de cartón por espacio de un minuto más. Se obtuvieron de 4 a 5 cuartos de galón (3,785 a 4,731 litros) de la mezcla de hormigón. Las muestras que se hallan en las cajas de cartón se curan según los métodos corrientes - descritos en el Ejemplo I.

Se repitió el procedimiento descrito anteriormente a fin de obtener seis muestras y el promedio del peso en mojado de las cajas de cartón de un cuarto de galón (0,9463 litro) era de 550 gramos por caja de cartón.

EJEMPLO IV

A fin de determinar el efecto producido por la presencia de un agente tensoactivo en la formulación de la que se han omitido los agentes sinergistas para el arrastre de aire, se prepararon las siguientes mezclas utilizando la fórmula y método descritos en el Ejemplo III, sólo que se omitió el Transphalt L-3 en todas las mezclas y que se utilizaron cinco cuartos de galón (4,731 litros) de cuentas en la mezcla C. Estas mezclas se compararon con la mezcla normal la cual contenía el Transphalt L-3. Los resultados se indican en el cuadro que se inserta a continuación:

CUADRO IPropiedades al cabo de 7 días

Mezcla Núm.	Cuentas (Cuartos de galón)	Densidad (kgs/m ³)	Resisten- cia a la compresión (kgs. por cm. cuad.)	Porcentaje a base de la mezcla normal.	Fase aglutinan- te %
A	4	621,57	32,68	99	22
B	4	635,99	30,79	89	18
C	5	571,91	21,16	77	< 10
Normal	4	539,87	24,81	100	37

10 Cuatro cuartos de galón equivalen a 3,785 lts. Cinco a 4,731 litros.

El experimento indica que cuando no se emplea un agente sinergista para el arrastre de aire, la cantidad de aire arrastrado es considerablemente menor y la densidad del hormigón aumenta de modo correspondiente.

15

EJEMPLO V

A fin de determinar el efecto producido por el agente sinergista de arrastre de aire en ausencia del agente tensoactivo, se prepararon las siguientes mezclas de acuerdo con la fórmula y método descritos en el Ejemplo III, solo que se omitió el Tamol SN. Los resultados obtenidos se indican en el cuadro que se inserta a continuación. Se utilizó una mezcla normal para fines comparativos.

20

CUADRO IIPropiedades al cabo de 7 días

Mezcla Núm.	Cuentas (Cuartos de galón)	Densidad (kgs/m ³)	Resisten- cia a la compresión (kgs. per cm. cuad.)	Porcentaje a base de la mezcla normal.	Fase aglutinan- te %
D	4	668,03	28,54	75	10
E	4	719,29	30,58	69	< 10
F	5	656,82	22,56	62	< 10
Normal	4	539,87	24,81	100	37

25

30



Los datos que anteceden demuestran que el agente sinergista arrastrador de aire no produce mejoras en las propiedades de la mezcla a menos que se encuentre presente también un aditivo tensoactivo.

EJEMPLO VI

A fin de determinar si el aditivo tensoactivo y el agente sinergista son sustancias esenciales en la preparación de las fórmulas, se prepararon las siguientes mezclas según el método descrito en el Ejemplo III, sólo que se omitieron por completo el aditivo y el agente sinergista.

Los resultados obtenidos se consignan en el cuadro que se inserta a continuación.

CUADRO III

Propiedades al cabo de 7 días

Mezcla Núm.	Contenido de agua g.	Cuentas (Cuartos de galón)	Densidad (kgs/m ³)	Resistencia a la compresión (kgs. por cm. cuad.)	Porcentaje a base de la mezcla normal	Fase aglutinante %
G	808	4	692,06	34,65	84	< 10
			701,67	36,76	87	
H	908	5	644,04	26,50	75	10
			648,81	27,90	78	
I	958	6	529,46	16,52	67	< 10

En ausencia de ambas sustancias, es decir, del aditivo y del agente sinergista, las características de flujo eran tan bajas que la mezcla húmeda tenía que apisonarse dentro de las cajas de cartón. Por consiguiente, las densidades de los productos aumentaron considerablemente y las tasas de resistencia disminuyeron mucho en comparación con las de una mezcla normal. Las mezclas G y H estaban bastante llenas y no existían huecos exageradamente grandes o burbujas de aire, pero en la mezcla I las cuentas no disponían de suficiente cemento y la

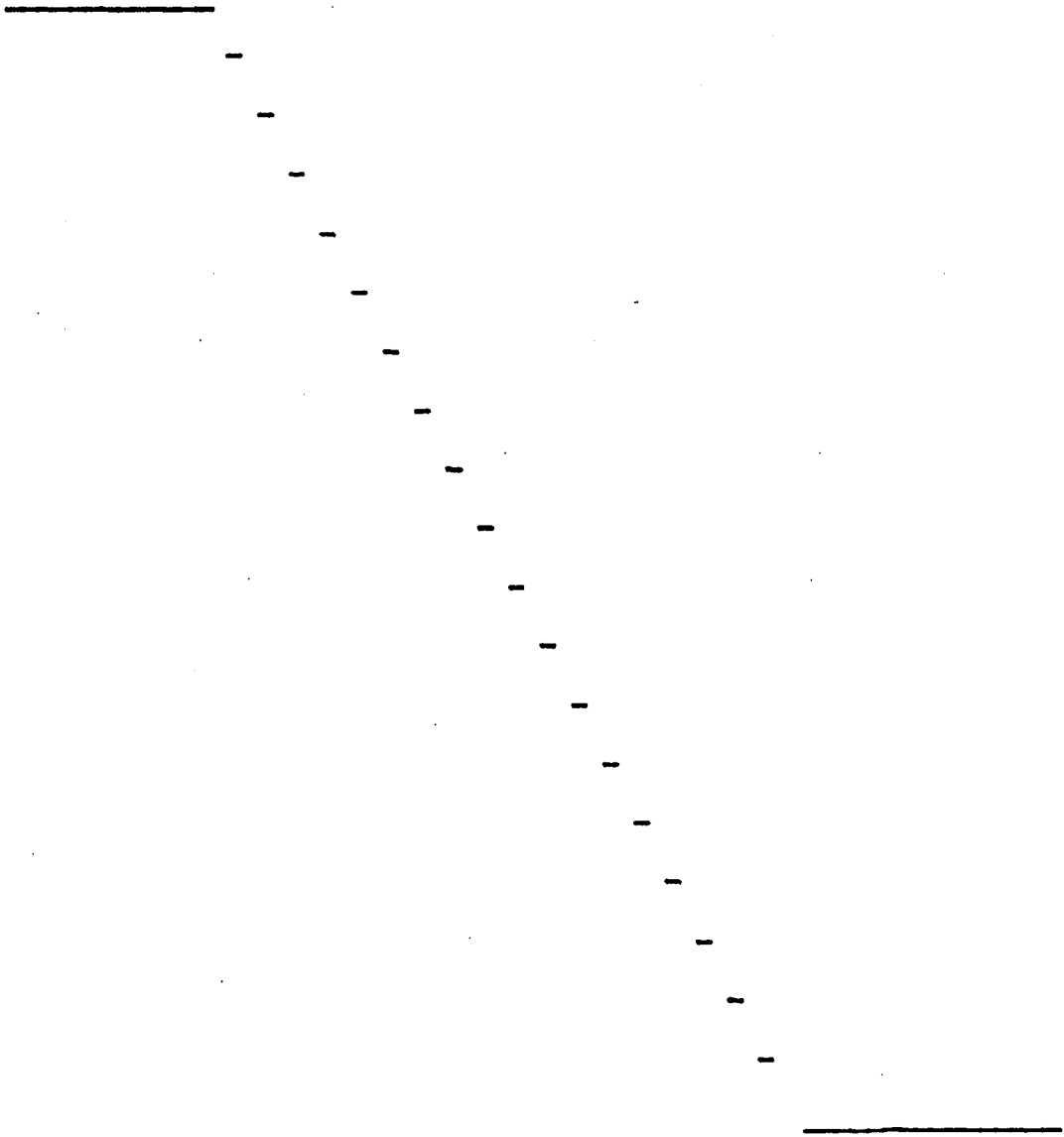


fase aglutinante no era lo suficientemente abundante para cubrir las cuentas.

EJEMPLO VII

A fin de determinar el efecto producido en el hormigón al aumentarse o disminuirse la concentración de aditivo tensoactivo, se prepararon diversas mezclas según las fórmulas y método descritos en el Ejemplo III, solo que la concentración de Tamol SN se cambió de 0 a dos veces la cantidad normal de 5,7 gramos de Tamol SN para los 1585 gramos de cemento que se utilizan en la mezcla normal. Los resultados se indican en el cuadro que se inserta a continuación.

5
10
15
20
25
30



308174

- 30 -

CUADRO IV

Mezcla Num.	Conc. de Tamol (Normal=1)	Contenido de agua cm ³	Frujo %	Arrastre de aire % de fase aglutinante	Resistencia a la compresión (Kgs./cm ²)	Densidad con desec. al horno (Kgs./m ³)	Resist. % mezcla normal
P	0	908	50	22	40,77	499,82	111
Q	1/2	808	52	35	38,52	464,58	115
Normal	1	808	58	37	29,68	435,74	100
R	2	758	43	35	33,04	480,60	94
S	3	858	60	43	27,97	421,32	102
T	4	808	55	40	29,73	437,34	89

15

20

25

30



308174

- 31 -



EJEMPLO VIII

A fin de determinar el efecto producido por un aumento o una disminución en la concentración del agente sinergista de arrastre de aire en las características del producto que se obtiene, se prepararon diversas muestras según la fórmula y método descritos en el

5 Ejemplo III, solo que se cambió la concentración del Transphalt L-3 de 0 a 4 veces la cantidad normal de 8,8 gramos de Transphalt L-3 para los 1585 gramos de cemento que se utilizan en la mezcla normal. -

Los resultados se indican en el cuadro que se inserta a continuación.

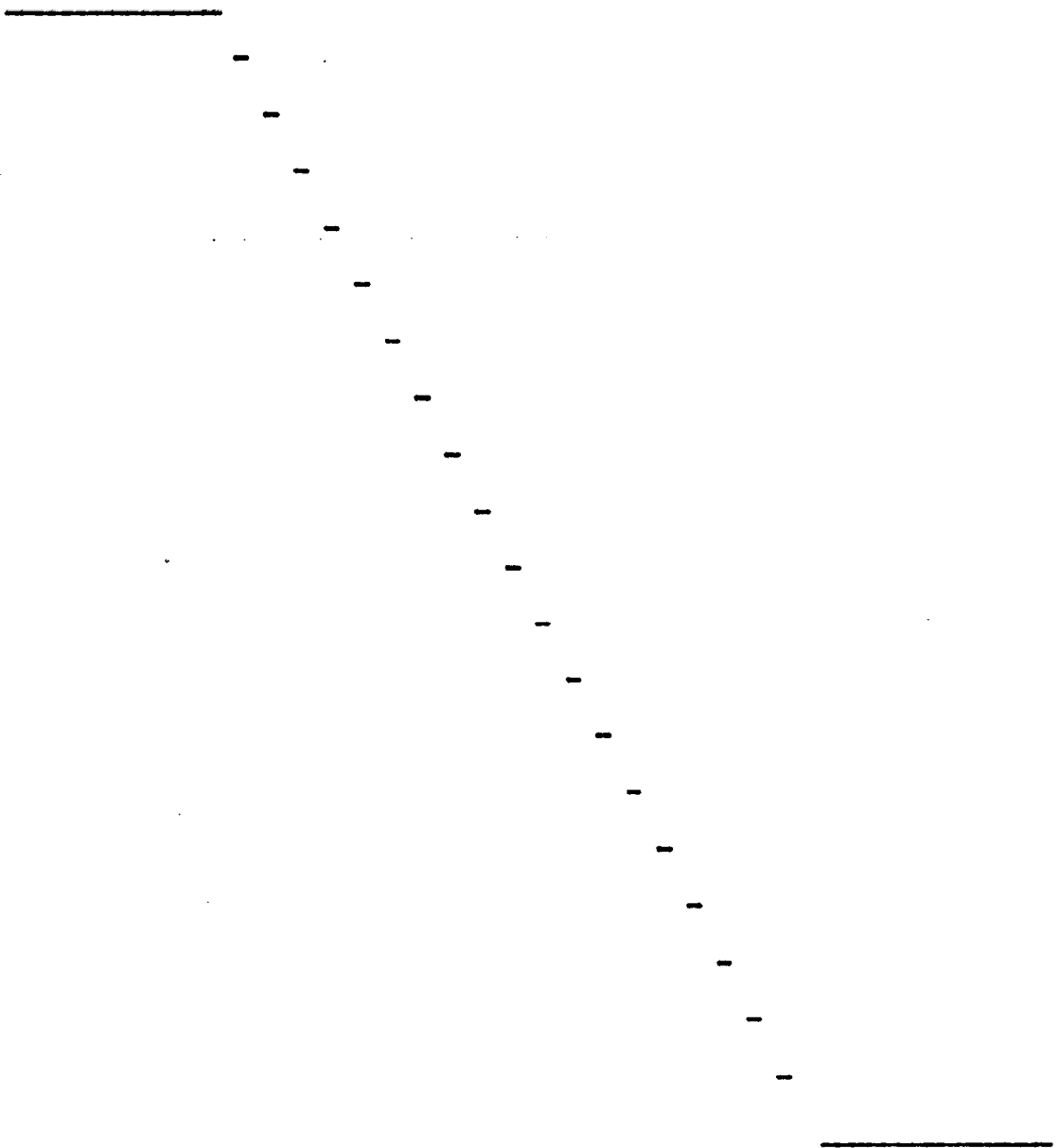
10

15

20

25

30



308174

308174



CUADRO V

Mezcla Núm.	Conc. de Transphal+ (Normal=1)	Contenido de agua cm3	Flujo %	Arrastre de aire % de fa- se aguita- nante.	Resisten- cia a la - compresion a los 28 dias (kgs./cm2)	Densidad con desec. al horno (kgs./m3)	Resiste. % mezcla normal
P	0	908	50	22	40,77	499,82	111
Q	1/2	808	52	35	38,52	464,58	115
Normal	1	808	58	37	29,66	435,74	100
R	2	758	43	35	33,04	480,60	94
S	3	858	60	43	27,97	421,32	102
T	4	808	55	40	29,73	437,34	89

5

10

15

20

25



EJEMPLO IX

Utilizando la fórmula y el método descritos en el Ejemplo III, se reemplazó el agente tensoactivo empleándose Vinsol NVX, se cambió la cantidad de Transphalt L-3 y la cantidad de agua se reguló a fin de obtener la tasa de flujo que se necesita para conseguir un moldeo en la forma que se indica abajo. Se prepararon las siguientes mezclas y los resultados obtenidos se consignan en el cuadro que se inserta a continuación.

5

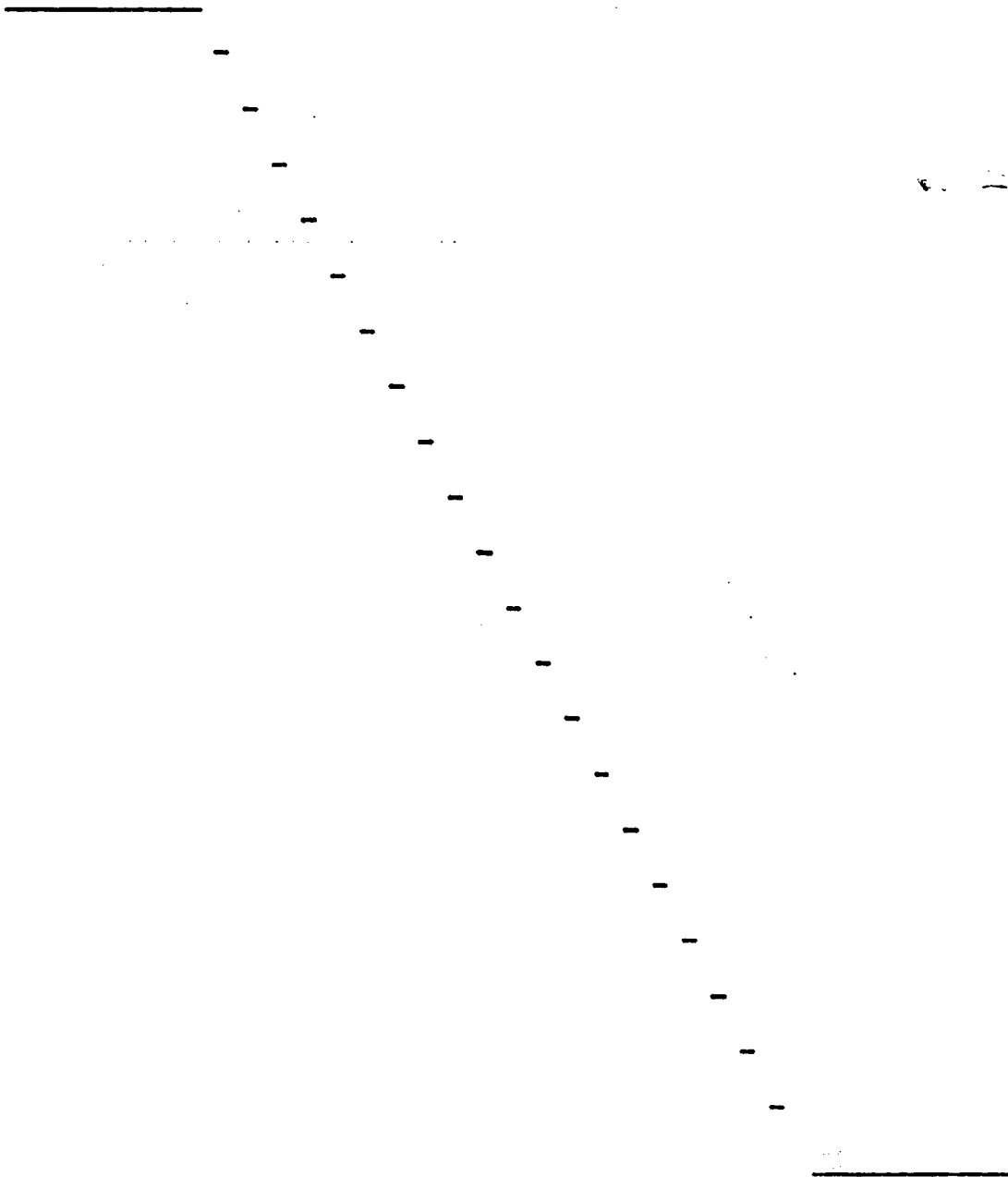
10

15

20

25

30



308174

308174



CUADRO VI

Propiedades al cabo de 7 días

Mezcla Num.	Contenido de Vinsol g.	Contenido de agua cm3	Cuentas (Cuarzos de gelón)	Flujo %	Arrastre de aire % aglutinante	Densidad (kgs/m3)	Resistencia a la compresión (kgs./cm2)	Resistencia de mezcla normal %
(1)	5,7	708	4	44	45	503,02	21,48	102
(2)	5,7	758	4	35	51	585,40	18,41	94
(3)	5,7	858	5	31	55	419,72	14,3	106

10

- (1) 8,8 g. de Transphalt y 1585 g. de cemento
- (2) 0 g. de Transphalt y 1585 g. de cemento
- (3) 11,25 g. de Transphalt y 1585 g. de cemento

15

20

25

EJEMPLO X

A fin de demostrar la amplia escala de aditivos tensoac-
 tivos que pueden utilizarse según los principios de este invento, se
 prepararon las siguientes mezclas según la fórmula y el método descri-
 tos en el Ejemplo III, sólo que se utilizó la cantidad y clase de adi-
 tivo tensoactivo que se indica en el cuadro en vez del Tamol SN del -
 Ejemplo III. Los resultados se consignan en el cuadro que se inserta
 a continuación.

CUADRO VII

Mezcla Núm.	Agente tensoactivo	Densidad de la mezcla - húmeda (kgs./m ³).	Arrastre de aire % de fase aglutinante	Resistencia a la compresión % mezcla nor- mal. (28 días)
<u>5,7 g. de Agente Tensoactivo (1)</u>				
AA	Vinsol NVX	544,68	45	92
AB	Vinsol (2) NVX	511,03	51	96
AC	Polyfon-F	640,80	22	
Normal	Tamol SN	557,49	42	100
AD	Darvan No. 1	576,72	38	104
AE	Alkanol S	607,15	30	110
AF	Polyfon-H	615,16	28	
AG	Deriphat 151	639,19	22	99
AH	Nekal BX-78	704,88	bajo	99
<u>1,14 g. Agente tensoactivo (1)</u>				
AI	DMS	623,18	27	106
AJ	Vinsol (2)	531,86	48	98(7)
<u>0,57 g. de Agente tensoactivo (1)</u>				
AK	Tween-Span	685,65	bajo	107
AL	TOAB	699,63	14	95
AM	LPC	664,83	14	99
AN	DMS	644,00	22	100
AO	Vinsol (2) NVX	567,10	41	109



(1) Las cantidades de agente tensoactivo a base de lotes de laboratorio de 1585 g. de cemento y 4 cuartos de galón de cuentas de Dylite.

(2) No se utilizó Transphalt.

EJEMPLO XI

5 A fin de determinar cuales sustancias son capaces de reemplazar el producto Transphalt L-3, y la amplia escala de agentes sinérgicos de arrastre de aire que pueden utilizarse según los principios del invento, se prepararon las mezclas que se describen a continuación según el método descrito en el Ejemplo III, sólo que se emplearon las composiciones de 8,8 gramos que se consignan luego, en vez del producto Transphalt del Ejemplo III. Los resultados obtenidos se consignan en el cuadro que se inserta a continuación.

CUADRO VIII

Mezcla Núm.	Composición	Densidad (kgs/m ³)	Resistencia a la compresión al cabo de 28 días. (kgs/cm ²)	Resist. % de la mezcla normal.	Arrastre de aire % fase - aglutinante.
BA	Composición normal Transphalt y Tamol	520,65	21,93	95	45
BB	Aceite de "tinta"	584,74	27,41	95	32
15 20 BC	Perhidrofenantreno	613,56	31,63	99	28
BD	Destilado de Transphalt	598,14	30,01	99	30
BE	1/1 Alquitrán/Kolineum	554,29	27,34	104	40
BF	2/1 Alquitrán/kolineum	554,29	24,95	96	40
BG	Fosfato Trioresílico	640,80	23,33	93	16
25 BH	Ftalato dibutílico	692,06	32,97	81	10
BI	1/1 Asfalto/Kolineum	579,92	25,57	91	35
BJ	1/1 Asfalto/Aceite de "tinta" (Ink Oil)	579,92	26,71	91	32

EJEMPLO XII

30 A fin de demostrar el efecto producido en la densidad del



hormigón al cambiarse la relación entre las cuentas y el cemento, se prepararon diversas mezclas según el método descrito en el Ejemplo III solo que se cambió la proporción entre las cuentas y el cemento, utilizando de 1/2 a 1-1/2 veces la cantidad normal de 4 cuartos de galón de cuentas de poliestireno (con una densidad de 1,9 libras por pie cúbico o sea 0,0304 g/cm³) que se emplea normalmente para los 1585 gramos de cemento. Los resultados se indican en el cuadro que se inserta a continuación.

5

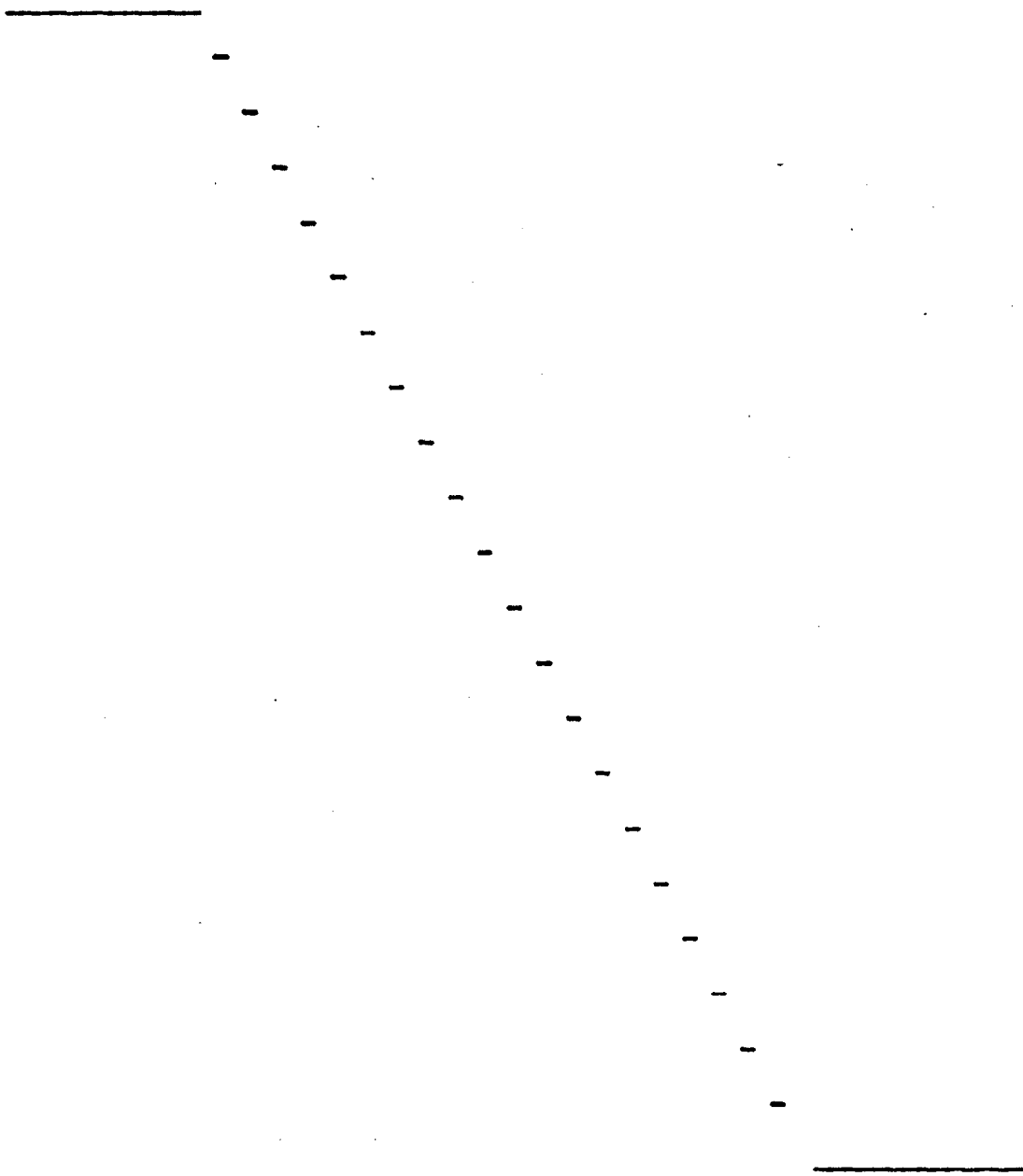
10

15

20

25

30

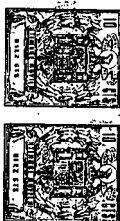


308174

- 38 -

CUADRO IX

15



308174

Mezcla Num.	Conc. (1) Cuentas	Al cabo de 7 dias				Al cabo de 28 dias			
		Densidad (KGS/m ³)	Resist. a la compresion (KGS/cm ²)	Densidad (KGS/m ³)	Resist. a la compresion (KGS/cm ²)	Densidad con desec. al horno (KGS/m ³)	Arrestre de aire por vol.	% Total	% Aclutinan.
5	1/2	882,70	477,33	842,65	477,33	756,14	8	15	
	1/2	837,84	59,05	813,81	73,25	716,09	14	23	
	3/4	696,87	40,49	658,42	49,21	594,34	14	22	
10	3/4	637,59	38,38	597,54	44,70	536,67	18	34	
	3/4	644,00	35,29	616,77	43,79	547,88	18	39	
	1	546,28	24,39	501,42	29,24	445,35	19	39	
	1-1/4	477,39	19,47	438,94	24,92	390,88	19	41	
	1-1/4	464,58	18,69	419,72	22,63	453,36	21	44	
15	1-1/2	430,90	13,35	370,06	17,43	331,61	19	43	
	1-1/2	406,90	12,86	363,65	17,43	326,80	21	46	

(1) La mezcla CF consiste en una mezcla "normal" en la que se emplean 4 cuartos de galon de cuentas de Dylite, 1585 g. de cemento y 808 g. agua. Esta proporción normal entre las cuentas y el cemento se indica con el número 1 en la columna designada "Concentración de Cuentas".

EJEMPLO XIII

A fin de demostrar el efecto producido por el aditivo -
tensoactivo respecto de la relación entre el agua y el cemento o res-
pecto de la cantidad de agua que se necesita para obtener las carac-
terísticas de flujo apetecidas, se prepararon las siguientes mues-
tras según el método descrito en el Ejemplo III, pero utilizando di-
ferentes aditivos tensoactivos. Los resultados obtenidos se indican
en el cuadro que se inserta a continuación.

CUADRO X

Mezcla Núm.	Nombre	Clase	Cantidad g.	Agua que se necesita g.	
DA	Vinsol NVX	Aniónico	5,7	708	
DB	Vinsol (1) NVX	Aniónico	5,7	758	
DC	Polyfon-F	Aniónico	5,7	758	
15	Normal	Tamil SN	Aniónico	5,7	808
DD	Darvan No. 1	Aniónico	5,7	808	
DE	Alkanol S	Aniónico	5,7	808	
DF	Polyfon H	Aniónico	5,7	808	
DG	Deriphath 151	Anfótero	5,7	808	
20	DH	Nekal BX-78	Aniónico	5,7	850
DI	Darvan No. 2	Aniónico	5,7	908	
DJ	Policrilato de sodio	Aniónico	5,7	908	
DK	Triton X45	No iónico	5,7	908	
DL	Alkam	Catiónico	5,7	1008	
25	DM	Marasperse C	Aniónico	5,7	1058
DN	DMS	No iónico	5,7	Espuma	
DO	Triton X100	No iónico	5,7	Espuma	
DP	Duponol WA	Aniónico	5,7	Espuma	
DQ	DMS	No iónico	1,14	758	
30	DR	Vinsol (1) NVX	Aniónico	1,14	808



CUADRO X (continuación)

Mezcla Núm.	Nombre	Clase	Cantidad	Agua que se
			g.	necesita
			g.	g.
5 DS	LPC (2)	Catiónico	1,14	Espuma
DT	Tritón X100	No iónico	1,14	Espuma
DU	Tween-Span	No iónico	0,57	708
DV	TOAB (3)	Catiónico	0,57	758
DW	LPC	Catiónico	0,57	758
DX	DMS	No iónico	0,57	808
10 DY	Vinsol (1)	Aniónico	0,57	808

(1) No se agregó Transphalt

(2) LPC significa cloruro de laurilpiridinio

(3) TOAB significa bromuro de trimeilooctadecilamonio

15 Lo que antecede es una descripción de un hormigón nuevo - que puede emplearse como relleno aislante en estructuras de tableros y como losas aislantes, livianas, para tabiques de paredes, azoteas y otros fines semejantes. La baja densidad y resistencia excepcional - del producto proporciona azoteas aisladas que son fáciles de construir

20 muy resistentes al fuego y permanentes. El peso liviano del producto - se amolda muy bien a la tendencia moderna de construcción, en que se - utiliza un mínimo de estructuras de refuerzo o sostén.

25 Una característica especialmente apetecible del invento es - triba en el hecho de que el hormigón puede aserrarse, taladrarse y ma- nipularse fácilmente empleando las herramientas corrientes de carpinte - ría, como, por ejemplo, las herramientas que son bien conocidas por - los carpinteros y artesanos. Así, pues, las losas de hormigón pueden - aserrarse con un serrucho corriente a fin de formar las ranuras y len- güetas que se necesitan para el machiembado de piezas lo que permite

30 armar varios tableros y formar una estructura monolítica. En este res-



5 pecto debe notarse que el hormigón nuevo de este invento tiene un peso que es muy semejante al peso de las maderas que se utilizan corrientemente en construcciones. Por ejemplo, el peso de la balsa desecada al horno, que es una de las maderas más livianas disponibles, es del orden de 7,5 a 12,5 libras por pie cúbico (120,15 a 200,25 kgs/m³), y el peso del pino y del abeto desecados al horno, que representan las clases de madera que se utilizan más corrientemente en construcciones es del orden de 23 a 29 libras por pie cúbico (368,46 a 464,58 kgs/m³). Así, pues, puede verse que el hormigón nuevo de este invento tiene -

10 una densidad que es muy semejante a la densidad que corrientemente se presenta en las obras de construcción y que tiene características en lo que se refiere a su manipulación con las que están plenamente familiarizados los carpinteros. No se necesita mucho entrenamiento para -

15 poder emplear el producto nuevo de este invento en lugar de la madera con la cual está familiarizado el carpintero. Una ventaja del material del invento, estriba, desde luego, en el hecho de que el hormigón de este invento es virtualmente resistente a las llamas.

20 La composición es mucho más ventajosa aún si se considera desde el punto de vista de la estética, pues como las cuentas pueden elaborarse de diferentes colores, tienden a aumentar la belleza general de la estructura de hormigón, si se desea hacer tal cosa.

 En resumen, la Patente de Invención que se solicita, recaerá sobre las siguientes:

- REIVINDICACIONES -

25 1. Procedimiento para hacer a una composición capaz de ser moldeada y curada en un hormigón de baja densidad, de una densidad en horno de 15 a 35 libras por pie cúbico (240,15 a 560,35 kg/m³) que comprende las operaciones de formar una suspensión uniforme de una fase de agregado de ligero peso de partículas polímeras dilatadas, con una densidad de 1 a 10 libras por pie cúbico (16,01 a 160,18 kg/m³)

30



y una fase de aglutinante de cemento hidráulico, agua y aditivo de acción superficial, conteniendo dicha fase de aglutinante aire arrastrado en una proporción del 13,5 al 60% en volumen.

5 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que las partículas polímeras son de células cerradas.

3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, en el que el cemento es portland.

10 4. Procedimiento según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que la fase de aglutinante incluye un sinérgico que arrastra aire.

5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que dicha fase de aglutinante contiene aditivo de acción superficial en una proporción del 0,01 al 1,0% en peso del cemento y sinérgico arrastrador de aire en una proporción de hasta un 2,0% en peso del cemento.

15 6. Procedimiento según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el aditivo de acción superficial es aniónico.

7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que dicho aditivo aniónico de acción superficial es una sal sódica de ácido naftaleno-sulfónico condensado con formaldehído.

20 8. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que dicho aditivo surfactante es extracto de resina saponificada de madera de pino.

25 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, en el que el sinérgico arrastrador de aire es un hidrocarburo.

10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que dicho sinérgico arrastrador de aire es una resina termoplástica de hidrocarburos polinucleares polímeros derivados de extracto de cracking de petróleo.

30 11. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que di-



cho sinérgico arrastrador de aire es un hidrocarburo nafténico.

5

12. Procedimiento según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que la relación de mezcla de una bolsa de cemento (94 libras) por pie cúbico (1504,94 kg/m³) de partículas polímeras es del orden de 1:2 a 1:8.

13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, cuando se moldea y cura para formar un hormigón de baja densidad que tiene una densidad en seco en el horno de 15 a 35 libras por pie cúbico (240,15 a 560,35 kg/m³).

10

14. Procedimiento de preparación de hormigón de baja densidad, que comprende el vertido de una composición formada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 en un molde y el curado de la mezcla.

15

15. Procedimiento según la reivindicación 14, que comprende (a) el mezclado de agua, aditivo de acción superficial y partículas polímeras hasta que las partículas quedan completamente humedecidas; (b) la adición de un sinérgico arrastrador de aire y la continuación del mezclado hasta que las partículas quedan uniformemente revestidas y antes de que tiendan a aglomerarse; (c) la adición del cemento y el mezclado para arrastrar aire en una proporción del 13,5 al 60% en volumen de la fase de aglutinante, con lo que se forma una suspensión homogénea; (d) el vertido de la suspensión en un molde; y (e) el curado de la mezcla.

20

25

16. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: "PROCEDIMIENTO PARA HACER A UNA COMPOSICION CAPAZ DE SER MOLDRADA Y CURADA EN UN HORMIGON DE BAJA DENSIDAD".

30

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente Memoria descriptiva que consta de cuarenta y tres páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 15 de Enero 1.965
ALFONSO UNGRIA

P.P.
[Handwritten signature]

308174

308-74

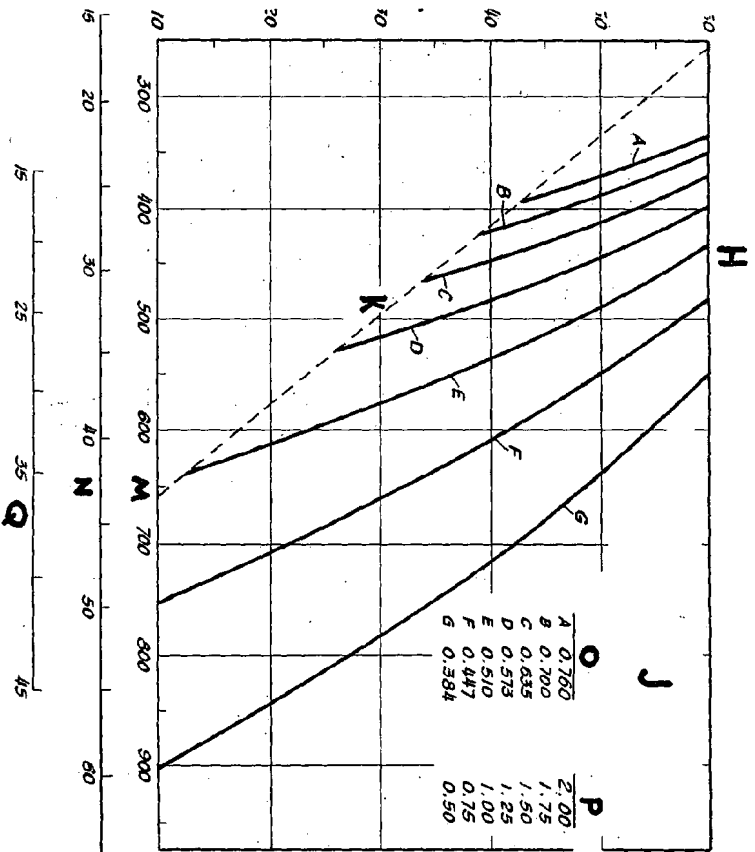


FIG. 1

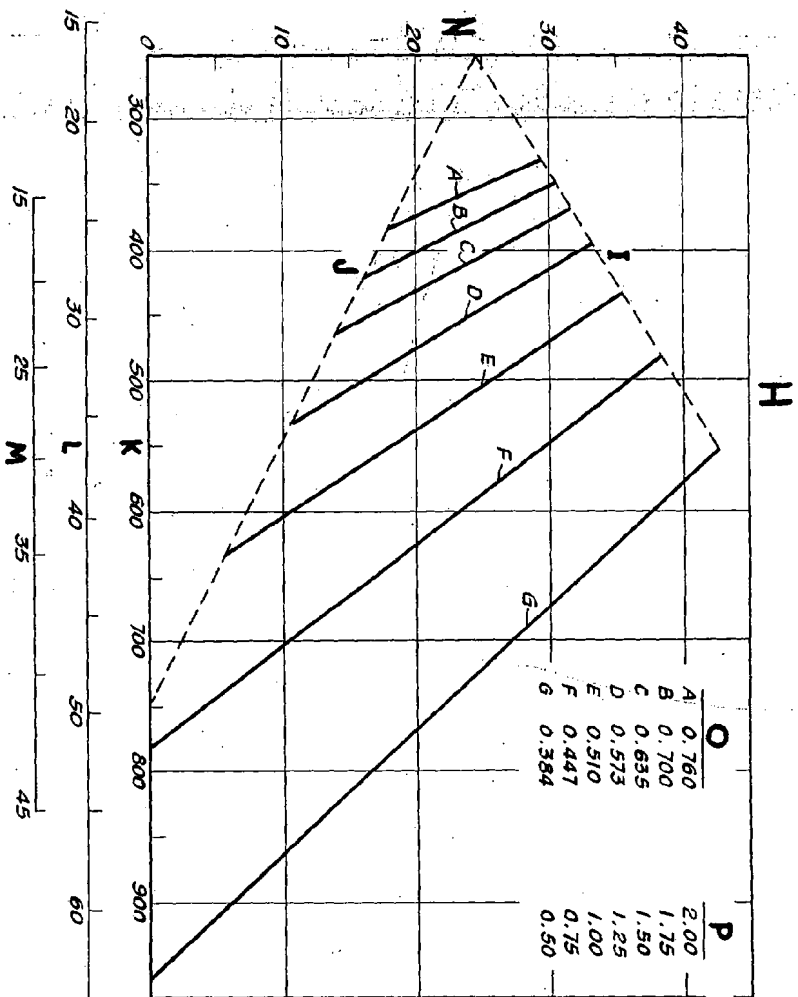


FIG. 2

ESPAÑA VALENTINA
 MADRID 13 de Enero DE 1965
 TELEFONO 20000

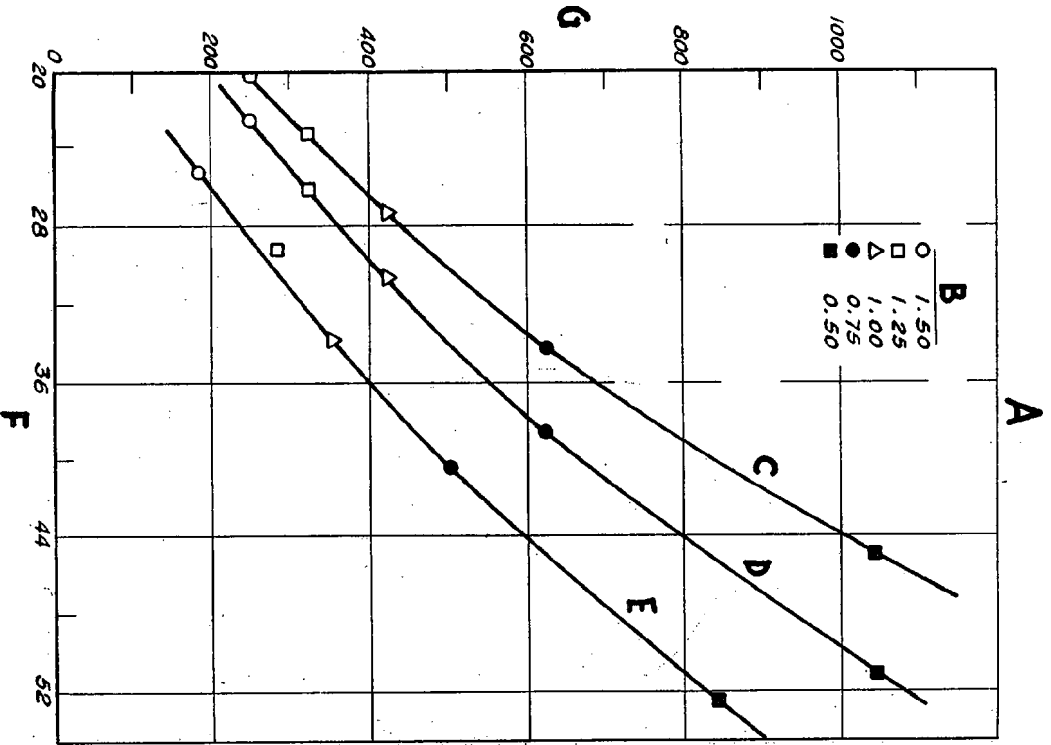


FIG. 3

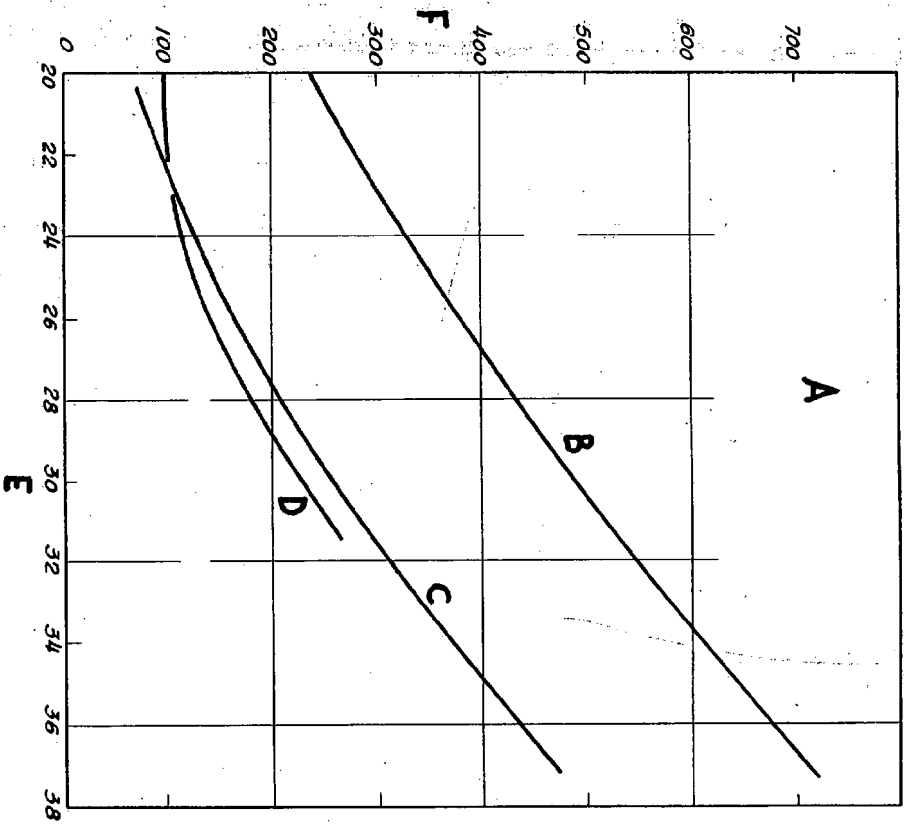


FIG. 4

