

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**ESTUDIO DE LA PROPAGACION BIDIMENSIONAL Y
AXISIMETRICA DE FLUJOS VISCOSOS Y GRANULARES
DEBIDO A LA GRAVEDAD SOBRE SUPERFICIES PLANAS E
INCLINADAS POR MEDIO DE ENSAYOS EN UN BANCO DE
PRUEBAS**

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Jose de Aguiar

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por los Brs. Montilla C. Dario J.
y Jaramillo G. Ruben
para optar al Título de
Ingeniero Mecánico

Caracas, 2006

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**ESTUDIO DE LA PROPAGACION BIDIMENSIONAL Y
AXISIMETRICA DE FLUJOS VISCOSOS Y GRANULARES
DEBIDO A LA GRAVEDAD SOBRE SUPERFICIES PLANAS E
INCLINADAS POR MEDIO DE ENSAYOS EN UN BANCO DE
PRUEBAS**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por los Brs. Montilla C. Dario J.
y Jaramillo G. Ruben
para optar al Título de
Ingeniero Mecánico

Caracas, 2006

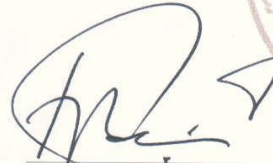
Caracas, 14 de junio de 2.006

ACTA


Los abajo firmantes, miembros del jurado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por los bachilleres: *Montilla Contreras Darío José* y *Jaramillo Garantón Rubén*.

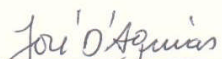
“ ESTUDIO DE LA PROPAGACIÓN BIDIMENSIONAL Y AXISIMETRICA DE FLUJOS VISCOSOS Y GRANULARES DEBIDO A LA GRAVEDAD SOBRE SUPERFICIES PLANAS E INCLINADAS POR MEDIO DE ENSAYOS EN UN BANCO DE PRUEBAS ”.

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudio conducente al Título de Ingeniero Mecánico.


Prof. Rodolfo Berrios
Jurado




Prof. Francisco García
Jurado


Prof. José F. De Aguiar
Tutor

DEDICATORIA

Este pequeño trabajo se lo dedico a mi papa y mama Darío J. Montilla y Blanca de Montilla que son el mejor apoyo y los mejores padres que podría tener.

DARIO MONTILLA C.

Gracias a Dios y a mi familia

RUBEN JARAMILLO G.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro tutor el Profesor Jose d. Aguiar que nos apoyo académica y técnicamente durante todo el desarrollo del trabajo.

A los distintos profesores que nos orientaron y ayudaron a conseguir materiales para realizar los ensayos; Prof. Padilla, Prof. Berrios.

Al instituto IMME (Instituto de Materiales y Mecánica Estructural) que nos permitió realizar las practicas de granulometría con las cuales obtuvimos los tamaños de granos necesitados.

Al señor Mauro y a la Biblioteca del IMF (Instituto de Mecánica de Fluidos) , donde se nos permitió llevar a cabo los ensayos para conseguir las viscosidades de los fluidos con los que se trabajaron y nos proporcionaron la mayoría de los paper.

INDICE GENERAL

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Índice General	iii
Índice de Figuras, tablas y graficas	iv
Resumen	v
Abreviaciones y Símbolos.	vi
Acrónimos	vii

PARTE I

CAPÍTULO I: MARCO METODOLOGICO

1.1	Título de la Investigación	1	
1.2	Motivación	1	
1.3	Antecedentes	2	
1.4	Planteamiento del Problema	3	
1.5	Objetivos	4	
	1.5.1	Objetivos Generales	4
	1.5.2	Objetivos Específicos	4
1.6	Justificación e Importancia	5	
1.7	Investigación	6	
1.8	Ensayo e instrumento de recolección de datos	6	

PARTE II

CAPITULO II: CONCEPTOS Y DEFINICIONES

2.1	Definiciones Generales	7
2.2	Fluidos viscosos e inerciales	8
2.3	Conceptos relacionados con las mezclas granulares a trabajar	14
2.4	Conceptos relacionados con las mezclas de concreto a trabajar	15

CAPITULO III: TEORIA DE ENSAYOS

3.1	Ensayos de derrame de Fluido	19
3.2	Ensayos con concreto	20
3.3	Granulometría	26

CAPITULO IV: DESARROLLO DE ECUACIONES DIFERENCIALES

4.1	Conceptos generales sobre ecuaciones a trabajar	28	
4.2	Desarrollo de Ecuación e Navier-Stokes para un caso partícula	29	
		31	
4.3	Desarrollo de Ecuaciones	31	
	4.3.1	Corriente Horizontal	32
	4.3.1.1	Caso bidimensional	40
	4.3.1.2	Caso Axisimétrico	46
4.4	Desarrollo de ecuación de derrame para superficies inclinadas	48	
4.5	Criterio de Parada		

PARTE III

CAPITULO V: DISEÑO DE ENSAYOS

5.1	Ensayos con aceites y mezcla de arcilla	50	
	5.1.1	Fluidos a ensayar	50
	5.1.2	Materiales Utilizados	52

5.1.3	Superficies	54
5.1.4	Procedimiento de Ensayos	56
5.1.4.1	Ensayos sobre superficies horizontales	56
5.1.4.2	Ensayos sobre superficies inclinadas	57
5.1.4.3	Ensayos sobre superficies rugosas	57
5.1.5	Comparación de ensayos con resultados teóricos	57
5.2	Ensayos de criterio de parada	58
5.3	Ensayos con concreto	59
5.3.1	Mezclas a ensayar	59
5.3.2	Materiales utilizados	60
5.3.3	Procedimiento de ensayos	60
5.4	Lugar de trabajo	61
CAPITULO VI: RESULTADOS		
6.1	Resultados sobre Superficies Horizontales	62
6.1.1	Resultados sobre vidrio	63
6.1.2	Resultados sobre Arena 1	69
6.1.3	Resultados sobre Arena 2	74
6.2	Resultados sobre Superficies inclinadas	79
6.2.1	Resultados sobre vidrio	79
6.2.1.1	Inclinados 15 grados	79
6.2.1.2	Inclinados 5 grados	89
6.2.2	Resultados sobre Arena 1	96
6.2.2.1	Inclinados 15 grados	96
6.2.2.2	Inclinados 5 grados	106
6.2.3	Resultados sobre Arena 2	113
6.2.3.1	Inclinados 15 grados	113
6.2.3.2	Inclinados 5 grados	122
6.3	Resultados de ensayos con Orimulsión para evaluar el criterio de parada	129
6.4	Resultados de ensayos con concreto	130
CAPITULO VII: ANALISIS Y CONCLUSIONES		
7.1	Análisis de resultados	133
7.2	Conclusiones	137
BIBLIOGRAFIA		138
ANEXOS		140

TABLAS GRAFICAS Y FIGURAS

TABLAS

2.1 Clasificación de grados API	12
2.2 Características de la Orimulsión	13
2.3 Características del Fuel Oil	14
2.4 Componentes mineralógicos del cemento Pórtland	16
2.5 Tipos de Cemento Pórtland	17
3.1 Diferencias de alturas, COVENIN	24
3.2 Proporciones de mezclas comunes	24
3.3 Ejemplo de hoja de ensayos granulométricos del IMME	27
5.1 Características del Agua fresca	51
5.2 Características de la Orimulsión	51
5.3 Características del Fuel Oil	51
5.4 Mezclas de bentonita utilizadas	52
5.5 Proceso de tamizado sobre la arena de Edo. Miranda	55
5.6 Proceso de tamizado sobre arena de Edo. Vargas	56
5.7 Mezclas de cementos empleados	60
6.1.1-6.1.45 Resultados horizontales	63
6.2.1-6.2.90 Resultados Inclinados	79
6.3.1 Valores de coeficientes de parada k3 para orimulsión	129
6.4.1-6.4.5 Ensayos con concretos para mezclas	130

GRAFICAS

5.1 Abertura de malla vs. Peso retenido arena 1	55
5.2 Abertura de malla vs. Peso retenido arena 2	56
7.1 Coeficiente de parada k vs. tiempo	135
7.2 Valores de asentamiento vs. Promedio de viscosidades	136

FIGURAS

3.1 Esquema del ensayo de derrame horizontal	20
3.2 Esquema de ensayo de cono de abrams	22
4.1 Fluido entre dos placas	29
4.2 Desarrollo de corriente bidimensional	32
4.3 Continuidad	38
4.4 Derrame sobre superficie inclinada	46
5.1 Esquema de cilindros	53

RESUMEN

Montilla C. Darío J., Jaramillo G. Rubén.

ESTUDIO DE LA PROPAGACION BIDIMENSIONAL Y AXISIMETRICA DE FLUJOS VISCOSOS Y GRANULARES DEBIDO A LA GRAVEDAD SOBRE SUPERFICIES PLANAS E INCLINADAS POR MEDIO DE ENSAYOS EN UN BANCO DE PRUEBAS

**TUTOR ACADEMICO: Prof. Jose Luis de Aguiar. Caracas. U.C.V. Facultad de
Ingeniería Mecánica. Escuela de Ingeniería Mecánica. Ingeniero Mecánico. 2006.
164 h.**

Palabras claves: Ecuación de derrame, fluido viscoso, horizontal, inclinado,
axisimétrico.

Este trabajo de grado trata de mostrar la efectividad de un conjunto de ecuaciones que pretenden describir el comportamiento de fluidos viscosos y granulares en situación de derrame, tanto en planos horizontales como inclinados para distintas rugosidades de superficies, esto se hace mediante la realización de una gran número de ensayos derramando fluidos los cuales serán Orimulsión, Fuel Oil y una mezcla de arcilla y agua, se mostrará que luego de comparar estos ensayos con sus similares teóricos, coinciden con bastante precisión, lo que permite afirmar que estas las ecuaciones teóricas para flujos en derrame tienen validez, y abarcan un rango de aplicación muy amplio. Luego de demostrar esto se verá una aplicación de este conocimiento al determinar las viscosidades de unas mezclas de concretos a partir de ensayos similares a los realizados con los fluidos mencionados.

ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

cm: centímetros
F_g: fuerza de flotabilidad
F_i: fuerza inerciales
F_v: fuerza viscosa
g: gravedad
h: altura de fluido
Kg: kilogramos
L: longitud del fluido desde el centro
M: masa
m: metros
mm: milímetros
p: presión
 Q: Caudal en ecuaciones diferenciales
q: caudal
 r: radio
seg: segundos
T: Tiempo
t: tiempo
 t₁: tiempo de transición
u: nomenclatura de velocidad en el eje x en ecuación diferencial
 U: Velocidad en el eje x
V: volumen
w: ancho del fluido
Re: numero de Reynolds
°C: Grados celcios
γ: deformación
∂: derivada parcial
 α: Coeficiente de transición
ν: viscosidad dinámica
 φ: angulo de inclinación en derrames inclinados
 ξ: coeficiente de superficie en derrames horizontales
 η: coeficiente de superficie en derrames inclinados
Δ: delta
τ: esfuerzo de corte
μ: viscosidad cinemática
ρ: densidad

ACRONIMOS

ASTM: Sociedad Americana para la Prueba de materiales

COVENIN: Comisión Venezolana de Normas Industriales

U.C.V: Universidad Central de Venezuela

IMME: Instituto de Materiales y Mecánica Estructural

IMF: Instituto de Mecánica de los Fluidos

CAPITULO I: MARCO METODOLOGICO

1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

Estudio de la propagación bidimensional y axisimétrica de flujos viscosos y granulares debido a la gravedad sobre superficies planas e inclinadas, por medio de ensayos en un banco de pruebas.

1.2 MOTIVACION

Las corrientes movidas por fuerzas gravitatorias originan constantemente innumerables situaciones de estudio y han sido últimamente sujetas a una extensa investigación, los intereses sobre esos fluidos se expanden a los campos de la geofísica, ingeniería industrial y geología, como ejemplos de estos intereses están: derrames volcánicos como corrientes de lava y corrientes quiroplásticas, deslaves de tierra (como el ocurrido en el estado Vargas), comportamientos de aceites viscosos como la Orimulsión, crudos pesados y extrapesados; desprendimientos de tierras que originan desastres naturales como avalanchas de nieve, situaciones estas donde los fluidos son gobernados por las fuerzas gravitatorias, y los cuales inciden de manera significativa en las actividades humanas.

Es muy importante realizar estudios de fluidos en situaciones de derrame de manera individual para cada fluido y en condiciones que correspondan a esta situación geográfica (Venezuela), principalmente como temperatura, humedad, entre otras; que permitan confirmar modelos y ecuaciones que fueron elaborados bajo condiciones distintas y, en muchos casos muy especiales, para así poder darles validez o modificarlas, si es el caso, dentro de las posibilidades, y de esta manera establecer la aplicabilidad para fluidos que incurren en este tipo de flujo en el ámbito nacional.

1.3 ANTECEDENTES

Como se mencionó, la investigación de flujos de derrame ha tenido últimamente un estudio intensivo. Un autor muy reconocido de la Universidad de Cambridge del Reino Unido de nombre Herbert Huppert(1982), ha desarrollado desde principio de los años ochenta un conjunto de ecuaciones que parten de innumerables experimentos y que están dirigidas a describir los fluidos en situación de derrame y/o avalancha sobre superficies planas e inclinadas, a la par de este autor y a partir de él, han sido muchos los autores que se han dado a la tarea de estudiar en distintas instituciones los fenómenos de flujos en derrame tanto viscosos como granulares.

Otros autores como Mangeney y Castelnaud(2005), que pertenecen al Departamento de Sismología del Instituto de Física Mundial de Paris, realizaron definiciones del comportamiento de un fluido granular en situación de derrame de manera computacional-numérica comparando y coincidiendo sus resultados con los desarrollos expuestos por el autor Hupper, estableciendo así la aplicabilidad de estos para fluidos de tipo granular.

Un estudio de suma importancia y que será empleado en este trabajo es el desarrollado por los autores E.H. Sakimoto y M.T. Zuber (1995), el cual plantea un desarrollo numérico importante que pretende explicar el desenvolvimiento de fluidos granulares al convertirse en flujos de avalancha, este modelo sirve de base comparativa importante para ensayos de esta naturaleza.

Las ecuaciones desarrolladas por Hupper y Zuber fueron empleadas por el Ing. José De Aguiar (profesor del Departamento de Energética de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la UCV) con el trabajo Orimulsion Spill Behavior in soil whit infiltration, donde realizó ensayos en los cuales el fluido (orimulsión) se encontraba inicialmente en un cilindro recto, el cual fue removido de manera repentina y en dirección vertical dejándolo en situación de derrame, y con los resultados de los experimentos de este tipo estableció valides den las ecuaciones desarrolladas por los autores mencionados para superficies planas e inclinadas..

Un tipo de procedimiento altamente empleado por obreros en la industria de la construcción para conseguir la manejabilidad de un concreto en obras, es llamado ensayo del Cono de Abrams, el cual consiste en llenar con varias capas de concreto un cilindro en forma de cono truncado (como un tobo) con el radio mayor hacia abajo, el mismo es removido de manera vertical ocurriendo un deslave del fluido, de acuerdo a este semi-derrame se puede hacer un estimado de las condiciones del concreto que se va a emplear en la obra, en este procedimiento el concreto también puede ser estudiado como un flujo de deslave, por lo que se le pueden aplicar las ecuaciones mencionadas.

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En esta zona geográfica son muy escasos los estudios de fluidos que partan de condiciones similares a las de los ensayos a realizarse con este trabajo y que puedan relacionar comportamientos de flujos de avalancha o derrame con ciertas variables como viscosidad, radio inicial, altura del inicial del conjunto fluido, fricción, temperatura, entre otros.

Debido al poco conocimiento sobre los trabajos presentados en otras latitudes sobre estos fenómenos, no se puede conocer a ciencia cierta la aplicabilidad de estos trabajos y por consiguiente, aprovechar la importancia de ellos en el ámbito nacional.

En obras de construcción siempre son necesarios métodos que permitan conocer si la mezcla de concreto es aceptable para ser trabajada en la construcción, uno de estos métodos es el del Cono de Abrams, siendo este de amplia aplicación dada la familiaridad del mismo para los obreros en general, no obstante este método en muchas ocasiones conduce a problemas en la determinación de las verdaderas condiciones del concreto, debido al procedimiento de aplicación, y al mismo ensayo en si, el cual tiene un margen de error considerable, lo que hace que en muchos casos los ensayos del Cono de Abrams sean poco representativos y no evidencien las características reales del hormigón que se quiere ensayar.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivos Generales

- Realizar una comparación entre las ecuaciones de fluidos viscosos y granulares en avalancha desarrolladas por Herbert Hupert con ensayos realizados en un banco de pruebas a partir de diferentes tipos de fluidos viscosos y granulares.

1.5.2 Objetivos específicos

- Definir los comportamientos que relacionan estos fluidos en situación de avalancha cuando parten de condiciones iniciales iguales y predeterminadas.
- Generar un estándar para la determinación de la trabajabilidad del concreto a partir de los ensayos realizados en este trabajo.
- Elaborar un banco de prueba del cual se obtendrán los datos empíricos necesarios para realizar el proyecto de comparación.
- Realizar ensayos en el banco de prueba con fluidos de distintas propiedades como aceites viscosas, orimulsión, a fin de darle generalidad a los ensayos comparativos.
- Realizar un número significativo de ensayos que puedan definir de manera más confiable el comportamiento de cada uno de los fluidos a trabajar.
- Exponer la aplicación e importancia de este tipo de ensayos.
- Ensayar con concreto a fin de lograr relación entre este ensayo y el ensayo del cono de Abrams y proponer a partir de estos ensayos la estandarización.

1.6 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

Los fenómenos de flujos en derrame y/o flujos de avalanchas tienen suma importancia en el ámbito nacional principalmente por la morfología venezolana, la cual origina anualmente muchos flujos de avalancha en forma de lodo, principalmente en épocas de lluvia. Por otro lado, distintos procesos industriales que dependen del derrame de un fluido pueden utilizar conocimientos teóricos para conocer las cantidades a verter. Estos procesos pueden ir desde empresas de galletas hasta empresas metalúrgicas. La misma empresa petrolera Venezolana PDVSA a través de INTEVEP a realizado en años anteriores el estudio de ensayos con orimulsión similares a los que se llevarán a cabo en este trabajo. En estos ensayos realizados por INTEVEP se tomaron como referencias las ecuaciones desarrolladas por autores como Huppert para describir de manera teórica el comportamiento de derrames de orimulsión sobre superficies planas e inclinadas.

Por otro lado el estudio empírico no representa una gran complicación, se pueden seleccionar algunos fluidos que se consideren representativos y realizar derrames de los mismos en superficies inclinadas y/o horizontales, tomando datos de radios (si son horizontales) o longitudes (si son inclinados) contra el tiempo, y comparándolos con las ecuaciones que se han desarrollado para describir estos comportamientos. Además dado que los ensayos que se puedan llevar a cabo son relativamente simples se pueden realizar gran cantidad de estos disminuyendo así el margen de error.

El realizar estos estudios permitirá confirmar modelos y ecuaciones que fueron elaborados bajo condiciones distintas y en muchos casos muy especiales, para así poder dar validez o modificar, si es el caso, dentro de las posibilidades, ecuaciones que describan fluidos en derrame, y así adecuarlas o utilizarlas tal cual fueron desarrolladas para cualquier fluido en estas condiciones.

1.7 INVESTIGACIÓN.

Esta es una investigación del tipo experimental que se basará en un gran número de ensayo para, por defecto, confirmar o no desarrollos teóricos realizadas con anterioridad que describen derrames sobre superficies horizontales e inclinadas. En este trabajo se mostrará primero el desarrollo de un conjunto de ecuaciones que describen flujos en derrame, para luego proceder a realizar ensayos con tres fluidos distintos que estarán dirigidos a validar esas ecuaciones. Luego y partiendo de la suposición de que los ensayos realizados están acordes con las ecuaciones desarrolladas, se presentará un ejemplo de la aplicabilidad de estos ensayos al experimentar con mezclas de concreto.

1.8 ENSAYO E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para la recolección de datos se usarán cilindros plásticos los cuales serán llenados con fluidos hasta completar volúmenes deseados, siendo estos fluidos dejados derramarse en superficies horizontales e inclinadas, el fin principal es obtener los valores de radio o distancia recorrida versus el tiempo.

Se trabajará con tres fluidos principalmente orimulsion, fuel oil, y soluciones de una arcilla de nombre Bentonita con agua, pero también se tendrá una mezcla de concreto para la cual se le buscará obtener algunas características deseadas por medios de ensayos de derrame.

Dada la alta velocidad con la que ocurren estos ensayos se empleará una video cámara que permita grabar los ensayos a fin de poder tomar los valores deseados por medio de la ayuda de un software editor de videos en un computador.

CAPITULO II: CONCEPTOS Y DEFINICIONES

2.1 DEFINICIONES GENERALES

Fluido: es una sustancia o medio continuo que se deforma continuamente en el tiempo ante la aplicación de una sollicitación o esfuerzo cortante sin importar la magnitud de esta.

Flujo: es un fluido que se desplaza.

Flujo bidimensional: es un flujo en el cual el vector de velocidad depende de dos variables espaciales y del tiempo, por ejemplo $u=u(x,z,t)$.

Flujo axisimétrico: es un flujo en el cual el vector de velocidad depende de una coordenada radial y del tiempo, por ejemplo $u=u(r,t)$.

Presión (presión absoluta)(p): se define como una fuerza por unidad de área o superficie.

Presión hidrostática: la presión hidrostática que se ejerce en el seno un fluido a una profundidad dada viene expresado por:

$$P = z_{(profundidad_desde_la_superficie)} * \gamma$$

Esfuerzo: es el resultado de la división entre una fuerza y el área en la que se aplica. Se distinguen dos direcciones para las fuerzas, las que son normales al área en la que se aplican y las que están contenidas en el plano del área. Si la fuerza aplicada no es normal ni esta contenida en el plano de la superficie, siempre puede descomponerse para llegar a esas dos fuerzas.

Esfuerzo de corte (τ): es el esfuerzo generado por una fuerza aplicada en el plano que contiene la capa del fluido que se estudia.

Deformación(γ): es el cambio en el tamaño o forma del fluido debido a la aplicación de un esfuerzo de corte.

Velocidad de deformación (dy/dt): es la deformación que sufre el fluido por unidad de tiempo debido al esfuerzo de corte.

Caudal o flujo volumétrico (Q): es la cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en una unidad de tiempo.

Calibrar: en el presente trabajo esto se refiere a encontrar el factor de superficie que ajuste de mejor manera las ecuaciones mencionadas anteriormente que describen flujos en derrame al tipo de superficie.

2.2 FLUIDOS VISCOSOS E INERCIALES

Viscosidad: es una característica de los fluidos la cual los hace oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza. Cuando un fluido se le considera muy viscoso ofrece bastante resistencia a fluir, al contrario cuando se considera de baja viscosidad el fluido fluye fácilmente. La viscosidad viene determinada por la fuerza con la que una capa de fluido en movimiento arrastra consigo a las capas adyacentes.

Viscosidad Dinámica(ν): las unidades de la viscosidad dinámica, unidad de masa entre unidad de tiempo y longitud $\left[\frac{M}{L * T} \right]$, por ejemplo $[Kg/m * seg]$.

Viscosidad Cinemática(μ): la viscosidad cinemática es la viscosidad dinámica entre la densidad del fluido quedando unidades de longitud al cuadrado entre tiempo $\left[\frac{L^2}{T} \right]$, por ejemplo $[m^2/seg]$. (Más adelante se desarrollará el concepto de viscosidad)

Numero de Reynolds (Re): es la razón adimensional entre las fuerzas inerciales y las fuerzas viscosas de un fluido en movimiento.

$$R_e = \frac{\text{fuerza - inerciales}}{\text{Fuerzas - viscosas}} = \frac{\rho LU}{\mu}$$

En base a los experimentos realizados por un Ingeniero Británico de nombre Osborne Reynolds en 1874 se concluyó que las fuerzas del momento son función de la densidad, del diámetro de la sección por la cual se desplaza el fluido y de la velocidad media. Además, la fricción o fuerza viscosa depende de la viscosidad del líquido. El número de Reynolds es importante en la teoría de estabilidad hidrodinámica y en el análisis de la turbulencia. Las características que condicionan el flujo laminar dependen de las propiedades del líquido y de las dimensiones del flujo. Conforme aumenta el flujo másico aumenta las fuerzas del momento o inercia, las cuales son contrarrestadas por la fricción o fuerzas viscosas dentro del líquido que fluye de aquí parte la definición del número de Reynolds. Cuando las fuerzas inerciales y las fuerzas viscosas alcanzan un equilibrio se originan cambios en las características del flujo.

Por un despeje de unidades se puede apreciar que es una cantidad adimensional y puede utilizarse para definir las características de los fluidos.

El número de Reynolds proporciona una indicación de la pérdida de energía causada por efectos viscosos. Observando la ecuación anterior, cuando las fuerzas viscosas tienen un efecto dominante en la pérdida de energía, el número de Reynolds es pequeño y el flujo se encuentra en el régimen laminar. Si el número de Reynolds es 2100 o menor el flujo será laminar. Un número de Reynolds mayor de 10 000 indican que las fuerzas viscosas influyen poco en la pérdida de energía y el flujo es turbulento.

Fuerza de Flotabilidad: Cualquier cuerpo que se encuentre en un fluido, ya sea sumergido parcial o totalmente, experimenta un empuje hacia arriba por una fuerza igual al peso del fluido desplazado. La fuerza de flotabilidad o boyante actúa verticalmente hacia arriba a través del centroide del volumen desplazado y se le puede definir de manera matemática mediante el principio de Arquímedes,

$$F_g = V_d * \gamma$$

Fuerzas Inerciales: son las fuerzas originadas por la inercia que tiene un fluido en reposo o movimiento, para un flujo en movimiento la inercia se relaciona con la velocidad y el volumen que se desplaza por un elemento, por lo que las fuerzas inerciales de manera integrada se pueden definir como $F_i = \rho \int u u_x dx dy dz \approx \rho U^2 h w$

Fuerzas viscosas: son fuerzas originadas por la viscosidad dentro del fluido y que se relaciona con la velocidad del fluido y con el volumen infinitesimal de estudio así que de manera integrada se puede escribir la fuerza viscosa como $F_v = \int \mu \nabla^2 u dx dy dz$.

Flujo viscoso: en este flujo las fuerzas viscosas dominan y determinan el comportamiento del fluido.

Flujo inercial: en este flujo las fuerzas inerciales dominan y determinan el comportamiento del fluido.

Fluido Granular: un fluido granular es aquel que esta conformado por una mezcla de material granular por ejemplo arcilla, arena, tierra y un líquido homogéneo.

Crudos: son mezclas complejas de hidrocarburos con pesos y estructuras moleculares diversos que comprenden tres grupos químicos principales: parafínico, nafténico y aromático. Estos hidrocarburos van desde sustancias simples altamente volátiles hasta ceras complejas y compuestos asfálticos que no pueden ser destilados. Pueden combinarse con oxígeno, nitrógeno, azufre, vanadio, níquel, y otros metales.

Se puede afirmar que existen cuatro grupos con características físico-químicas claramente definidas:

-Los crudos de base nafténica, los cuales tiene fracciones muy volátiles. Son muy livianos, casi gasolina. Permiten obtener muy buenos combustibles. En Venezuela los

crudos tienen características nafténicas pero de una gravedad específica mayor. El crudo Quiriquire y el Tía Juana 102 son crudos nafténicos.

-Los crudos de base parafínica, que también permiten obtener buena gasolina y aceites para uso doméstico que no producen humo al quemarse. A veces tienen viscosidad constante a diferentes temperaturas. Los más pesados tienen cristales blandos blancos que al aislarse y refinarse, forman la base para la obtención de la cera parafínica. En Venezuela tenemos el crudo Santa Rosa y el San Joaquín.

- Los crudos de base asfáltica, que tienen una composición química compleja. Al destilarlos queda un residuo sólido y brillante parecido al asfalto natural utilizado en la construcción de pavimentos o en la impermeabilización. A partir de ellos se obtienen combustibles residuales para calefacción, operación de barcos e instalaciones industriales. En Venezuela tenemos el crudo Boscán, Bachaquero y el Tía Juana Pesado.

-Los crudos de base mixta, que son una mezcla de los anteriores. Los crudos venezolanos están preferentemente entre los tres primeros.

Grados API: es la medida de la densidad de los productos líquidos del petróleo, derivado de la densidad relativa de acuerdo con la siguiente ecuación: $Densidad\ API = (141.5 / densidad\ relativa) - 131.5$. La densidad relativa 1.0 es equivalente a 10 grados API.

Para efectos de fiscalización, el Manual de Inspección del Ministerio de Energía y Minas tiene una clasificación sobre la base de la gravedad A.P.I. a 15,6 °C (60°F), y el punto de fluidez de los crudos. Esta clasificación es la siguiente:

Tabla 2.1 Clasificación de grados API	
TIPO DE CRUDO	°API
Condensados naturales	≥ 50
Petróleo Liviano	30-49,9
Petróleo Mediano	23-29,9
Petróleo Pesado	23
Petróleo Parafínico	20-23
Petróleo Intermedio	0-20

Orimulsión: es un combustible fósil no convencional altamente energético no explosivo que resulta de combinar 70% de bitumen (Petróleo pesado) y 30% de agua con una mezcla especial de surfactantes. La orimulsión es una emulsión estable de bitumen en agua, lo cual en términos sencillos podría decirse que es la suspensión de partículas infinitesimalmente pequeñas de bitumen en agua.

Tabla 2.2 Características de la Orimulsión	
Contenido de petróleo (%p)	72± 2
Contenido de Agua (%p)	28 ± 2
Tamaño medio de partículas (µm)	19
Densidad (g/ml)	1,0095
Punto flash(°C)	>95
Tensión superficial(mN/m)	35
Tamaño medio de la gota (mm)	17± 3
Viscosidad Dinámica (100 s-1) mPa	
20°C	800-1200
80°C	400-600
Para una Orimulsión 72% Petróleo y 30% Agua	
<i>Análisis Elemental</i>	(p/p) %
Carbono	59-60
Hidrógeno	7 a 8
Azufre	2 a 3
Nitrógeno	0.4 a 0.6
Oxígeno	0.5 a 0.6
Cenizas	0.07 a 0.1
Contenido de metales	(ppm)
vanadio	280 a 350
Níquel	68 a 80
hierro	12 a 17
Sodio	40 a 70

Fuel Oil: es un producto líquido del petróleo usado como energía desde que se conoce que es menos volátil que la gasolina. El fuel Oil es clasificado en seis clases N1 hasta N6, de acuerdo a su temperatura de ebullición, composición química y

propósito. El punto de ebullición, que tiene un rango de 175 a 600 °C, y la longitud de la cadena de carbonos de 20 a 70 átomos del fuel oil aumentan con el número de clasificación. La viscosidad también aumenta con el número del Fuel Oil y el combustible mas pesado tiene que ser calentado para hacerlo fluir. El precio del Fuel oil disminuye con su numero de clase.

Tabla 2.3 Características del Fuel Oil	
Densidad relativa 15/15°C	0,81 a 0,85
Gama de ebullición, °C	180 a 360
Viscosidad cinemática, cSt a 40°C	1,3 a 8,5
Punto de inflamación, °C	35 a 70

2.3 CONCEPTOS RELACIONADOS A LOS FLUIDOS GRANULARES A TRABAJAR.

Arcillas: la arcilla es un mineral procedente de la descomposición de rocas que contienen feldespato, por ejemplo granito. Químicamente hablando es un silicato hidratado de alúmina, cuya fórmula química es $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$. Se caracteriza por adquirir plasticidad al mezclarla con agua, y también sonoridad y dureza al calentarla por encima de 800° C. La arcilla endurecida mediante la acción del fuego fue la primera cerámica elaborada por el hombre, y aún es uno de los materiales más

baratos y de uso más amplio. El diámetro de las partículas de la arcilla es inferior a 0,002 mm de aquí que su proceso de formación tarde miles de años.

Montmorillonita: es un mineral que pertenece al grupo de las arcillas. Son de color gris, gris verdoso, blanco, amarillo, verde amarillento, rosa hasta pardo. Tiene un grado de dureza de blando a muy blando (1½ a 2), una densidad de 2.35 g/cm³, su característica es que al contacto con el agua se gelatiniza e incha, su composición química es $(\text{Na,Ca})_{0,3}(\text{Al,Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Beidellita: es un mineral también arcilloso muy parecido a la montmorillonita pero con menos magnesio y parte del silicio reemplazado por aluminio, tiene una coloración blanco, brillo mate, color gris, blanco parduzco, blanco rojizo, amarillo pálido, tiene una dureza de 38384, una densidad de 2.15 g/cm³, su composición química es $(\text{Na,Ca}_{0,5})_{0,3}\text{Al}_2(\text{Al,Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Nontronita: es un mineral arcilloso rico en Fe, que puede ser muy blando (1½ a 2) con densidad de 2.30 g/cm³, su color puede ser brillo mate, color verde parduzco, verde oliva, amarillo, con rayas blancas, su composición química es $\text{Na}_{0,3}\text{Fe}_{3+2}(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Bentonita: es una arcilla compuesta de Beidellita, Nontronita y principalmente montmorillonita. Está formada esencialmente por silicatos aluminicos hidratados de estructura reticular aplanada. En Venezuela en la región de Tinaquillo, Estado Cojedes, se ha encontrado una extensa zona con material bentonítico, depósitos que están asociados con alteraciones de rocas básicas de los complejos de Tinaquillo y están formados por una mezcla de bentonita y otros productos de alteración.

La bentonita, mineral esencial en lodos de perforación es utilizada en la industria de la construcción, elaboración de cerámicas, elaboración de refractarios, materias plásticas y colorantes, celulosa, papelería, arenas de fundición y la siderúrgica, en la preparación de jabones y el área de perfumería. En la agricultura se utiliza para preparar fungicidas e insecticidas, también en los productos farmacéuticos y así muchísimos empleos diversos. En Venezuela su producción se ha mantenido estable cerca de 3 millones de toneladas métricas.

2.4 CONCEPTOS RELACIONADOS AL CONCRETO A TRABAJAR

Cemento: es el componente activo del concreto por lo que influye en todas sus características, aunque constituye aproximadamente de un 10 a 20% del peso de él. Cuando se dice cemento implícitamente se quiere decir cemento Pórtland o cemento a base de Pórtland, que son unos aglomerantes que se usan en la fabricación. Este cemento es una especie de cal hidráulica perfeccionada que se produce haciendo que combinen químicamente unas materias primas de carácter ácido: sílice y alumina principalmente (arcilla), con otras de carácter básico principalmente cal (calizas). Al combinar y tratar en hornos estos materiales se consigue un material llamado clínker que son trozos más o menos redondos que son molidos y mezclados con yeso obteniéndose así el cemento tal cual como se conoce en el mercado.

Tabla 2.4 Componentes Mineralógicos del Cemento Pórtland

Composición	Fórmula Química	Fórmula Abreviada
Silicato Tricalcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C3S
Silicato Dicalcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C2S
Aluminato Tricalcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C3A
Ferroaluminato Tricalcico	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C4FA
Yeso	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Y
Cal Libre	$\text{CaO} + \text{Ca}(\text{OH})_2$	C.L.

Los silicatos de calcio (C3S y C2S) son los compuestos más deseables, ya que son responsables de la resistencia mecánica y otras propiedades del concreto. El C3S aporta resistencia a corto y mediano plazo, mientras que el C2S a mediano y largo plazo, es decir, se complementan bien para que la adquisición de resistencia se realice en forma sostenida. El aluminato tricálcico (C3A) es el compuesto que se hidrata con mayor rapidez cuando se le agrega agua a una mezcla de concreto, este elemento hace al concreto más susceptible de sufrir daño por efecto del ataque de sulfatos. Por todo ello, se tiende a limitarlo en la medida que es compatible con el uso del cemento. El (C4FA) es un compuesto relativamente inactivo ya que contribuye poco a la resistencia del concreto, y su presencia más bien es útil como fundente cuando se elabora el cemento, también favorece la hidratación de los otros compuestos.

Conforme a esas tendencias de carácter general, la ASTM clasifica el cemento en cinco tipos distintos:

Tabla 2.5 Tipos de Cemento Pórtland (ASTM)					
TIPO	Características	Límites de la composición usual promedio (%)			
		C3S	C2S	C3A	C4FA
I	Uso General	40a55	25a30	8a15	5a10
II	Resistente a los sulfatos y bajo calor de hidratación	40a55	25a35	8	10a15
III	Altas Resistencias Iniciales	50a63	15a20	3a15	8a12
IV	Muy bajo calor de hidratación	25a35	40a50	<7	10a15
V	Muy alta resistencia a los sulfatos	32a42	38a48	<5	10

Arena: es un material natural que se utiliza en el proceso de mezclado de concreto, por lo general no requiere tratamiento, aunque este se puede realizar cuando la arena no posee los tamaños de granos requeridos.

Agregados: son materiales usados en la elaboración de una mezcla de cemento, el cual puede ser arena y grava, o más comúnmente piedra triturada, los agregados dan resistencia a la retracción (que no se contraiga al endurecerse) además de ser los componentes mayoritarios del concreto (aprox. 75% en peso) y son decisivos para la calidad del producto por lo que deben ser inocuos, limpios y mantener su granulometría dentro de los límites adecuados.

Mezcla de Concreto: el concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: Agregado y pasta. La pasta, compuesta de Cemento Pórtland y agua, se une a los agregados para formar una masa semejante a una roca pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el Cemento y el agua. Cuando el agua y el cemento se mezclan para formar la pasta cementante, se inicia una serie de reacciones químicas que en forma global se designan como hidratación del cemento. Estas reacciones se manifiestan inicialmente por la rigidización gradual de la mezcla, que culmina con su fraguado, y continúan para dar lugar al endurecimiento y adquisición de resistencia mecánica en el producto.

Fluidez (calidad del fluido): indica el grado de movilidad que pueda tener una mezcla.

Trabajabilidad: es el conjunto de propiedades del concreto que permiten su manejabilidad sin que se produzca segregación de los materiales que componen la mezcla, permitiendo su movilización, homogeneidad y permitiendo una compactación adecuada. El concreto recién mezclado debe ser plástico o semifluido y capaz de ser moldeado a mano. Una mezcla muy húmeda de concreto se puede moldear en el sentido de que puede colocarse en una cimbra, pero esto no entra en la definición de " plástico " aquel material que es plegable y capaz de ser moldeado o formado como un terrón de arcilla para moldar. En una mezcla de concreto plástico

todos los granos de arena y las piezas de grava o de piedra que eran encajonados y sostenidos en suspensión. Los ingredientes no están predispuestos a segregarse durante el transporte; y cuando el concreto endurece, se transforma en una mezcla homogénea de todos los componentes. El concreto de consistencia plástica no se desmorona si no que fluye como líquido viscoso sin segregarse.

Ensayo del Cono de Abrams: es un ensayo que establece un criterio para determinar de manera empírica la trabajabilidad en una mezcla de concreto.

Fraguado: es el tiempo que transcurre desde que se mezcla el cemento con el agua de amasado, manteniendo casi constante su plasticidad; hasta que sufre un cambio perdiendo esta propiedad y logrando un atiesamiento del material.

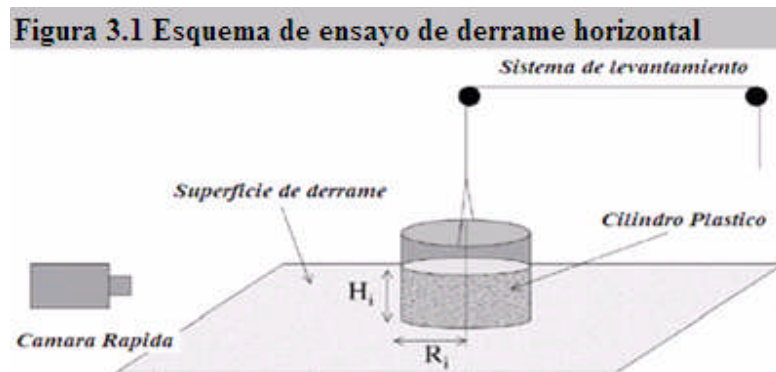
Reología del concreto: es el conjunto de características de la una mezcla fresca que posibilita su manejo y compactación. Dichas características dependen de la viscosidad y tixotropía (atiesamiento en reposo) de la mezcla en cada instante de tiempo.

CAPITULO III: TEORIA DE ENSAYOS

3.1 ENSAYOS CON DERRAME DE FLUIDO

Los ensayos de derrame de flujos finitos han tenido un incremento importante últimamente por medio de la aparición de varios trabajos de investigadores a nivel mundial. La mayoría de estos ensayos realizados en escala de laboratorio, es decir liberando pequeñas cantidades de volúmenes para las cuales se estudia su desenvolvimiento de tiempo vs. Radio han demostrado reproducir muy bien ensayos a gran escala, es decir con grandes volúmenes de fluidos.

La mayoría de los ensayos se realizan utilizando cilindros rectos en los cuales se almacenan los fluidos de estudio, estos cilindros después de llenarse se levantan de manera abrupta y vertical dejando los fluidos derramarse y procediéndose así a estudiar su desenvolvimiento.



La importancia de trabajar con cilindro se presenta en el carácter axisimetrico del fluido, que trabajando con una sección reproduce un flujo en derrame, los resultados obtenidos de estos ensayos son comparados con las ecuaciones

desarrolladas para flujos en derrame y continuamente se están proponiendo cambios a estas ecuaciones.

Los ensayos con cilindros se usan también sobre superficies inclinadas, en las cuales se estudia generalmente el recorrido del fluido vs el tiempo. Por otro lado estos ensayos no se han limitado solo a fluidos líquidos, sino también a los compuestos enteramente de partículas sólidas como arenas, y arcillas.

3.2 ENSAYOS CON CONCRETO

3.2.1 Ensayo del cono de abrams

Una de las limitaciones más importantes al trabajar con concreto es la falta de ensayos establecidos como estándares para cuantificar la calidad de la mezcla en una obra. En la actualidad hay muchos métodos bajo desarrollo, pero es importante apreciar que ninguno de esos métodos ha sido estandarizado aun de forma definitiva por la ASTM. Uno de esos ensayos que es usado con bastante frecuencia es el método de (Slump flow) mejor conocido como el ensayo con el Cono de Abrams. Este método es usado para evaluar el desenvolvimiento del concreto en una superficie libre horizontal sin obstáculos. Fue primeramente desarrollado en Japón para la valoración del concreto usado debajo del agua, este método esta basado en la ASTM C143 la cual es una norma dirigida a regular ensayos de derrames con conos truncados y aunque no esta orientada hacia la trabajabilidad del concreto si es aplicada frecuentemente para esto.

La premisa básica de este ensayo consiste en trabajar con un cono truncado que se ha de llenar por capas con concreto y luego es levantado para medirse la altura del cono con respecto a la que tendrá el concreto luego de habersele quitado el molde, esa diferencia de altura llamada asentamiento es usada como medida de la trabajabilidad del concreto, claro que se puede argumentar que la circulación completamente libre, no controlada por ningún límite no es representativa de lo que

pasa en la práctica con el concreto de construcción pero el ensayo se puede usar como referencia de la fluidez del concreto, la habilidad de llenado y la consistencia entre trabajo y trabajo. El método Slump flow a sido estandarizado por varias agencias Japonesas y Europeas, y será seguramente el primer método para ensayar concreto en obras a ser publicado por la ASTM Internacional.

Es de notar que este es un ensayo sumamente práctico que se puede realizar por obreros en obras con cierta repetitividad y rapidez.

NORMA VENEZOLANA

La norma venezolana que rige el ensayo del cono de Abrams es: (Método para la medición del asentamiento con el cono de Abrams COVENIN 339:1994). Esta norma tiene a fin determinar el asentamiento del concreto fresco (en obras y en laboratorios). Esta norma establece

que el cono de Abrams debe ser construido de un material rígido e inatacable por el concreto, con un espesor mínimo de 1,5 mm. Su forma interior debe ser la de un tronco de cono, de 200 ± 2 mm de diámetro de base mayor, 100 ± 2 mm de base menor y 300 ± 2 mm de altura, las bases deben ser abiertas entre si y perpendiculares al eje del cono. El molde debe estar provisto de asas y aletas. El interior del molde debe ser relativamente suave y sin protuberancias tales como remaches. La barra compactadora debe ser de acero, recta, cilíndrica y lisa, de 16 mm de diámetro, 600 mm. de longitud aproximada, con el extremo semiesférico de 8mm de radio.

Procedimiento:



-Se humedece el interior del molde y se coloca sobre una superficie horizontal rígida, plana y no absorbente. El molde se sujeta firmemente por las aletas con los pies y se llena con la muestra de concreto, vaciando esta en tres capas; cada una de ellas un tercio del volumen del molde. Estos volúmenes corresponden respectivamente a las alturas de 6,5 cm y 15 cm, a partir de la base.

-Cada capa se compacta con 25 golpes de la barra compactadora, distribuidos uniformemente en toda la sección transversal. Para la capa inferior es necesario inclinar ligeramente la barra y dar aproximadamente la mitad de los golpes cerca del perímetro, acercándose progresivamente en espiral hacia el centro de la sección.

Esta capa debe compactarse en todo su espesor, las capas siguientes se compactan, en su espesor respectivo de modo que la barra penetre ligeramente en la capa inmediatamente inferior. El molde se llena por exceso antes de compactar la última capa. Si después de compactar, el concreto se asienta por debajo del borde superior, se agrega concreto hasta lograr un exceso sobre el molde. Luego se enrasa mediante la barra compactadora o una cuchara de albañil. Inmediatamente se retira el molde alzándolo cuidadosamente en dirección vertical. Deben evitarse los movimientos laterales o de torsión. Esta operación debe realizarse en un tiempo aproximado de 5 a 10 segundos.

La operación completa desde que se comienza a llenar el molde hasta que se retira, debe hacerse sin interrupción y en un tiempo máximo de 1 min 30 seg.

El asentamiento se mide inmediatamente después de alzar el molde y se determina por la diferencia entre altura del molde y la altura promedio de la base superior del cono deformado.

En caso de que se presente una falla o corte, donde se aprecie separación de una parte de la masa, debe rechazarse el ensayo, y se hace nuevamente la determinación con otra parte de la mezcla

Si dos ensayos consecutivos sobre una misma mezcla de concreto arrojan el resultado anterior, el concreto probablemente carece de la plasticidad y cohesión necesaria para la validez del ensayo.

Precisión

La relación entre dos tomas de asentamiento para repetitividad debe ser como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 3.1 Diferencia de alturas, COVENIN (339:1994)	
Ensayos Cono de Abrams	
Asentamiento (T) (cm)	PRECISION
T<5	0.63
5<T<12,5	1,27
T>12,5	1,9

3.2.2 Mezclas de concreto

Para conocer la cantidad de cemento, piedra, arena y agua que se debe agregar para realizar una mezcla de concreto se debe tener en cuenta factores como la relación de agua cemento (λ), la relación de arena y agregados (ϵ), estos factores dependen de la aplicación que se le dará al concreto. Sin embargo en la práctica existen "Recetas" para la preparación de mezclas con cementos Pórtland Tipo I que se adaptan bien a trabajos de uso común

Tabla 3.2 Proporciones para mezclas comunes (Kg/m³)				
	Cemento	Arena	Piedra	Agua
Arena Gruesa	329,37	915	919	De acuerdo a la aplicación que se le quiera dar a la mezcla según como vaya asentando en el cono de abrams
Arena lavada	318,75	840	1020	
Arena muy fina	308,125	750	1022	

Esta tabla esta diseñada para piedra triturada que no tenga un tamaño máximo de 1", y arena lavada.

Ley de Abrams

Esta es una teoría de frecuente aplicación que relaciona dos parámetros claves del diseño: relación agua cemento (λ) y la cantidad de cemento con la propiedad que define el cono de abrams el asentamiento (T).

$$c = K \lambda^n T^m$$

En donde c que es la cantidad de cemento viene en Kg/m^3 , el asentamiento T se expresa en cm, y K , n , m son constantes que dependen de las características de los materiales que componen la mezcla.

Para una mezcla con agregados gruesos no triturados de 25,4 mm de tamaño máximo, arena lavada y cemento Pórtland Tipo I de una calidad media, se obtienen buenos ajustes con

$$c = 117,2 \lambda^{-1,3} T^{0,16}$$

La importancia de esta teoría es que para una relación λ y para una cantidad de cemento que se desee se puede obtener el valor de asentamiento T que debe tener la mezcla en un ensayo con el cono de Abrams y por tanto se puede certificar o no una mezcla por este procedimiento.

3.3 GRANULOMETRIA

Tamices: los tamices son mallas metálicas muy resistentes y finas dispuestas en forma de cuadrículas, que tienen muchas aberturas cuadradas que son empleadas para la realización de ensayos de granulometrías, los lados de las muchas cuadrículas que tienen pueden llegar a ser tan pequeños como 0,074mm o llegar a 10 cm.

Granulometría: el proceso de tamizado es un procedimiento que permite hacer el estudio granular de muestras de materiales granulares, como arenas y arcillas entre otros, en este procedimiento se tienen varios tamices unos arriba de otros, el tamaño de grano que puede pasar por cada una de estas mallas-filtros va disminuyendo a medida que se hace pasar la muestra por los tamices que están sellados lateralmente, lo que hace que las muestras de material pase por los tamices es un movimiento vibratorio que por lo general es un equipo motor-correa que mueve el conjunto de mallas y así van descendiendo los granos mas pequeños por acción de la fuerza gravitatoria hasta llegar al punto donde sean mas grande que la abertura de la retícula.

En el procedimiento se pesa una cantidad de material granular que se hace pasar por los distintos tamices para luego pesarse las cantidades que quedan en los tamices para obtenerse así los porcentajes de pesos retenidos por cada tamiz.

Un ejemplo de la hoja de trabajo para los ensayos de granulometría que se desarrollan en el IMME es:

Tabla 3.3 Ejemplo de hoja de ensayos granulométricos del IMME				
Tamiz(inc)	Abertura (mm)	Peso retenido(gr)	%Retenido	%Pasa 200
2"	50.8			
1 ½"	38.1			
¾"	19.1			
3/8"	9.5			
Nº4	4.76			
Nº10	2			
Nº20	0.84			
Nº40	0.42			
Nº60	0.25			
Nº100	0.149			
Nº200	0.074			
Pasa Nº200				

aquí se puede ver los diferentes tamaños de granos con los que se trabajan allí los cuales pueden variar desde 5 cm hasta 0,074 mm lo cual hace que estos tamices sean totalmente aptos para trabajar con arenas de playa que por lo general su granos varían desde 5 mm hasta 0,1 mm.

CAPITULO IV: DESARROLLO DE ECUACIONES DIFERENCIALES

4.1 CONCEPTOS GENERALES SOBRE ECUACIONES A TRABAJAR

Derivada: la derivada de una función es una medida de la velocidad de cambio del valor de una función. Ejemplo la derivada de la deformación de un fluido es $d\gamma/dt$.

Integral (\int): en pocas palabras se define como una antiderivada, al aplicar esta función se devuelve el proceso derivativo. $\int_a^b f(x)dx$ este símbolo nos dice que se devuelve el proceso derivativo a la función $f(x)$ para luego evaluarse en el rango de b - a valores. (Este es un concepto así como el anterior muy limitado de lo que es una integral o derivada pero es suficiente para el presente trabajo).

Derivada parcial (∂): la derivada parcial de una función de diversas variables, es su derivada respecto a una de esas variables con las otras manteniéndolas constantes, por ejemplo $\frac{\partial z}{\partial t}$ caso del estudio.

Altura: referida a los flujos en derrame es la distancia perpendicular a la superficie sobre la cual se mueve el fluido en el punto en el cual el fluido tenga su mayor espesor en su recorrido mientras se derrama y esparce.

Variable de Semejanza: es una variable que se introduce en una ecuación para aglomerar otras variables de la función dentro de una sola a fin de tratar de simplificar los cálculos.

4.2 DESARROLLO DE ECUACIÓN DE NAVIER-STOKES PARA UN CASO PARTICULAR

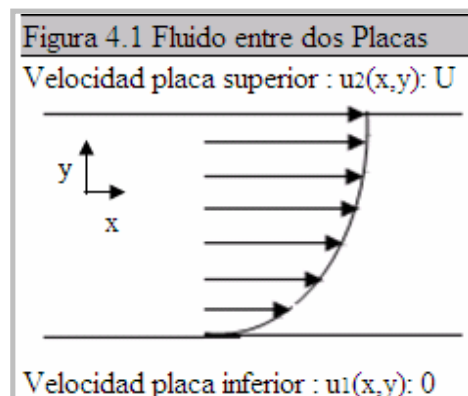
Para obtener la ecuación para un fluido viscoso, se comienza con el balance de fuerzas en el fluido, el cual es el mismo que se usaría si se trabajara con un cuerpo sólido

$$\frac{\partial \tau}{\partial x} = 0 \quad [\text{Ec. 4.2.1}]$$

donde, τ es el esfuerzo de corte.

Ahora se definirá una ley constitutiva apropiada para el fluido, análogo a la ley de Hooke para un sólido. Aquí, la distinción importante que se debe recalcar es que en un sólido cuando es sujeto a un esfuerzo fijo de tensión, se deforma una cantidad proporcional al esfuerzo aplicado, luego de esto queda fijo en ese estado de deformación. En cambio un fluido cuando es sujeto a un esfuerzo fijo de deformación, continua su deformación y la velocidad de corte (más que su magnitud) depende del nivel de esfuerzo aplicado. Por lo cual se necesita una ley constitutiva distinta donde la tensión se relacione con la velocidad de deformación más que con la deformación misma. Se comienza como si se trabajase con un Fluido Newtoniano, en el cual la tensión y la velocidad de deformación están relacionadas de manera lineal.

Se debe definir primero la velocidad de deformación, la cual, como se espera, está relacionada con la velocidad dentro del fluido. Para esto se supone que se tiene un simple esfuerzo de corte en el cual el fluido contenido en dos placas, es cortado por la acción de una fuerza estacionaria por unidad de área τ . Si se considera la placa del fondo



como estacionaria ($u_1=0$), entonces la placa superior se mueve hacia la derecha a una

velocidad de ($u_2=U$) y se encuentra un perfil de velocidad en el fluido que debe ser lineal a x . De esta manera se define un Fluido Newtoniano, como aquel en el cual la velocidad de deformación o velocidad de tensión, dy/dt , esta linealmente relacionada con la tensión aplicada, se puede establecer como

$$\tau \propto \frac{\partial z}{\partial t} \quad [\text{Ec. 4.2.2}]$$

del caso planteado en la gráfica 4.1 se ve que

$$\frac{\partial \gamma}{\partial t} = \frac{\partial u}{\partial z} \quad [\text{Ec. 4.2.3}]$$

Por lo que la ecuación se puede reescribir como una igualdad, introduciendo una constante de proporcionalidad la cual se llamará el coeficiente de viscosidad μ ,

$$\text{Ecuación constitutiva} \quad \tau = \mu \frac{du}{dz} \quad [\text{Ec. 4.2.4}]$$

para muchos fluidos comunes, por ejemplo aire y agua, la viscosidad μ es independiente de la velocidad de corte γ , y son llamados newtonianos. Los fluidos para los cuales la viscosidad varía con dy/dt son llamados fluidos no newtonianos.

La tensión se mide por la tensión normal como

$$p = \tau \quad [\text{Ec. 4.2.5}]$$

Por lo que derivando respecto x llegamos a

$$\text{Ecuación de Navier-Stokes} \quad \frac{\partial p}{\partial x} = \mu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \quad [\text{Ec. 4.2.6}]$$

Si se quiere expresar la ecuación (Ec. 4.2.6) en coordenadas cilíndricas se llega a

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \mu \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial u}{\partial r} \right) \right] \quad [\text{Ec. 4.2.7}]$$

en donde se asumió el flujo totalmente desarrollado, no variándolo en la dirección axial z .

4.3 DESARROLLO DE ECUACIONES

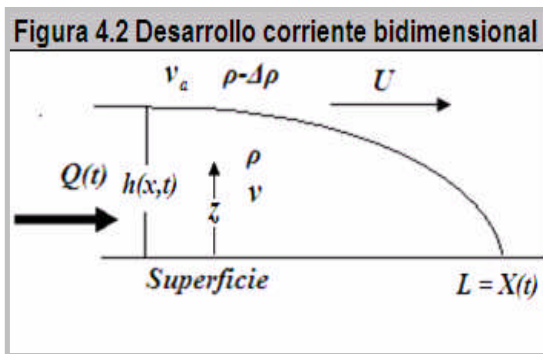
4.3.1 CORRIENTE HORIZONTAL (derrame sobre una superficie horizontal)

Las corrientes gravitatorias viscosas que resultan cuando un fluido se desplaza a lo largo de una superficie rígida horizontal moviéndose debajo de un fluido de menor densidad (por ejemplo aire) serán el punto principal de análisis. Se muestra que el efecto corriente gravitatoria sobre el movimiento en el fluido, puede ser expresado como una condición de cero corte en la superficie superior desconocida de los flujos gravitatorios. En los ensayos que se realizan en este trabajo, los fluidos con los que se trabajan se dejan derramar como corrientes gravitatorias sobre superficies lisas y rugosas, considerándose esto como un desplazamiento debajo de un fluido superior, el aire. Inicialmente se desarrollará la ecuación que modela el derrame sobre una superficie horizontal, partiendo de la suposición que el fluido se incrementa con el tiempo, como t^α , donde α es una constante, y, aunque en el presente trabajo se utilice un volumen finito, después de desarrollar las ecuaciones se considerará $\alpha=0$. La teoría que se presenta será válida para $t \gg t_1$ cuando $\alpha < \alpha_c$ y para $t \ll t_1$, cuando $\alpha > \alpha_c$, donde t_1 es el tiempo de transición para el cual las fuerzas inerciales y viscosas son iguales, con $\alpha_c=7/4$ para corrientes bidimensionales y $\alpha_c=3$ para corrientes axisimétricas, como se podrá ver en el siguiente desarrollo.

Primero se presentará el desarrollo de la ecuación a partir de flujos bidimensionales, que son más sencillos de analizar, para luego presentarlos con el caso estudio del presente trabajo; flujos axisimétricos.

4.3.1.1 CASO BIDIMENSIONAL

Para fluidos en condición de derrame, la fuerza de flotabilidad que en todo momento lo afecta se equipara a las fuerzas inerciales si es inercial y viscosas si es muy viscoso, de hecho un fluido en esta situación se comporta de manera inercial y luego viscosa o viceversa, por esto, al relacionar estas dos fuerzas (inerciales, viscosas) se puede obtener un supuesto punto, en el cual ocurre este cambio en la corriente. A continuación se presentan las relaciones que se establecen para estos flujos en derrame entre las fuerzas viscosas, inerciales y de flotabilidad que en ellos actúan.



El flujo en este caso se puede definir como

$$hL = \int_0^t Q(t) dt \approx qt^\alpha \quad [\text{Ec. 4.3.1}]$$

Fuerza de Flotabilidad: se presenta de forma integrada con la ecuación de flotabilidad

$$F_g = \int \frac{\partial p}{\partial x} dx dy dz \quad [\text{Ec. 4.3.2}]$$

De igual forma trabajando con la ecuación de presión hidrostática

$$F_g = \rho g' \int \frac{\partial h}{\partial x} dx dy dz \quad [\text{Ec. 4.3.3}]$$

y luego empleando [Ec. 4.3.1] se llega a plantear la fuerza de flotabilidad como

$$F_g = \rho g' h^2 w \rightarrow F_g = \left(\frac{\rho g' q^2 w}{L^2} \right) t^{2\alpha} \quad [\text{Ec. 4.3.4}]$$

Fuerza Inercial: la fuerza inercial actuante se puede definir de manera integrada como

$$F_i = \rho \int u u_x dx dy dz \approx \rho U^2 h w \quad [\text{Ec. 4.3.5}]$$

Si se tiene que $U \approx L t^{-1}$ [Ec. 4.3.6]

Y con la ecuación [Ec. 4.3.1] se puede definir como

$$F_i = \rho q L w t^{(\alpha-2)} \quad [\text{Ec. 4.3.7}]$$

Fuerza Viscosa: igualmente la fuerza viscosa se plantea de forma integral como

$$F_v = \int \mu \nabla^2 u dx dy dz \quad [\text{Ec. 4.3.8}]$$

$$F_v = \mu U L w / h \quad [\text{Ec. 4.3.9}]$$

$$F_v = \mu q^{-1} L^3 w t^{(-\alpha-1)} \quad [\text{Ec. 4.3.10}]$$

RELACIONES ENTRE LAS FUERZAS ACTUANTES

Para un número de **Reynold alto**, se tiene un balance de fuerzas de flotabilidad e inerciales

De la relación entre $F_g \approx F_i$

$$F_g \approx F_i = \left(\frac{\rho g' q^2 w}{L^2} \right) t^{2\alpha} \approx \rho q L w t^{(\alpha-2)}$$

despejando se obtiene: $L \approx (g'q)^{\frac{1}{3}} t^{(\alpha+2)/3}$ [Ec. 4.3.11]

Si se tiene un número de Reynolds bajo $Re \ll 1$, se tiene un balance de fuerzas de flotabilidad y viscosas

De la relación $F_v \approx F_g$ se tiene que

$$F_v = F_g \rightarrow \mu q^{-1} L^3 \omega t^{(-\alpha-1)} = \left(\frac{\rho g' q^2 w}{L^2} \right) t^{2\alpha}$$

de lo cual al despejar se obtiene que $L \approx (g'q^3/\nu)^{\frac{1}{5}} t^{(3\alpha+1)/5}$ [Ec. 4.3.12]

Para hacer una revisión de las condiciones para las cuales esos balances son válidos, se hace una razón entre las fuerzas inerciales y viscosas, obteniendo que

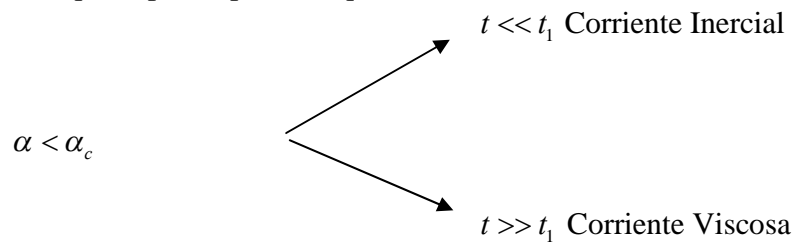
$$\frac{F_i}{F_v} \approx (q^4 g' \nu^3)^{\frac{1}{5}} t^{\frac{(4\alpha-7)}{5}}$$
 [Ec. 4.3.13]

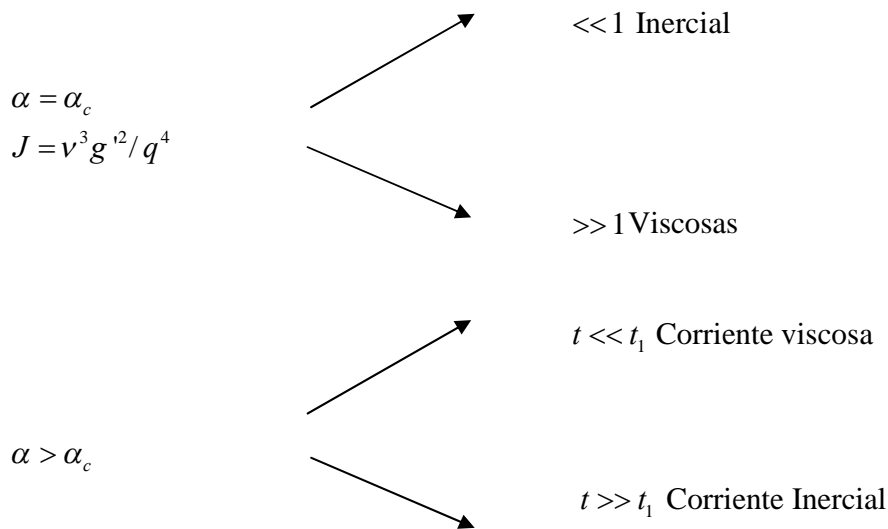
esto permite la definición del tiempo de transición

$$t_1 = (q^4 / g'^2 \nu^3)^{\frac{1}{(7-4\alpha)}}$$
 [Ec. 4.3.14]

Como se puede observar esa ecuación genera una singularidad cuando $\alpha = \alpha_c = \frac{7}{4}$.

De aquí se puede plantear que





De lo que se puede concluir si se tiene que:

$\alpha < \alpha_c$ primero inercial, luego viscoso

$\alpha > \alpha_c$ primero viscoso, luego inercial

A continuación, también, en un caso bidimensional, se atacará el problema de desarrollar una ecuación que defina el comportamiento de un flujo con las características del presente trabajo, llevándose a cabo desde otra perspectiva.

En las películas de flujo delgado gráfica 4.2 se pueden realizar simplificaciones analíticas, tomando en cuenta el hecho que $\partial_x \ll \partial_z$ por lo que se puede decir que $u \approx [u(z; x), 0, 0]$

Como un ejemplo de esto, se puede considerar una delgada corriente dimensional propagándose sobre una superficie rígida horizontal, flujo de lava, miel en un tostador, aceite en el suelo, etc.

Se considera una corriente como la descrita en la gráfica 4.2, con una densidad ρ y profundidad h introduciéndose dentro de un fluido de densidad $\rho - \Delta\rho$, por ejemplo, los aceites a ensayar en este trabajo, se consideran entrando en otro fluido de menor

densidad (el aire). Esto, de una manera tal que la velocidad vertical es despreciable y la presión es hidrostática. Trabajando este caso con un sistema de coordenada bidimensional (altura del flujo vs. distancia horizontal), en el cual la altura h del flujo de densidad ρ depende del tiempo t y del desplazamiento horizontal x .

A partir de este sistema planteado, se puede escribir una expresión para la presión del fluido en cualquier punto de altura z , donde se quiera tomar

$$P = p_0 + \rho g(h-z) \quad [\text{Ec. 4.3.15}]$$

donde

P = presión del fluido en un punto cualquiera;

ρ = densidad del flujo en estudio;

p_0 = presión constante superior al fluido;

g = aceleración debido a la gravedad.

Si se deriva la ecuación respecto al eje x

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \rho g \frac{\partial h}{\partial x} - \rho g \frac{\partial z}{\partial x} \quad [\text{Ec. 4.3.16}]$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = g \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{1}{\rho} \rho g \frac{\partial z}{\partial x} \quad [\text{Ec. 4.3.17}]$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = g \frac{\partial h}{\partial x} \quad [\text{Ec. 4.3.18}]$$

recordando y aplicando (Ec. 4.2.6) se llega a la expresión

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = g \frac{\partial h}{\partial x} = \nu \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad [\text{Ec. 4.3.19}]$$

Las derivadas horizontales son despreciadas en comparación con las derivadas verticales a la derecha de la ecuación, esto es debido a que la longitud de la corriente es mucho más grande que su espesor. En la base de la corriente donde la velocidad es $u(x, z, t)$, se tiene que

$$u(x, 0, t) = 0 \quad [\text{Ec. 4.3.20}]$$

La tensión de corte en el tope de la corriente es mucho menor que esta evaluada dentro de la corriente y por lo cual se puede decir que

$$\frac{\partial u}{\partial z} u(x, h, t) = 0 \quad [\text{Ec. 4.3.21}]$$

(Ec. 4.3.19) se puede desarrollar como,

$$\nu \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = g \frac{\partial h}{\partial x} \quad [\text{Ec. 4.3.22}]$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \frac{g}{\nu} \frac{\partial h}{\partial x} \quad [\text{Ec. 4.3.23}]$$

$$\frac{\partial u}{\partial z} = \frac{g}{\nu} \frac{\partial h}{\partial x} z + C \quad [\text{Ec. 4.3.24}]$$

$$u(x, z, t) = \left[\frac{g}{\nu} \frac{\partial h}{\partial x} \frac{z^2}{2} + zC + D \right]_0^{h-z} \quad [\text{Ec. 4.3.25}]$$

$$u(x, z, t) = \frac{1}{2} \frac{g}{\nu} \frac{\partial h}{\partial x} (h-z)^2 + (h-z)C + D \quad [\text{Ec. 4.3.26}]$$

con $\frac{\partial u}{\partial z} u(x, h, t) = 0$ y $u(x, 0, t) = 0$, se tiene que $C=D=0$, por lo que la ecuación se reduce a:

$$u(x, z, t) = -\frac{1}{2} \frac{g'}{\nu} \frac{\partial h}{\partial x} z(2h - z) \quad [\text{Ec. 4.3.27}]$$

Este es el perfil de velocidad producido por un derrame dentro de un fluido de inercia despreciable, en este tipo de ensayos este es el aire del laboratorio que actúa como un fluido envolvente a los derrames a realizar. La explicación física de este resultado, es que la disipación viscosa en la corriente domina sobre la disipación del fluido sobre este.

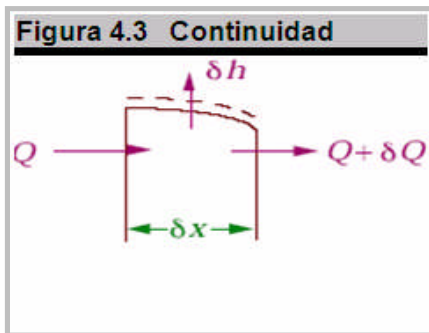
Si el caudal que pasa por la sección se estuviera alimentando de manera continua como al inicio, se puede definir como

$$Q = \int_0^h u dz \quad [\text{Ec. 4.3.28}]$$

introduciendo el perfil de velocidad dentro de esta ecuación, se tiene que

$$Q = \int_0^h -\frac{1}{2} \frac{g'}{\nu} \frac{\partial h}{\partial x} z(2h - z) dz = -\frac{1}{3} \frac{g'}{\nu} h^3 \frac{\partial h}{\partial x} \quad [\text{Ec. 4.3.29}]$$

Además, se puede definir la continuidad local como



$$\delta h \delta x + \delta Q \delta t = 0 \quad [\text{Ec. 4.3.30}]$$

que se puede resumir a
$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad [\text{Ec. 4.3.31}]$$

lo es la versión de la integrada de la ecuación de continuidad. Substituyendo (Ec. 4.3.29) dentro de (Ec. 4.3.31), se obtiene

$$\frac{\partial h}{\partial t} - \frac{1}{3} \frac{g'}{v} \frac{\partial}{\partial x} \left(h^3 \frac{\partial h}{\partial x} \right) = 0 \quad [\text{Ec. 4.3.32}]$$

como la ecuación diferencial parcial no lineal que se puede usar para definir $h(x,t)$. Se debe considerar para solucionar (Ec. 4.3.32) la ecuación global de continuidad que para un fluido en estas condiciones y simplemente con ver la grafica 4.2 se puede expresar como

$$\int_0^{x^N(t)} h(x,t) dx = qt^\alpha \quad [\text{Ec. 4.3.33}]$$

esto es recordando como se dijo anteriormente que el flujo aumenta a razón de qt^α .

Mientras la solución numérica (Ec. 4.3.32) para cualquier condición inicial dada puede ser obtenida por medio de múltiples integraciones, es mucho mas fácil determinar la solución de (Ec. 4.3.32), para lo cual, todas las soluciones serán suficientemente regulares, exceptuando posiblemente para $x= 0$. Esto se hace planteando una variable de semejanza

$$\beta = \frac{1}{3} \frac{g'}{v}$$

y de la ecuación (Ec. 4.3.32) se puede establecer, $\frac{h}{t} \approx \beta \frac{h^4}{x^2} \rightarrow h^3 \approx \frac{x^2}{\beta t}$, ahora

considerando que $hx \approx qt^\alpha$, es decir, $h \approx \frac{qt^\alpha}{x}$. Entonces la ecuación previa a esta se puede escribir como

$$\frac{q^3 t^{3\alpha}}{x^3} \approx \frac{x^2}{\beta t} \quad \text{o} \quad \frac{x^5}{\beta q^3 t^\alpha} \approx 1 \quad \text{o} \quad x(\beta q^3)^{\frac{1}{5}} t^{-\frac{(3\alpha+1)}{5}} \approx 1$$

de aquí se puede definir una buena variable semejante como

$$\eta = \left(\frac{1}{3} g' \frac{q^3}{\nu} \right)^{-\frac{1}{5}} x t^{-(3\alpha+1)/5} \quad [\text{Ec. 4.3.34}]$$

de lo cual η puede representar un factor de superficie y que al invertir los valores de (Ec. 4.3.34) se puede llegar a una expresión para el desplazamiento de un flujo en situación de derrame para una superficie horizontal.

$$L \equiv x_N(t) = \eta_N \left(\frac{1}{3} g' q^3 / \nu \right)^{\frac{1}{5}} t^{(3\alpha+1)/5} \quad [\text{Ec. 4.3.35}]$$

Como se puede observar esta es la ecuación (Ec. 4.3.12) obtenida en el desarrollo anterior para un flujo dominado por las fuerzas viscosas.

4.3.1.2 CASO AXISIMÉTRICO

Se comienza siguiendo la pauta marcada por el desarrollo de la ecuación para el caso bidimensional, se establece de igual forma una relación entre las fuerzas de flotabilidad y viscosas e inerciales.

Fuerza de Flotabilidad:

$$F_g = \int \frac{\partial p}{\partial r} dx dy dz \quad [\text{Ec. 4.3.36}]$$

$$F_g = \rho g' \int \frac{\partial h}{\partial r} dx dy dz \quad [\text{Ec. 4.3.37}]$$

$$F_g = \rho g' h^2 r$$

$$F_g = \left(\frac{\rho g' Q^2}{R^3} \right) t^{2\alpha} \quad [\text{Ec. 4.3.38}]$$

Fuerza Inercial:

$$F_i = \rho \int u u_r dr = \rho U^2 h R \quad [\text{Ec. 4.3.39}]$$

si se tiene que $U \approx R t^{-1}$

$$F_i = \rho Q R w t^{(\alpha-2)} \quad [\text{Ec. 4.3.40}]$$

Fuerza Viscosa:

$$F_v = \int \mu \nabla^2 u dr d\theta dz \quad [\text{Ec. 4.3.41}]$$

$$F_v = \mu U R^2 / h \quad [\text{Ec. 4.3.42}]$$

$$F_v = \mu Q^{-1} R^5 t^{(-\alpha-1)} \quad [\text{Ec. 4.3.43}]$$

RELACIONES ENTRE LAS FUERZAS ACTUANTES

Para un número de **Reynold alto**, se tiene un balance de fuerzas de flotabilidad e inerciales

De la relación $F_g = F_i$ se tiene que

$$F_i = F_g \rightarrow \rho Q R t^{(\alpha-2)} = \left(\frac{\rho g' Q^2}{R^3} \right) t^{2\alpha} \quad [\text{Ec. 4.3.44}]$$

$$\text{despejando se obtiene: } R \approx (g' Q)^{\frac{1}{4}} t^{(\alpha+2)/4} \quad [\text{Ec. 4.3.45}]$$

Si se tiene un numero de Reynolds bajo $Re \ll 1$, se tiene un balance de fuerzas de flotabilidad e viscosas

De la relación entre $F_g \approx F_v$

$$F_g \approx F_v = \left(\frac{\rho g' Q^2}{R^3} \right) t^{2\alpha} \approx \mu Q^{-1} R^5 t^{(-\alpha-1)}$$

$$\text{Se despeja y se obtiene que } R \approx (g' Q^3 / \nu)^{\frac{1}{8}} t^{(3\alpha+1)/8} \quad [\text{Ec. 4.3.46}]$$

Revisión de las condiciones para las cuales esos balances son válidos: si se hace una razón entre las fuerzas inerciales y viscosas se tiene que

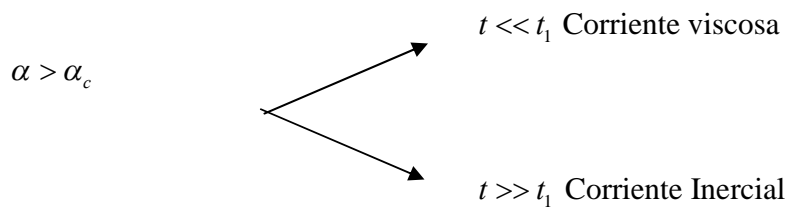
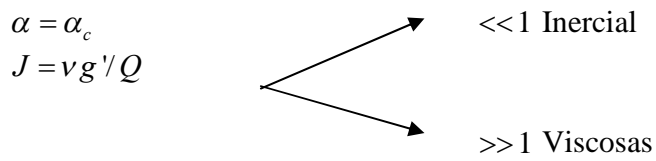
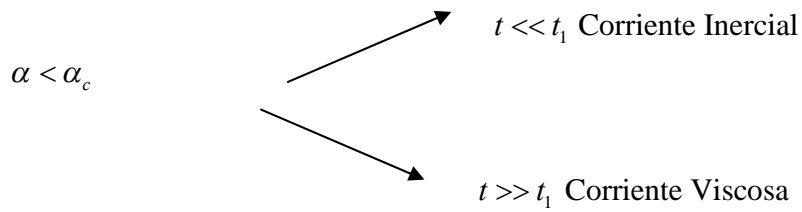
$$\frac{F_i}{F_v} \approx (Q / g' \nu)^{\frac{1}{2}} t^{\frac{(\alpha-3)}{2}} \quad [\text{Ec. 4.3.47}]$$

esto permite la definición del tiempo de transición

$$t_1 = (Q / g' \nu)^{\frac{1}{(3-\alpha)}} \quad [\text{Ec. 4.3.48}]$$

Como se puede observar esa ecuación genera una singularidad cuando $\alpha = \alpha_c = 3$

De aquí se puede plantear que



De lo que se puede concluir si se tiene que:

$\alpha < \alpha_c$ primero inercial, luego viscoso

$\alpha > \alpha_c$ primero viscoso, luego inercial

En las películas de flujo delgado, domos de lava, las simplificaciones analíticas se pueden realizar tomando en cuenta el hecho que $\partial_x \ll \partial_z$ por lo que se puede decir que $u \approx [u(z; r), 0, 0]$

Así como en el estudio bidimensional de una corriente de este tipo se analizó desde dos perspectivas, el derrame de una corriente axisimétrica puede ser analizado de manera similar considerando que el flujo es el de la gráfica 4.2 y trabajando a partir del gradiente de presiones en el seno del fluido. El derrame del líquido es gobernado por el radio del gradiente horizontal de presión estática para la fuerza viscosa de retardo

$$\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \frac{g}{\nu} \frac{\partial h}{\partial r} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} \quad [\text{Ec. 4.3.49}]$$

donde $u(r, z, t)$ es la velocidad radial, ν es la viscosidad cinemática, y $h(r, t)$ es la altura del fluido, la distribución de presiones en el fluido viene dada por $p = p_o + \rho g(h - z)$ donde p_o es la presión constante en la superficie, ρ es la densidad del fluido, h la altura del fluido, y g es la aceleración debida a la gravedad. Si las condiciones límites de no deslizamiento (velocidad cero) en la base del fluido $u(r, 0, t)$ y la aproximación de la tensión de corte en el tope del fluido es despreciable se tiene

$$\frac{\partial u}{\partial z}(r, h, t) = 0 \quad [\text{Ec. 4.3.50}]$$

es requerido, entonces la velocidad radial

$$u(r, t) = \frac{1}{2} \frac{g}{\nu} \frac{\partial h}{\partial r} z(2h - z) \quad [\text{Ec. 4.3.51}]$$

La ecuación de continuidad sobre una hoja vertical de radio r es

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \int_0^h u dz \right) = 0 \quad [\text{Ec. 4.3.52}]$$

Substituyendo (Ec. 4.3.51) en (Ec. 4.3.52), obtenemos

$$\frac{\partial h}{\partial t} - \frac{1}{3} \frac{g}{\nu} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r h^3 \frac{\partial h}{\partial r} \right) = 0 \quad [\text{Ec. 4.3.53}]$$

lo cual se debe añadir al igual que se hizo anteriormente a la ecuación global de continuidad

$$2\pi \int_0^{r_N(t)} rh(r,t)dr = Qt^\alpha \quad [\text{Ec. 4.3.54}]$$

Una solución similar de (Ec. 4.3.53) y (Ec. 4.3.54) puede ser obtenida en términos de una variable de semejanza, así que se plantea la variable de semejanza

$$\xi = \left(\frac{1}{3} g' \frac{Q^3}{\nu} \right)^{-\frac{1}{8}} r t^{-(3\alpha+1)/8} \quad [\text{Ec. 4.3.55}]$$

la cual al invertir los valores se llega a una expresión para el radio extendido en un caso axisimétrico, con respecto al tiempo

$$R \equiv r_N(t) = \xi_N \left(\frac{1}{3} g' Q^3 / \nu \right)^{\frac{1}{8}} t^{(3\alpha+1)/8} \quad [\text{Ec. 4.3.56}]$$

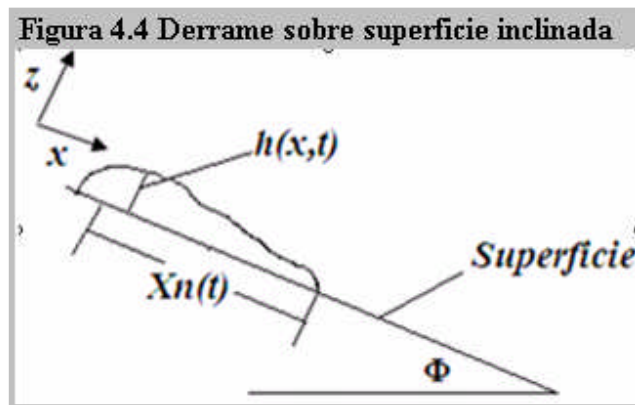
Ahora bien, el caso de estudio del presente trabajo corresponde a un fluido en el cual las fuerzas viscosas predominan por tener estos altos valores de viscosidad, además como se dijo, los ensayos a realizarse se harán con volúmenes fijos, esto simplifica enormemente las ecuaciones ya que esto hace que $\alpha = 0$, con lo cual, la expresión a calibrar en nuestro caso axisimétrico se reduce a:

$$R \equiv r_N(t) = \xi_N \left(\frac{1}{3} g' Q^3 / \nu \right)^{\frac{1}{8}} t^{1/8} \quad [\text{Ec. 4.3.57}]$$

donde ξ_N es un coeficiente de superficie.

4.4 DESARROLLO DE ECUACIÓN DE DERRAMES SOBRE SUPERFICIES INCLINADAS

Partiendo igual que estudios previos del gradiente de presiones que se observa en la figura 4.2, pero en este caso inclinado, donde se tiene que $p = p_0$ cuando $z = h(x, t)$ con lo cual



$$p = p_0 + \rho g(h - z) \cos \text{eno}(\varphi) \quad [\text{Ec. 4.4.1}]$$

Ahora también repitiendo el mismo procedimiento utilizado para obtener (Ec. 4.3.27) y (Ec. 4.3.51) se llega al perfil de velocidades a partir del gradiente de presiones (Ec. 4.4.4).

$$u = -\frac{g \text{seno}(\varphi)}{2\nu} z(2h - z) \quad [\text{Ec. 4.4.2}]$$

Y de igual manera con el mismo procedimiento que se tuvo para llegar a (Ec. 4.3.29) se llega a definir el flujo en estas condiciones como

$$Q = -\frac{gh^3}{3\nu} \text{seno}(\varphi) \frac{\partial h}{\partial x} \quad [\text{Ec. 4.4.3}]$$

Por la continuidad se tiene que,

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \rightarrow \frac{\partial h}{\partial t} - \frac{g \operatorname{seno}(\varphi)}{3\nu} \frac{\partial}{\partial x} \left(h^3 \frac{\partial h}{\partial x} \right) = 0$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} - \frac{g \operatorname{seno}(\varphi)}{\nu} h^2 \frac{\partial h}{\partial x} = 0 \quad [\text{Ec. 4.4.4}]$$

De esta manera se tiene que una ecuación no lineal que se ajusta bien a la resolución de (Ec. 4.4.8) es

$$\frac{dx}{dt} = \frac{g \operatorname{seno}(\varphi)}{\nu} h^2 \quad [\text{Ec. 4.4.5}]$$

Esta ecuación diferencial tiene como solución a

$$h(x, t) = F \left(x - \frac{g \operatorname{seno}(\varphi)}{\nu} h^2 t \right) \text{ donde } h(x, 0) = F(x) \quad [\text{Ec. 4.4.6}]$$

Considerado el flujo igual que en el caso bidimensional para flujos horizontales (Ec. 4.3.33) se tiene que $hx \approx qt^\alpha$.

Ahora integrando (Ec. 4.4.9) respecto al tiempo se llega a,

$$h \approx \left(\frac{\nu}{g \operatorname{sen}(\varphi)} \right)^{\frac{1}{2}} x^{\frac{1}{2}} t^{-\frac{1}{2}} \quad [\text{Ec. 4.4.7}]$$

Que acomodando, usando lo expresado sobre el flujo e ingresando una variable de proporcionalidad se tiene que,

$$X_N = \eta_i \left(\frac{A^2 g \operatorname{seno}(\varphi)}{\nu} \right)^{\frac{1}{3}} t^{\frac{1}{3}} \quad [\text{Ec. 4.4.8}]$$

Donde η_i es el coeficiente de superficie y A de acuerdo a observaciones experimentales y desarrollos teóricos de la sección transversal del desarrollo,

$$A = \left(\frac{9 \cdot 10^{-6} \cdot V^3 \cdot g \cdot \text{seno}(\varphi)}{4\nu} \right)^{\frac{1}{4}} t^{\frac{1}{4}} \quad [\text{Ec. 4.4.9}]$$

Finalmente sustituyendo (Ec. 4.4.9) en (Ec. 4.4.8), se llega a

$$X_N = \eta_i \left(\frac{0,09 V g \text{seno}(\varphi)}{4\nu} \right)^{\frac{1}{2}} t^{\frac{1}{2}} \quad [\text{Ec. 4.4.10}]$$

4.5 CRITERIO DE PARADA

Algún tiempo después que los derrames sobre superficies horizontales ocurren el espesor de la corriente disminuye, y en ausencia del grosor de corriente las fuerzas de tensión superficial se sobreponen y determinan el radio final que alcanza un volumen fijo de fluido liberado, de acuerdo a observaciones experimentales se ha establecido ecuaciones que relacionan el progreso del derrame de un flujo axisimétrico con respecto a la tensión superficial,

$$R = k \left(\frac{Q \sigma_n}{\mu} \right)^{\frac{1}{4}} t^{\frac{1}{4}} \quad [\text{Ec. 4.5.1}]$$

Esta ecuación se puede comparar con la desarrollada anteriormente para flujo axisimétrico,

$$R \approx \left(\frac{1}{3} g Q^3 / \nu \right)^{\frac{1}{8}} t^{1/8} \quad [\text{Ec. 4.5.2}]$$

Elevando (Ec. 4.5.2) al cuadrado se tiene $R^{\frac{1}{2}} \approx \left(\frac{1}{3} g Q^3 / \nu \right)^{\frac{1}{4}} t^{1/4}$, ahora bien dividiendo esta ecuación entre (Ec. 4.5.1) se tiene que se llega a

$$R_f \approx \left(\frac{g\rho_o}{\sigma_n} \right)^{\frac{1}{4}} V^{\frac{1}{2}} \quad [\text{Ec. 4.5.3}]$$

Que se expresa como

$$R_f = k \left(\frac{g\rho_o}{\sigma_n} \right)^{\frac{1}{4}} V^{\frac{1}{2}} \quad [\text{Ec. 4.5.4}]$$

Donde R_f es el radio final, σ_n es la tensión superficial y k es el coeficiente de parada.

CAPITULO V: DISEÑO DE ENSAYOS

5.1 ENSAYOS CON ACEITES Y MEZCLA DE ARCILLA

Los ensayos consistirán en la liberación de ciertos volúmenes de aceites altamente viscosos y fluidos granulares, sobre superficies horizontales e inclinadas a 5 y 15 grados. Estos ensayos se realizarán sobre superficie de vidrio y otras más rugosas hechas en base a arenas de playa. Los volúmenes serán liberados de cilindros de cortes horizontales que queden al ras con la superficie y al ser llenados del material a ensayar sean levantados de manera abrupta dejando así el fluido en situación de derrame.

5.1.1 Fluidos a Ensayar

Para la calibración de las ecuaciones del capítulo IV, tanto para superficies horizontales como inclinadas, sobre vidrio y sobre los dos tipos de arenas, se realizarán trabajando como flujos viscosos con Orimulsión y Fuel Oil, y como flujo granular con la combinación de Bentonita y Agua fresca en tres distintas proporciones, la elección los primeros aceites se debió a que además de la disponibilidad de los mismos estos fluidos tienen importancia en el ámbito petrolero nacional, también se trabajará con orimulsión por los trabajos precedentes de este tipo llevados a cabo por INTEVEP.

La utilización de Bentonita como material de ensayo granular obedeció al hecho que este es un tipo de arcilla que al mezclarse con agua se mantiene por varios días en esa condición de mezcla inicial sin endurecerse con el paso del tiempo, por supuesto si se mantiene hermético en las mismas condiciones iniciales de temperatura externa. Otra razón del trabajo con la bentonita como flujo granular es la gran aplicabilidad y utilización de este producto en Venezuela.

Propiedades de los fluidos a emplear

Agua fresca:

Tabla 5.1 Características del Agua Fresca	
Densidad a 18 °C (Kg/m ³)	999
Viscosidad cinemática (mm ² /seg)	1.02

Orimulsión:

Tabla 5.2 Características de la Orimulsión	
Contenido de Agua (%)	30
Diámetro medio de gota (µm)	20±2
Tension Superficial	35,4
Nickel (ppm)	80
Vanadio (ppm)	309
Sulfuro (%)	2,8
Magnesio (ppm)	< 10
Densidad a 18 °C , relativa	1.05
Viscosidad cinemática (mm ² /seg)	241,4

Fuel Oil:

Tabla 5.3 Características del Fuel Oil	
Densidad a 18 °C , relativa	1.02
Viscosidad cinemática (mm ² /seg)	79.3

Mezcla de Bentonita y agua fresca:

Tabla 5.4 Mezclas de Bentonita Utilizadas	
1) Mezcla al 14,40% P/P Bentonita	
Agua (%)	85.6
Bentonita (%)	14.4
Densidad de mezcla 18 °C , relativa	1.1
Viscosidad cinemática de mezcla 18 °C (mm ² /seg)	324
2) Mezcla al 15,78% P/P Bentonita	
Agua (%)	84.22
Bentonita (%)	15.78
Densidad de mezcla 18 °C , relativa	1.13
Viscosidad cinemática de mezcla 18 °C (mm ² /seg)	714
3) Mezcla al 16,76% P/P Bentonita	
Agua (%)	83.24
Bentonita (%)	16.76
Densidad de mezcla 18 °C, relativa	1.12
Viscosidad cinemática de mezcla 18 °C (mm ² /seg)	1304

5.1.2 Materiales Utilizados

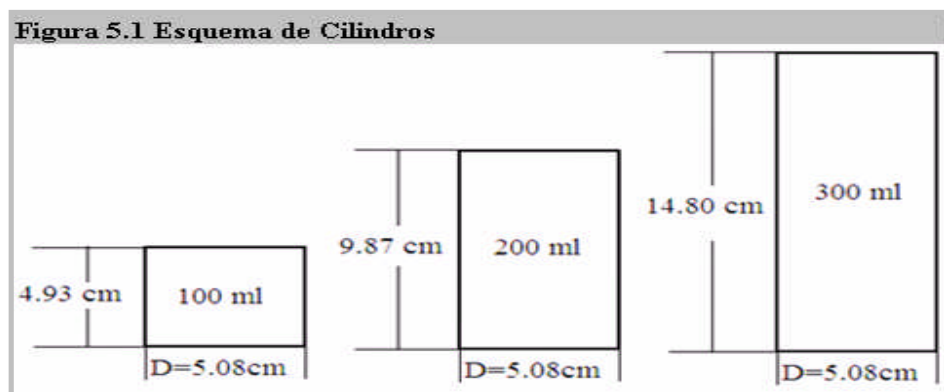
Mesa de Trabajo: la mesa de trabajo (banco de pruebas) sobre el cual se realizarán los distintos ensayos consiste en una mesa cuatro patas de 1,20 de altura hecha de metal soldada, arriba de esta se encuentra una base de madera sobre la cual va una lamina de papel plateada que cubre toda el ancho y largo de la mesa. Arriba de la hoja plateada va un vidrio sobre el cual se realizarán los distintos ensayos. El banco de trabajo tiene un ancho de 1m y de largo 1.8 m.

Cámara Digital: se utilizará una cámara de video digital de nombre VJ101 de marca Panasonic que permite realizar acercamientos con la cual se grabarán todos los ensayos que se realizarán a fin de elaborar las curvas de comportamiento reales distancia o radio vs tiempo.

Software-Hardware Capturador de video: para trabajar los distintos videos se trabajará con un hardware capturador de video de nombre D-Link el cual tiene un software del mismo nombre incorporado el cual permite transformar los videos de los distintos ensayos en formato MPEG para que puedan ser trabajados con otro software editor de video en un computador y así tomar los datos de los distintos ensayos, este hardware se conectará a la cámara digital Panasonic por medio de cables RCA y se conectará a la computadora por medio cables USB.

Software editor de video: para tomar los datos de tiempo vs. radio capturados en los distintos ensayos grabados, se utilizará el software de computadora TMPGEnc 3.0 Xpress el cual además trabajar con 99 cuadros por segundo permite trabajar archivos de videos MPEG.

Cilindros: Para los ensayos horizontales e inclinados con orimulsión, fuel oil y bentonita se trabajará con tres cilindros (gráfica 5.1) que pueden contener volúmenes de 100, 200 y 300 ml, estos tienen un radio interior de 2 pulgadas (5.08 cm) con 1 mm de espesor. Estos cilindros son plásticos y se han cortado de tal manera que queden al ras con las superficies donde se van a liberar el fluido de manera que no se escape fluido por debajo antes del tiempo de inicio del ensayo.



Hojas de papel bond 20 ploteadas: se plotearán dos hojas de papel de 1,8 mts de largo por 50 cm de ancho, las cuales permitirán ver el avance en cms una para los ensayos horizontales y otra para los inclinados.

Tabla de Madera: sobre esta tabla reposará el papel ploteado y seguidamente el vidrio.

Vidrio: Sobre el cual se harán todos los ensayos, tiene una superficie igual a la base de la mesa, cuando se hagan los ensayos sobre superficies de arena se pondrá la base de estos ensayos sobre este mismo vidrio para trabajar en la misma mesa.

Otros materiales: demás materiales de limpieza (kerosén, paños, contentores de agua, entre otros) que permitirán la limpieza de la mesa a fin de que el sucio en la superficie por remanentes de los ensayos no afecten los siguientes experimentos.

Arena: Para los ensayos con superficies rugosas se trabajará con los granos de dos arenas, una conseguida en la playa corralito de Higuerote, Edo. Miranda (Arena 1), y la otra conseguida en Catia la mar, Edo Vargas (Arena 2). Estas arenas se tamizarán a fin de conocer su composición granulométricas, luego todos los ensayos llevados a cabo sobre el vidrio de la mesa de trabajo se repetirán sobre una superficie hecha de cada una de estas dos arenas.

5.1.3 Superficies

Se buscará realizar la totalidad de los ensayos con fuel oil, orimulsión y bentonita en tres distintas superficies rugosas y como ya se tiene el vidrio simple las otras dos superficies se realizaran por medio de dos arenas referidas anteriormente.

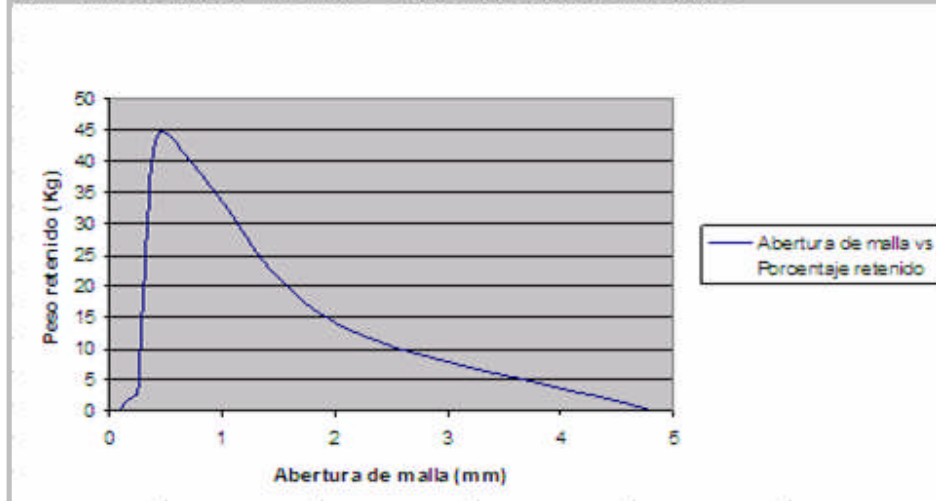
De un procedimiento granulométrico realizado en el IMME de la UCV sobre las arenas se tuvo que,

Arena 1

Tabla 5.5 Tabla del proceso de tamizado sobre la arena del Edo Miranda (arena 1)

Tamiz(inc)	Abertura (mm)	Peso retenido(gr)	%Retenido	%Pasa
2"	50,8	NO	NO	NO
1 1/2"	38,1	NO	NO	NO
¾"	19,1	NO	NO	NO
3/8"	9,5	NO	NO	NO
Nº4	4,76	0,4	0,4	99,6
Nº10	2	14	14	86
Nº20	0,84	37,2	37,2	62,8
Nº40	0,42	43,4	43,4	56,6
Nº60	0,25	3,5	3,5	96,5
Nº100	0,149	1,4	1,4	98,6
Nº200	0,074	0,1	0,1	99,9
Pasa Nº200	NO	NO	NO	NO

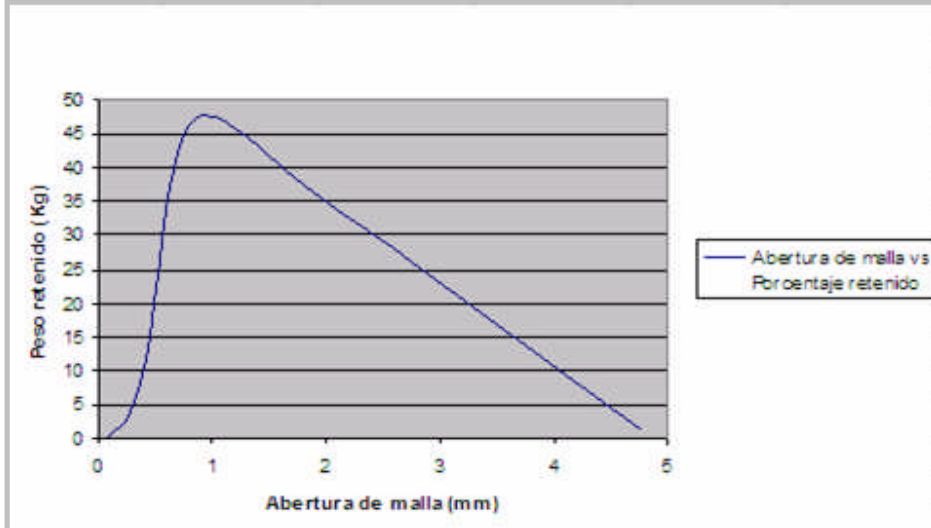
Gráfica 5.1 Abertura de malla vs Peso Retenido Arena 1



Arena 2

Tabla 5.6 Tabla del proceso de tamizado sobre la arena del Edo Vargas (arena 2)				
Tamiz(inc)	Abertura (mm)	Peso retenido(gr)	%Retenido	%Pasa
2"	50,8	NO	NO	NO
1 1/2"	38,1	NO	NO	NO
3/4"	19,1	NO	NO	NO
3/8"	9,5	NO	NO	NO
N°4	4,76	1,3	1,3	98,7
N°10	2	35,15	35,15	64,85
N°20	0,84	47,2	47,2	52,8
N°40	0,42	12,25	12,25	87,75
N°60	0,25	2,9	2,9	97,1
N°100	0,149	1,1	1,1	98,9
N°200	0,074	0,1	0,1	99,9
Pasa N°200	NO	NO	NO	NO

Gráfica 5.2 Abertura de malla vs Peso Retenido Arena 2



5.1.4 Procedimientos de Ensayos

5.1.4.1 Ensayos sobre superficies horizontales

- Se trabajará con los tres tipos de cilindros descritos.
- Se colocará el cilindro con el cual se este ensayando al ras con la superficie, en el lugar de inicio del ensayo.
- Se verterá el fluido por la abertura superior de los cilindros hasta llenarse estos hasta el tope llegar a los volúmenes deseados.
- Se levantará de manera rápida y vertical el cilindro dejándose así que el flujo se derrame por acción de la gravedad sobre la mesa graduada.
- A una altura de 1 metro arriba del vidrio y de manera céntrica al punto de inicio se encontrará la cámara de video con la cual se grabará el ensayo a fin de estudiar luego el desenvolvimiento del fluido luego de su liberación.
- El fluido derramado luego se recogerá por medio de una canal en la mesa para ser utilizado en ensayos posteriores.
- Se realizarán al menos 10 repeticiones de cada uno de los ensayos.

5.1.4.2 Ensayos sobre superficies inclinadas

Estos se desarrollarán de la misma manera que los ensayos en superficies horizontales pero en este caso con inclinaciones de 5 y 15 grados, con los mismos volúmenes (100, 200 y 300) ml, los cilindros también se dispondrán de manera perpendicular a la superficie de la mesa.

Se grabará de igual manera los ensayos buscando de la misma forma, pero esta vez se realizarán grabaciones de manera lateral para obtener la longitud que recorre el fluido respecto al tiempo, y al igual que anteriormente se realizaran al menos 10 repeticiones de cada ensayo.

5.1.4.3 Ensayos sobre superficies rugosas

Los ensayos que se trabajarán tanto en superficies horizontales como inclinadas se repetirán pero esta vez con superficie arenosa; sobre el vidrio se colocará un papel contac en el cual se regará encima una de las arenas y se homogenizará la superficie para que quede “plana”, el papel contac tendrá un corte rectangular a fin de colocar regletas en dos de sus lados para que la cámara de video pueda grabar el desenvolvimiento de los ensayos y la medida de la regleta y así poder finalmente realizar las graficas de radio vs. tiempo. Luego se repetirá lo mismo para la otra arena.

5.1.5 Comparación de Ensayos con Resultados Teóricos

Ensayos sobre superficies horizontales: los resultados que se obtengan de radio vs. tiempo serán comparados con los datos de tiempo que arrojaría la ecuación para derrames horizontales (Ec. 4.3.57) desarrollada en el capítulo IV, si le introdujéramos los tiempos tomados. En esta ecuación tenemos el coeficiente de superficie ξ_N el cual es incógnita, para determinarlo nos basaremos en encontrar cual valor <1 de este coeficiente acerca mas los resultados teóricos y experientales.

Es de notar que se encontraran tres valores de ξ_N , uno para cada superficie.

Ensayos Sobre superficies Inclinadas: los resultados que se obtengan de radio vs. tiempo serán comparados con los datos de tiempo que arrojaría la ecuación para derrames inclinados (Ec. 4.4.13) desarrollada en el capitulo IV, si le introdujéramos los tiempos tomados.

También se utilizará un método de comparación entre los resultados teóricos y empíricos para encontrar los valores del coeficiente de superficie η para los tres tipos de superficies.

5.2 ENSAYOS DE CRITERIO DE PARADA

A fin de calibrar la ecuación (Ec. 4.5.4) se tomarán los radios finales de los 30 ensayos realizados previamente con orimulsión para superficies horizontales, y como ya se conoce la tensión superficial por la descripción dada anteriormente de la orimulsión con la que se va a trabajar, solo se despejará de la ecuación el coeficiente de criterio de parada k .

5.3 ENSAYOS CON CONCRETO

Los ensayos consistirán en la preparación de varias mezclas de concreto, las cuales serán ensayadas con el Cono de Abrams para determinar los valores de asentamiento (T) de cada una de ellas, luego se realizará con ellas ensayos similares a los realizados para los aceites y la mezcla de bentonita, para de la ecuación de derrames horizontales (Ec. 4.3.57) a fin de determinar la viscosidad de las mezclas.

5.3.1 Mezclas a Ensayar

Se trabajará con cinco mezclas de concreto, basada en una de las recetas propuestas para preparación de mezclas, la de arena gruesa y piedra triturada que se usa comúnmente en obras. Aunque las proporciones de cemento, arena, piedra y agua sean pequeñas (facilidad de trabajo en laboratorio), se trabajó con las relaciones entre estos elementos de manera estricta. Para la preparación de las cinco mezclas se preparó la mezcla 1 de forma que quedó más viscosa, es decir tratando de que su asentamiento sea menor, buscando una baja relación de agua cemento, luego para formar las mezclas restantes se les fue agregando agua hasta llegar a los

asentamientos de 5 y 12,5 cm que son los que corresponden a los valores claves en la normas COVENIN.

Tabla 5.7 Mezclas de cemento empleadas					
	Cemento	Arena	Piedra	Agua	λ
	Kg	Kg	Kg	Lts	
Mezcla 1	2	5,55	5,58	0,97	0,49
Mezcla 2	2	5,55	5,58	1,09	0,55
Mezcla 3	2	5,55	5,58	1,19	0,59
Mezcla 4	2	5,55	5,58	1,21	0,61
Mezcla 5	2	5,55	5,58	0,27	0,64

El cemento empleado fue un cemento Pórtland tipo I, marca CPCA Holcim.

5.3.2 Materiales Utilizados

Cemento: Se trabajará con cemento Pórtland Tipo I, de composición química

Piedra: Se trabajará con piedra picada adquirida en ferretería, para la cual el tamaño máximo de piedra no excede el centímetro.

Arena: se usará arena lavada, adquirida en ferretería

Cono de Abrams: estándar, apegado a norma COVENIN

Barra compactadota: estándar apegado a norma COVENIN

Mesa de trabajo, Cilindro de 300 ml: los mismo empleados en ensayos anteriores.

5.3.3 Procedimiento de Ensayos

-Se preparará la mezcla 1, y a partir de esta se comenzará a agregar agua a fin de tener al menos cinco mezclas en las que solo va a variar la cantidad de agua en cada una de ellas, a medida que se le va agregando agua y formando nuevas mezclas por

supuesto que su viscosidad tenderá a disminuir así como aumentará la relación agua cemento α .

-Se tomará cada una de las mezclas y se le realizará el ensayo del cono de Abrams obteniendo así el asentamiento de cada una de ellas.

-Se realizará el mismo procedimiento empleado anteriormente en los ensayos sobre superficies horizontales, empleando esta vez solo el cilindro de 300 ml.

-Luego de realizado el ensayo de cada mezcla de concreto se conocerá el radio en función del tiempo para un ensayo con este cilindro sobre el vidrio de la mesa de trabajo original.

-Conociendo además del radio en función del tiempo, el volumen liberado (300 ml), la rugosidad de la superficie de vidrio que se habrá determinado con los ensayos precedentes, se podrá conseguir la viscosidad de cada mezcla en cuestión y así relacionar esta propiedad con el asentamiento en el cono de Abrams para cada una de ellas.

5.4 LUGAR DE TRABAJO

El lugar donde se instalará la mesa graduada y en el cual se realizarán los ensayos con los aceites, bentonita y concreto es el cubículo Nro. 18 ubicado en el estacionamiento Alfredo Sadel de las Mercedes en Caracas, espacio el cual es facilitado por el tutor.

Los ensayos con el Cono de Abrams se realizarán al aire libre, y todos los ensayos serán a temperatura ambiente (18 a 23 ° C).

CAPITULO VI: RESULTADOS

Los factores de superficies de (Ec. 6.3.57) y (Ec. 6.4.13) que definen el comportamiento de un fluido en derrame para superficies horizontales e inclinadas respectivamente, los cuales ajustaron los resultados teóricos a los prácticos resultaron ser

Superficie horizontal	ξ_n.
Vidrio	0,61
Arena 1	0,43
Arena 2	0,28

Superficie inclinada	η.
Vidrio	0,64
Arena 1	0,5
Arena 2	0,31

6.1 RESULTADOS DE DERRAMES SOBRE SUPERFICIES HORIZONTALES

En la siguientes tablas se presentará los resultados de los distintos ensayos sobre superficies horizontales; la columna 1, diámetro obtenido experimentalmente, mientras que la última columna los teóricos, ambos para la media de tiempo (columna Media) que se obtiene de ir promediando los tiempos para los 10 ensayos realizados en cada caso.

RESULTADOS SOBRE VIDRIO

Tabla 6.1.1 Bentonita 14,40% P/P 100 ml													
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
5,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,08
6	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	7,94
8	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	8,63
9	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	9,03
10	0,15	0,15	0,14	0,15	0,16	0,16	0,13	0,13	0,14	0,13	0,14	0,14	10,50
12	0,35	0,33	0,37	0,32	0,40	0,40	0,39	0,34	0,30	0,39	0,36	0,36	12,20
14	2,16	2,00	2,18	1,95	2,17	2,17	2,01	2,12	2,00	2,12	2,07	2,07	13,20

Tabla 6.1.2 Bentonita 14,40% P/P 200 ml													
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
5,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,08
6,00	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	5,60
8,00	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	7,80
9,00	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	9,50
11,00	0,10	0,10	0,12	0,11	0,11	0,12	0,10	0,12	0,10	0,10	0,11	0,11	12,04
12,00	0,15	0,15	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,13	0,15	0,15	0,15	0,15	12,42
13,00	0,21	0,21	0,20	0,21	0,19	0,20	0,21	0,20	0,20	0,21	0,20	0,20	12,92
14,00	0,30	0,29	0,31	0,30	0,29	0,30	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	13,60
15,00	0,69	0,68	0,70	0,66	0,68	0,66	0,68	0,70	0,70	0,69	0,68	0,68	15,08
18,00	2,96	2,97	3,19	2,92	3,17	2,96	3,01	3,16	2,98	3,19	3,07	3,07	18,19

Tabla 6.1.3 Bentonita 14,40% P/P 300 ml													
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
5,08	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	5,08
9	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	10,86
10	0,04	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	11,90
11	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,05	0,05	0,06	0,05	0,07	0,06	0,06	12,91
12	0,10	0,08	0,10	0,10	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	13,65
13	0,12	0,13	0,12	0,13	0,13	0,12	0,13	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	14,15
14	0,15	0,16	0,15	0,16	0,14	0,14	0,16	0,15	0,16	0,16	0,15	0,15	14,55
15	0,19	0,19	0,19	0,18	0,19	0,18	0,19	0,19	0,20	0,19	0,19	0,19	15,01
16	0,20	0,22	0,21	0,20	0,20	0,22	0,20	0,22	0,21	0,20	0,21	0,21	15,18
18	1,07	1,11	1,02	1,04	0,96	1,18	0,91	1,06	0,96	1,06	1,04	1,04	18,60
20	1,59	1,53	1,48	1,57	1,43	1,55	1,52	1,54	1,59	1,52	1,53	1,53	19,35
23	4,29	4,18	4,11	4,05	4,06	4,23	4,23	4,29	4,01	4,10	4,16	4,16	22,02

Tabla 6.1.4 Bentonita 15,78% P/P 100 ml												
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
6	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	7,15
7	0,05	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	7,58
8	0,12	0,11	0,12	0,11	0,10	0,12	0,12	0,10	0,12	0,12	0,11	8,39
9	0,20	0,20	0,20	0,19	0,21	0,19	0,20	0,19	0,20	0,21	0,20	9,05
11	1,13	1,05	1,11	1,17	1,07	1,16	0,92	1,06	0,95	1,01	1,06	11,17
12	1,58	1,48	1,46	1,47	1,57	1,50	1,49	1,40	1,41	1,51	1,49	11,62
13	2,16	2,08	2,05	1,94	2,14	2,11	2,12	2,03	2,06	2,03	2,07	12,09

Tabla 6.1.5 Bentonita 15,78% P/P 200 ml												
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
8	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	8,43
9	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	9,22
10	0,07	0,07	0,05	0,05	0,06	0,05	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	10,01
11	0,11	0,11	0,13	0,11	0,13	0,12	0,12	0,13	0,12	0,13	0,12	10,98
12	0,16	0,15	0,14	0,15	0,15	0,14	0,15	0,15	0,15	0,14	0,15	11,34
13	0,53	0,55	0,49	0,55	0,47	0,53	0,50	0,50	0,49	0,54	0,51	13,19
14	1,19	1,01	1,06	1,12	1,09	1,04	1,15	1,11	1,16	0,97	1,09	14,45
16	2,10	2,16	1,93	2,15	2,03	1,96	2,16	1,91	2,16	2,04	2,06	15,69
17	2,97	3,00	3,19	3,04	3,11	3,02	2,96	2,96	2,90	3,19	3,03	16,50

Tabla 6.1.6 Bentonita 15,78% P/P 300 ml												
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
8	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	9,93
10	0,04	0,02	0,04	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	10,91
11	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,05	0,07	0,06	0,06	0,06	11,81
12	0,09	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,10	0,09	12,37
13	0,11	0,12	0,11	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	12,85
14	0,21	0,22	0,22	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,22	0,21	13,75
15	0,32	0,29	0,31	0,32	0,31	0,31	0,30	0,32	0,29	0,29	0,31	14,35
16	0,46	0,54	0,54	0,51	0,49	0,51	0,50	0,51	0,53	0,50	0,51	15,32
17	0,98	0,97	0,91	0,91	1,11	1,19	1,13	0,95	1,09	0,97	1,02	16,84
18	2,01	2,09	2,16	2,16	2,09	1,95	2,07	2,18	2,17	2,02	2,09	18,26
19	2,94	2,96	3,17	3,12	2,97	2,98	3,20	2,95	3,01	3,01	3,03	19,23
20	4,20	4,08	4,09	4,27	4,06	4,13	4,19	4,29	4,19	4,10	4,16	19,97

Tabla 6.1.7 Bentonita 16,76% P/P 100 ml												
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
6	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	5,99
7	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	6,62
8	0,10	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	7,57
9	0,53	0,47	0,53	0,51	0,48	0,52	0,47	0,49	0,49	0,49	0,50	9,44
10	1,13	1,13	1,12	1,11	1,12	1,12	1,12	1,13	1,14	1,13	1,12	10,41

Tabla 6.1.8 Bentonita 16,76% P/P 200 ml												
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
9	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	8,59
10	0,19	0,20	0,21	0,19	0,22	0,19	0,20	0,20	0,19	0,20	0,20	10,87
11	0,29	0,30	0,29	0,29	0,30	0,31	0,29	0,30	0,31	0,31	0,30	11,44
13	1,12	1,12	1,13	1,11	1,13	1,12	1,12	1,13	1,11	1,12	1,12	13,51
16	3,49	3,39	3,32	3,49	3,45	3,30	3,40	3,49	3,31	3,31	3,39	15,51

Tabla 6.1.9 Bentonita 16,76% P/P 300 ml												
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
9	0,04	0,04	0,02	0,04	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	9,99
10	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,07	0,07	0,06	0,06	10,91
11	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09	11,42
12	0,12	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	0,11	0,11	0,12	11,83
13	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	13,09
14	0,30	0,29	0,30	0,32	0,29	0,29	0,32	0,30	0,28	0,31	0,30	13,32
18	1,92	2,02	2,11	1,92	2,10	1,95	1,91	2,09	2,14	2,06	2,02	16,95

Tabla 6.1.10 Fuel Oil 100 ml												
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
8	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	8,65
9	0,04	0,04	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	9,47
10	0,05	0,07	0,06	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,05	0,06	10,30
11	0,10	0,08	0,08	0,10	0,09	0,10	0,08	0,10	0,09	0,08	0,09	10,74
12	0,12	0,13	0,11	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	11,20
13	0,28	0,29	0,28	0,31	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,31	0,29	12,52
14	0,52	0,50	0,55	0,52	0,52	0,54	0,53	0,55	0,53	0,47	0,52	13,35
15	0,95	1,07	0,96	1,19	1,12	1,00	1,16	1,02	1,00	0,91	1,04	14,67
16	1,84	1,76	1,87	1,88	1,86	1,76	1,88	1,78	1,78	1,77	1,82	15,72

Tabla 6.1.11 Fuel Oil 200 ml												
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
10	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	11,23
11	0,02	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	12,27
12	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	13,37
13	0,10	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,10	0,09	14,02
14	0,12	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,12	0,13	0,12	14,50
15	0,15	0,16	0,15	0,16	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	14,86
16	0,21	0,22	0,20	0,22	0,22	0,22	0,20	0,22	0,21	0,21	0,21	15,53
17	0,30	0,29	0,32	0,29	0,30	0,29	0,31	0,30	0,29	0,29	0,30	16,30
18	0,47	0,55	0,51	0,52	0,49	0,49	0,54	0,53	0,51	0,50	0,51	17,28
19	1,05	1,17	1,05	1,11	1,12	1,02	1,02	1,17	1,00	1,00	1,07	18,93
20	1,41	1,48	1,52	1,42	1,60	1,57	1,51	1,52	1,48	1,47	1,50	19,90
21	2,10	1,95	2,15	2,18	2,16	1,98	2,03	1,99	2,08	1,92	2,05	20,70
23	2,32	2,46	2,36	2,41	2,38	2,32	2,41	2,47	2,37	2,32	2,38	21,05

Tabla 6.1.12 Fuel Oil 300 ml												
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
12	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02	0,02	0,04	0,03	14,34
14	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	15,36
15	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	15,72
16	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,10	0,10	0,09	0,10	0,10	0,09	16,23
17	0,12	0,13	0,12	0,12	0,11	0,13	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	16,92
18	0,17	0,18	0,18	0,19	0,18	0,18	0,18	0,19	0,18	0,18	0,18	17,73
19	0,30	0,31	0,29	0,28	0,32	0,31	0,30	0,31	0,31	0,28	0,30	18,96
20	0,49	0,47	0,53	0,49	0,53	0,48	0,46	0,50	0,51	0,54	0,50	20,20
22	0,95	1,04	0,98	0,90	0,94	1,10	1,06	0,92	1,00	0,99	0,99	22,15
23	1,27	1,29	1,26	1,30	1,30	1,31	1,31	1,29	1,30	1,32	1,30	22,73
24	1,41	1,45	1,58	1,45	1,58	1,57	1,57	1,48	1,49	1,43	1,50	23,16
25	1,98	1,95	2,10	2,15	2,03	1,97	1,85	2,06	2,14	1,92	2,02	23,98
26	2,55	2,45	2,65	2,44	2,57	2,59	2,41	2,55	2,45	2,45	2,51	24,69

Tabla 6.1.13 Orimulsión Oil 100 ml												
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
8	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	8,23
9	0,07	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	8,87
10	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,10	0,09	0,10	0,09	9,36
11	0,21	0,22	0,22	0,20	0,22	0,21	0,20	0,20	0,22	0,22	0,21	10,42
12	0,52	0,48	0,46	0,47	0,52	0,54	0,51	0,51	0,54	0,50	0,51	11,64
13	0,73	0,81	0,75	0,78	0,71	0,72	0,74	0,84	0,82	0,75	0,77	12,32
14	2,35	2,33	2,37	2,45	2,46	2,46	2,48	2,33	2,47	2,41	2,41	14,13
15	3,01	3,19	3,12	3,16	3,14	2,91	3,17	3,12	3,15	3,03	3,10	14,59
16	3,58	3,46	3,43	3,46	3,65	3,51	3,57	3,70	3,66	3,42	3,54	14,83
17	4,26	4,27	3,91	4,25	4,22	4,11	4,04	4,09	4,09	4,10	4,14	15,09

Tabla 6.1.14 Orimulsión Oil 200 ml												
Diámetro Experimental											Diámetro Teórico	
(cm)	Tiempo										Media	(seg)
	(seg)										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
11	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,04	0,04	0,03	10,56
12	0,10	0,10	0,09	0,08	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	12,13
13	0,16	0,15	0,14	0,14	0,15	0,15	0,14	0,16	0,15	0,15	0,15	12,96
14	0,24	0,24	0,24	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,24	13,75
15	0,54	0,49	0,49	0,53	0,48	0,47	0,48	0,55	0,47	0,50	0,50	15,11
16	1,48	1,55	1,52	1,47	1,57	1,49	1,58	1,41	1,57	1,57	1,52	17,23
17	2,02	1,94	1,96	1,90	1,96	1,95	1,93	2,14	1,90	1,99	1,97	17,98
18	2,93	3,20	3,11	2,99	2,99	2,93	3,13	3,10	2,94	3,12	3,04	18,87
19	3,94	4,25	3,84	4,08	4,09	4,06	4,04	3,91	3,92	4,24	4,04	19,59
20	4,67	4,56	4,84	5,47	5,28	5,46	4,66	5,31	5,35	4,53	5,02	20,10
21	6,94	6,11	6,71	6,56	6,13	6,26	6,25	6,73	6,95	6,36	6,50	20,75

Tabla 6.15 Orimulsión Oil 300 ml												
Diámetro Experimental											Diámetro Teórico	
(cm)	Tiempo										Media	(seg)
	(seg)										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
10	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03	12,36
12	0,06	0,06	0,05	0,05	0,07	0,05	0,06	0,07	0,05	0,06	0,06	13,38
13	0,09	0,10	0,09	0,10	0,09	0,08	0,10	0,09	0,08	0,08	0,09	14,14
14	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,12	0,13	0,11	0,11	0,13	0,12	14,68
15	0,15	0,16	0,14	0,15	0,14	0,16	0,15	0,15	0,14	0,15	0,15	15,09
16	0,20	0,21	0,22	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,21	0,20	0,21	15,76
17	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,32	0,29	0,30	0,30	0,32	0,30	16,48
18	0,54	0,54	0,54	0,48	0,48	0,48	0,47	0,47	0,48	0,47	0,50	17,54
20	1,91	2,07	2,13	2,18	2,12	2,04	2,05	2,12	1,98	2,04	2,06	20,96
21	3,19	2,90	2,92	3,10	3,02	3,07	2,90	3,18	3,04	3,17	3,05	22,01
22	3,87	4,05	4,04	4,00	3,98	4,20	3,89	4,21	4,16	4,13	4,05	22,78
23	6,99	7,05	7,04	7,00	7,02	7,04	7,06	6,99	6,96	6,95	7,01	24,41
24	9,01	9,10	9,02	9,14	8,97	9,04	8,98	8,98	9,15	9,02	9,04	25,21
26	11,38	11,36	11,40	11,38	11,25	11,27	11,12	11,36	11,37	11,15	11,30	25,90

RESULTADOS HORIZONTALES SUPERFICIE ARENA 1

Tabla 6.1.16 Bentonita 14,40% P/P 100 ml												
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
6	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	5,45
6,5	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	6,33
7	0,14	0,14	0,15	0,14	0,15	0,14	0,15	0,14	0,16	0,16	0,15	6,77
8	0,53	0,54	0,50	0,53	0,51	0,51	0,48	0,48	0,55	0,51	0,52	7,92
8,5	1,02	0,94	1,00	0,97	1,07	1,14	0,93	1,14	1,19	1,19	1,06	8,67
9	1,94	2,18	2,04	2,08	2,05	2,03	2,00	2,15	2,07	1,95	2,05	9,42

Tabla 6.1.17 Bentonita 14,40% P/P 200 ml												
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
7	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	7,21
8	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06	0,07	0,05	0,07	0,05	0,06	0,06	7,86
9	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	8,97
10	0,68	0,70	0,70	0,67	0,68	0,66	0,66	0,69	0,69	0,67	0,68	10,64
13	1,96	1,98	2,09	1,90	2,15	2,08	1,91	2,20	2,10	2,04	2,04	12,21
14	3,03	2,99	3,09	2,92	3,02	3,02	3,02	3,16	3,06	3,06	3,04	12,83

Tabla 6.1.18 Bentonita 14,40% P/P 300 ml												
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
7	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	7,73
8	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	8,53
9	0,05	0,06	0,05	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,05	0,05	0,06	9,11
10	0,12	0,12	0,13	0,12	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13	0,13	0,12	10,01
11	0,21	0,21	0,20	0,20	0,21	0,21	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	10,68
12	0,48	0,49	0,55	0,53	0,53	0,47	0,47	0,54	0,47	0,50	0,50	11,93
14	1,07	0,92	1,01	1,13	0,97	1,06	1,07	0,95	1,08	1,04	1,03	13,04
15	1,51	1,58	1,41	1,54	1,47	1,40	1,48	1,44	1,58	1,53	1,49	13,67
16	4,17	4,13	4,29	4,08	4,05	3,83	4,14	4,11	3,85	3,88	4,05	15,48

Tabla 6.1.19		Bentonita 15,78% P/P 100 ml											
Diámetro Experimental	(cm)	Tiempo										Media	Diámetro Teórico
		(seg)											
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
6		0,15	0,14	0,16	0,15	0,15	0,16	0,15	0,16	0,16	0,16	0,15	6,17
7		0,51	0,52	0,48	0,51	0,51	0,52	0,50	0,49	0,54	0,54	0,51	7,17
8		1,07	1,16	0,97	1,00	0,97	0,98	1,16	1,06	0,94	1,07	1,04	7,84
9		2,05	2,16	1,95	1,96	2,11	2,07	2,11	2,01	2,18	2,01	2,06	8,54

Tabla 6.1.20		Bentonita 15,78% P/P 200 ml											
Diámetro Experimental	(cm)	Tiempo										Media	Diámetro Teórico
		(seg)											
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
6		0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	6,03
7		0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,07	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	7,09
8		0,22	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,20	0,22	0,21	8,33
9		0,46	0,54	0,51	0,54	0,52	0,50	0,47	0,47	0,47	0,50	0,50	9,27
10		1,17	1,08	1,18	1,13	0,96	1,03	1,05	0,97	0,98	0,99	1,05	10,18
11		1,49	1,58	1,59	1,56	1,51	1,50	1,59	1,54	1,41	1,47	1,52	10,66
12		3,00	2,94	2,95	2,93	3,03	3,10	3,17	3,05	3,04	2,97	3,02	11,61

Tabla 6.1.21		Bentonita 15,78% P/P 300 ml											
Diámetro Experimental	(cm)	Tiempo										Media	Diámetro Teórico
		(seg)											
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
7		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	6,93
8		0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	7,72
9		0,09	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	8,65
10		0,30	0,29	0,29	0,29	0,31	0,32	0,29	0,28	0,29	0,28	0,29	10,10
11		0,84	0,81	0,77	0,84	0,72	0,80	0,81	0,72	0,84	0,78	0,79	11,44
12		1,11	0,95	1,00	1,05	0,98	1,07	0,98	1,04	1,19	0,98	1,04	11,83
13		1,53	1,49	1,43	1,58	1,43	1,50	1,54	1,58	1,49	1,55	1,51	12,40
14		2,08	1,91	2,14	1,96	2,05	2,16	2,03	2,10	2,20	1,96	2,06	12,89
15		3,42	3,61	3,48	3,48	3,52	3,46	3,57	3,55	3,49	3,65	3,52	13,78
16		4,27	3,94	4,10	4,07	4,15	4,13	3,80	4,12	4,00	3,95	4,05	14,03

Tabla 6.1.22 Bentonita 16,76% P/P 100 ml												
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo										Media	Diámetro Teórico
	(seg)										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
6	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	5,95
7	0,30	0,31	0,29	0,28	0,29	0,30	0,31	0,31	0,29	0,29	0,30	6,22
8	0,49	0,55	0,50	0,47	0,52	0,47	0,48	0,46	0,48	0,49	0,49	6,62
9	0,95	0,95	0,92	1,18	1,08	1,04	0,92	1,14	1,10	1,10	1,04	7,27

Tabla 6.1.23 Bentonita 16,76% P/P 200 ml												
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo										Media	Diámetro Teórico
	(seg)										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
6	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	6,07
7	0,22	0,20	0,22	0,21	0,22	0,21	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	7,73
8	0,28	0,31	0,30	0,30	0,29	0,30	0,29	0,30	0,29	0,30	0,30	8,06
10	1,14	1,14	1,13	1,18	1,04	1,15	1,06	1,19	1,09	0,91	1,10	9,50
11	3,49	3,52	3,68	3,52	3,44	3,49	3,63	3,51	3,64	3,49	3,54	10,99

Tabla 6.1.24 Bentonita 16,76% P/P 300 ml												
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo										Media	Diámetro Teórico
	(seg)										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
7	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03	7,01
7,5	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	7,70
8	0,08	0,10	0,08	0,10	0,08	0,09	0,08	0,10	0,09	0,09	0,09	8,08
8,5	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12	0,13	0,12	0,11	0,12	8,39
9	0,25	0,26	0,25	0,26	0,27	0,26	0,27	0,27	0,26	0,27	0,26	9,24
10	0,28	0,32	0,28	0,31	0,31	0,29	0,29	0,30	0,31	0,28	0,30	9,39
12	2,43	2,42	2,35	2,42	2,39	2,36	2,43	2,42	2,37	2,37	2,40	12,18

Tabla 6.1.25 Fuel Oil 100 ml											
------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
6	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	6,05
7	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,02	0,03	6,59
8	0,09	0,10	0,10	0,12	0,11	0,12	0,11	0,10	0,08	0,12	0,10	7,73
9	0,30	0,31	0,31	0,29	0,32	0,28	0,29	0,31	0,32	0,28	0,30	8,83
10	0,69	0,66	0,68	0,66	0,68	0,66	0,68	0,68	0,67	0,69	0,68	9,77
10,5	1,02	1,06	0,96	1,10	1,08	1,04	0,95	0,99	1,09	1,05	1,03	10,31
11	1,34	1,35	1,29	1,29	1,31	1,27	1,27	1,28	1,26	1,34	1,30	10,61
11,5	1,94	2,14	1,99	2,14	2,13	1,93	2,05	2,03	1,96	2,19	2,05	11,23

Tabla 6.1.26 Fuel Oil 200 ml

Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
8	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	7,84
9	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	8,54
10	0,08	0,09	0,09	0,08	0,10	0,09	0,09	0,08	0,10	0,09	0,09	9,82
11	0,19	0,22	0,20	0,19	0,22	0,20	0,18	0,22	0,19	0,20	0,20	10,89
12	0,30	0,31	0,29	0,29	0,29	0,30	0,28	0,29	0,29	0,30	0,29	11,42
13	0,99	0,91	0,90	0,90	0,96	1,08	0,93	1,11	1,13	1,11	1,00	13,31
14	1,52	1,56	1,42	1,59	1,58	1,52	1,60	1,59	1,56	1,41	1,54	14,04
15	2,14	2,15	2,09	2,13	1,96	1,96	1,98	2,06	1,90	1,95	2,03	14,55
16	2,41	2,36	2,40	2,30	2,38	2,38	2,49	2,30	2,49	2,47	2,40	14,85

Tabla 6.1.27 Fuel Oil 300 ml

Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
8	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	9,20
9	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03	9,98
10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09	11,46
11	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,12	0,11	0,11	0,13	0,11	0,12	11,87
12	0,20	0,22	0,20	0,22	0,19	0,19	0,20	0,19	0,19	0,19	0,20	12,66
13	0,31	0,29	0,31	0,30	0,29	0,28	0,28	0,29	0,30	0,28	0,29	13,29
14	0,53	0,48	0,48	0,54	0,54	0,47	0,53	0,53	0,47	0,49	0,51	14,24
15	0,68	0,67	0,68	0,67	0,68	0,69	0,66	0,68	0,67	0,67	0,68	14,76
16	1,58	1,45	1,48	1,56	1,49	1,40	1,59	1,50	1,42	1,49	1,50	16,30
17	2,80	2,65	2,79	2,61	2,65	2,45	2,80	2,85	2,65	2,45	2,67	17,54

Tabla 6.1.28 Orimulsión Oil 100 ml												
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
6	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	5,81
7	0,19	0,19	0,21	0,21	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	7,32
8	0,50	0,49	0,51	0,53	0,47	0,53	0,55	0,47	0,50	0,52	0,51	8,20
9	1,16	0,95	0,99	0,94	1,13	0,94	0,99	1,16	0,93	1,03	1,02	8,96
10	2,37	2,47	2,41	2,38	2,36	2,45	2,38	2,46	2,40	2,41	2,41	9,97
10,5	3,19	2,92	3,08	3,04	3,05	3,07	3,04	3,02	3,09	3,09	3,06	10,27
11	4,30	4,03	4,21	3,81	4,07	4,08	3,80	4,23	4,14	4,13	4,08	10,65

Tabla 6.1.29 Orimulsión Oil 200 ml												
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
7	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	7,42
8	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	8,19
9	0,13	0,12	0,13	0,12	0,11	0,13	0,12	0,12	0,13	0,13	0,12	8,91
10	0,54	0,54	0,46	0,49	0,52	0,53	0,48	0,55	0,47	0,47	0,50	10,63
11	0,78	0,72	0,71	0,71	0,78	0,76	0,85	0,85	0,71	0,81	0,77	11,21
12	1,51	1,54	1,40	1,45	1,56	1,52	1,58	1,54	1,48	1,43	1,50	12,19
13	2,39	2,33	2,30	2,43	2,45	2,50	2,40	2,32	2,43	2,50	2,40	12,93
14	4,18	4,05	4,16	3,99	3,88	4,16	3,94	3,98	4,21	4,25	4,08	13,81
15	6,98	6,20	6,71	6,77	6,80	6,13	6,04	6,88	7,00	6,59	6,61	14,67

Tabla 6.1.30 Orimulsión Oil 300 ml												
Diámetro Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Diámetro Teórico (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
7	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	8,00
8	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,02	0,04	0,04	0,03	0,03	8,64
9	0,09	0,10	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	9,99
10	0,12	0,13	0,12	0,11	0,12	0,12	0,13	0,12	0,13	0,11	0,12	10,36
11	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17	0,18	0,18	10,86
12	0,51	0,48	0,46	0,48	0,47	0,51	0,55	0,49	0,47	0,48	0,49	12,34
13	0,73	0,80	0,81	0,75	0,82	0,81	0,75	0,72	0,73	0,79	0,77	13,05
14	1,98	1,93	2,11	2,16	2,05	2,19	2,13	2,11	1,95	2,19	2,08	14,78
15	3,14	2,99	2,92	2,98	2,99	3,12	3,11	3,17	3,18	3,00	3,06	15,51
16	3,84	3,96	4,16	4,02	3,92	4,06	4,02	4,04	4,08	4,07	4,02	16,04
17	6,07	6,30	6,24	6,16	6,83	6,50	6,09	6,38	6,15	6,86	6,36	16,99
17,5	8,98	9,16	9,02	8,99	9,17	9,15	9,07	9,04	8,98	9,10	9,07	17,76

RESULTADOS HORIZONTALES SUPERFICIE DE ARENA 2

Tabla 6.31 Bentonita 14,40% P/P 100 ml												
Diámetro Experimental											Media	Diámetro Teórico
(cm)											(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
6	1,82	1,73	1,76	1,79	1,71	1,86	1,87	1,75	1,78	1,84	1,79	6,03
6,5	2,22	2,21	2,21	2,19	2,19	2,19	2,22	2,21	2,23	2,20	2,20	6,19
7	2,66	2,59	2,56	2,81	2,70	2,93	2,42	2,40	2,83	2,36	2,63	6,32

Tabla 6.32 Bentonita 14,40% P/P 200 ml												
Diámetro Experimental											Media	Diámetro Teórico
(cm)											(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
5,5	0,09	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	5,36
6	0,20	0,22	0,20	0,21	0,21	0,22	0,21	0,22	0,20	0,22	0,21	5,98
7	0,97	1,12	1,19	1,15	0,98	1,11	1,17	0,94	0,96	1,08	1,07	7,33
8	2,04	1,94	2,10	2,08	2,02	1,96	2,15	1,99	2,00	1,98	2,03	7,94
8,5	3,17	3,01	2,99	2,97	3,01	3,20	3,19	2,98	2,97	3,02	3,05	8,36

Tabla 6.33 Bentonita 14,40% P/P 300 ml												
Diámetro Experimental											Media	Diámetro Teórico
(cm)											(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
6	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	5,91
6,5	0,15	0,15	0,14	0,15	0,14	0,15	0,15	0,14	0,14	0,15	0,15	6,66
7	0,20	0,22	0,21	0,22	0,21	0,22	0,21	0,21	0,21	0,22	0,21	6,97
8	1,07	1,03	1,04	1,02	0,93	1,07	0,99	0,92	0,95	1,12	1,02	8,48
9	1,54	1,50	1,50	1,47	1,56	1,57	1,58	1,46	1,48	1,50	1,51	8,91
11	4,06	3,88	4,11	4,29	3,93	4,15	4,27	4,29	4,22	4,04	4,12	10,10

Tabla 6.34 Bentonita 15,78% P/P 100 ml												
Diámetro Experimental											Media	Diámetro Teórico
(cm)											(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
5,5	1,52	1,53	1,46	1,50	1,52	1,46	1,45	1,45	1,60	1,47	1,50	5,34
5,6	1,97	1,93	2,04	1,92	1,97	2,03	2,17	2,08	2,05	2,11	2,03	5,55
5,7	2,22	2,20	2,20	2,21	2,24	2,25	2,25	2,24	2,20	2,25	2,23	5,61
5,8	2,45	2,45	2,44	2,44	2,42	2,40	2,41	2,40	2,45	2,43	2,43	5,67
6	3,14	3,00	3,17	3,06	2,96	3,10	2,92	2,99	3,00	3,18	3,05	5,84

Tabla 6.35 Bentonita 15,78% P/P 200 ml												
Diámetro Experimental											Media	Diámetro Teórico
(cm)											(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
5,5	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,21	5,43
6	0,51	0,47	0,52	0,49	0,50	0,49	0,46	0,54	0,48	0,49	0,50	6,03
6,5	0,98	0,98	1,04	0,92	0,96	1,09	1,05	1,04	0,91	1,10	1,01	6,59
7	1,49	1,55	1,50	1,50	1,51	1,53	1,55	1,51	1,45	1,58	1,52	6,94
7,5	2,24	2,21	2,26	2,24	2,23	2,29	2,21	2,25	2,28	2,24	2,24	7,29
8	2,91	3,19	3,05	2,93	3,07	3,01	3,10	3,16	2,93	3,19	3,05	7,57

Tabla 6.36 Bentonita 15,78% P/P 300 ml												
Diámetro Experimental											Media	Diámetro Teórico
(cm)											(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
6	0,21	0,20	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,21	0,21	6,30
7	0,47	0,52	0,52	0,50	0,55	0,51	0,54	0,52	0,54	0,51	0,52	7,06
7,5	0,73	0,72	0,75	0,78	0,74	0,75	0,74	0,75	0,79	0,75	0,75	7,40
8	1,30	1,34	1,30	1,34	1,35	1,27	1,33	1,29	1,30	1,33	1,31	7,93
8,5	2,24	2,22	2,22	2,21	2,22	2,25	2,27	2,29	2,23	2,27	2,24	8,48
9	3,50	3,58	3,58	3,58	3,57	3,46	3,57	3,54	3,63	3,54	3,55	8,98
9,5	4,00	3,96	4,00	4,17	3,96	3,91	4,05	4,05	4,23	4,29	4,06	9,14

Tabla 6.37 Bentonita 16,76% P/P 100 ml												
Diámetro Experimental											Media	Diámetro Teórico
(cm)											(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
5,2	2,23	2,21	2,21	2,23	2,23	2,21	2,25	2,25	2,23	2,20	2,23	5,21
5,5	2,44	2,43	2,48	2,39	2,50	2,49	2,44	2,40	2,38	2,45	2,44	5,27
6	3,68	3,46	3,54	3,63	3,62	3,40	3,62	3,57	3,43	3,47	3,54	6,27

Tabla 6.38 Bentonita 16,76% P/P 200 ml												
Diámetro Experimental											Media	Diámetro Teórico
(cm)											(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
5,5	0,51	0,55	0,49	0,49	0,53	0,54	0,46	0,50	0,49	0,50	0,50	5,61
6	0,76	0,74	0,76	0,79	0,75	0,74	0,78	0,75	0,79	0,73	0,76	5,90
6,5	2,06	2,16	1,90	2,17	2,04	2,01	2,03	1,91	2,10	2,07	2,04	6,68
7	3,68	3,53	3,60	3,69	3,67	3,41	3,66	3,47	3,41	3,52	3,56	7,16

Tabla 6.39 Bentonita 16,76% P/P 300 ml												
Diámetro Experimental											Media	Diámetro Teórico
(cm)	Tiempo										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
5,5	0,13	0,12	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	0,11	0,13	0,12	5,45
6	0,31	0,30	0,32	0,28	0,31	0,32	0,31	0,28	0,28	0,30	0,30	6,12
6,5	0,54	0,54	0,49	0,48	0,49	0,55	0,49	0,47	0,54	0,50	0,51	6,53
7	0,84	0,79	0,70	0,82	0,74	0,76	0,84	0,74	0,79	0,79	0,78	6,90
7,5	1,19	1,08	0,98	1,01	0,99	1,18	1,04	1,03	1,16	1,07	1,07	7,17
8	2,14	2,04	2,15	2,14	1,93	2,05	2,19	2,03	2,03	2,04	2,07	7,79

Tabla 6.40 Fuel Oil 100 ml												
Diámetro Experimental											Media	Diámetro Teórico
(cm)	Tiempo										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
5,5	0,22	0,22	0,20	0,22	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,21	5,51
6	0,47	0,55	0,49	0,52	0,51	0,53	0,51	0,53	0,54	0,48	0,51	6,15
6,5	1,03	1,00	1,18	0,95	1,01	1,07	1,05	1,12	1,11	1,02	1,06	6,73
7	1,50	1,57	1,56	1,52	1,49	1,54	1,58	1,51	1,56	1,56	1,54	7,05
7,5	2,03	2,16	2,11	2,18	2,01	1,97	2,00	2,09	2,03	1,98	2,06	7,31
8	2,42	2,40	2,43	2,40	2,42	2,44	2,41	2,41	2,44	2,40	2,42	7,46

Tabla 6.41 Fuel Oil 200 ml												
Diámetro Experimental											Media	Diámetro Teórico
(cm)	Tiempo										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
5,5	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	5,57
6	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	6,08
6,5	0,09	0,08	0,09	0,10	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	6,43
8	0,49	0,54	0,52	0,48	0,47	0,52	0,48	0,50	0,47	0,50	0,50	7,94
8,5	1,15	1,13	1,04	1,02	1,11	1,03	1,12	0,90	1,19	1,12	1,08	8,75
9	1,27	1,28	1,26	1,30	1,30	1,31	1,35	1,28	1,30	1,27	1,29	8,95
9,5	2,45	2,40	2,44	2,40	2,44	2,42	2,40	2,40	2,43	2,42	2,42	9,68
10	4,74	5,35	5,46	4,83	4,68	5,10	4,70	5,40	4,75	4,91	4,99	10,60

Tabla 6.42 Fuel Oil 300 ml												
Diámetro Experimental											Media	Diámetro Teórico
(cm)											(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
6	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	6,00
6,5	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	6,51
7	0,10	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10	0,08	0,09	0,09	7,46
8	0,18	0,18	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,18	0,17	0,18	0,18	8,14
9	0,30	0,31	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,30	8,67
9,5	0,53	0,55	0,53	0,54	0,55	0,49	0,54	0,47	0,50	0,48	0,52	9,29
10	0,74	0,75	0,81	0,81	0,80	0,76	0,83	0,76	0,78	0,71	0,77	9,77
11	1,98	1,90	1,95	2,05	2,10	2,12	1,97	2,01	2,02	2,03	2	11,01
12	3,90	3,78	3,98	3,75	3,79	3,95	3,98	3,94	3,86	3,87	3,86	11,95

Tabla 6.43 Orimulsión Oil 100 ml												
Diámetro Experimental											Media	Diámetro Teórico
(cm)											(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
5,5	0,73	0,84	0,72	0,78	0,77	0,85	0,78	0,78	0,72	0,83	0,78	5,64
6	1,41	1,50	1,44	1,51	1,60	1,56	1,55	1,57	1,40	1,43	1,50	6,12
6,5	2,44	2,54	2,44	2,50	2,52	2,48	2,48	2,53	2,50	2,48	2,49	6,52
7	3,42	3,34	3,42	3,45	3,36	3,50	3,48	3,36	3,39	3,31	3,40	6,78
7,5	4,84	5,03	4,69	5,15	5,19	4,63	4,66	4,70	5,02	4,99	4,89	7,09

Tabla 6.44 Orimulsión Oil 200 ml												
Diámetro Experimental											Media	Diámetro Teórico
(cm)											(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
6	0,29	0,31	0,30	0,30	0,31	0,28	0,31	0,29	0,30	0,28	0,30	6,48
7	1,09	1,05	1,19	1,03	1,19	0,93	1,15	1,01	0,97	0,93	1,05	7,59
7,5	1,32	1,26	1,34	1,30	1,32	1,28	1,32	1,28	1,25	1,28	1,29	7,79
8	2,15	1,99	2,18	1,92	2,10	1,98	1,95	2,17	1,92	2,00	2,04	8,24
9	3,91	3,84	3,82	3,93	3,87	3,96	4,26	4,21	4,23	4,04	4,01	8,97
9,5	5,34	5,04	4,78	4,50	5,05	4,57	4,87	5,31	4,83	4,74	4,91	9,20
10	7,04	6,96	7,04	7,01	7,02	7,09	6,99	7,02	7,10	7,05	7,03	9,62

Tabla 6.45 Orimulsión Oil 300 ml												
Diámetro Experimental											Diámetro Teórico	
(cm)	Tiempo										Media	(cm)
	(seg)										(seg)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
5,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	5,08
6	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,06	6,20
6,5	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,09	6,47
7	0,30	0,29	0,31	0,29	0,29	0,31	0,30	0,28	0,28	0,30	0,29	7,54
9	1,27	1,28	1,30	1,32	1,29	1,26	1,34	1,34	1,34	1,28	1,30	9,07
9,5	1,67	1,66	1,76	1,67	1,74	1,68	1,66	1,74	1,70	1,67	1,69	9,38
10	3,33	3,48	3,34	3,49	3,33	3,38	3,37	3,39	3,39	3,37	3,39	10,23
10,5	5,41	4,54	4,63	5,42	5,46	5,34	4,54	5,03	4,69	4,52	4,96	10,73
11	7,01	7,06	7,08	7,01	7,02	7,01	7,02	7,05	7,00	7,08	7,03	11,21
12	9,55	9,45	9,47	9,53	9,46	9,46	9,46	9,54	9,49	9,51	9,49	11,63

6.2 RESULTADOS DE ENSAYOS DE DERRAME SOBRE SUPERFICIES

INCLINADAS

Los resultados inclinados se disponen de la misma manera como se colocaron horizontalmente; se fueron tomando los tiempo en base a longitudes para los diez ensayos en cada caso y luego la media de tiempo fue introducida en la ecuación donde se muestran sus resultados en la última columna de cada tabla, cabe señalar que para los resultados de orimulsión y fuel oil inclinados 5 grados las mezclas continuaron después de los tiempos finales mostrados aquí pero no se presentaron por razones practicas.

6.2.1 SUPERFICIE DE VIDRIO

INCLINADOS 15 GRADOS

Tabla 6.2.1 Bentonita 14,40% P/P 100 ml												
Longitud											Longitud	
Experimental	Tiempo										Media	Teórica
(cm)	(seg)										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,07	0,07	0,07	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,04	0,05	0,06	2,05
3,00	0,22	0,19	0,20	0,22	0,19	0,19	0,18	0,19	0,20	0,19	0,20	3,78
4,00	0,24	0,25	0,27	0,27	0,25	0,27	0,26	0,25	0,26	0,26	0,26	4,32
5,00	0,44	0,42	0,44	0,42	0,43	0,41	0,43	0,44	0,43	0,42	0,43	5,56
6,00	0,53	0,52	0,55	0,50	0,54	0,51	0,50	0,53	0,53	0,53	0,53	6,16
7,00	0,75	0,75	0,75	0,78	0,78	0,77	0,77	0,77	0,75	0,74	0,76	7,41
10,00	1,23	1,21	1,22	1,24	1,21	1,23	1,25	1,21	1,24	1,21	1,23	9,40
12,00	2,41	2,45	2,42	2,41	2,40	2,43	2,42	2,43	2,45	2,44	2,43	13,23
16,00	4,14	4,14	4,10	4,13	4,14	4,12	4,11	4,14	4,11	4,10	4,12	17,25
21,00	7,71	7,72	7,71	7,71	7,72	7,70	7,73	7,69	7,70	7,71	7,71	23,59
28,00	12,92	12,94	12,92	12,96	12,95	12,94	12,94	12,93	12,93	12,93	12,94	30,55
39,00	22,73	22,67	22,72	22,68	22,70	22,69	22,69	22,66	22,71	22,72	22,70	40,47
55,00	47,62	47,61	47,59	47,59	47,59	47,58	47,61	47,60	47,61	47,60	47,60	58,60
67,00	68,35	68,30	68,36	68,33	68,31	68,31	68,34	68,31	68,33	68,31	68,33	70,21

Tabla 6.2.2 Bentonita 14,40% P/P 200 ml													
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,07	0,08	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,07	0,06	0,05	0,06	0,06	2,96
4,00	0,12	0,15	0,13	0,13	0,11	0,12	0,13	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	4,30
6,00	0,24	0,27	0,26	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	6,11
7,00	0,34	0,37	0,34	0,34	0,37	0,38	0,34	0,38	0,38	0,35	0,36	0,36	7,20
9,00	0,53	0,57	0,58	0,45	0,60	0,53	0,48	0,58	0,59	0,58	0,55	0,55	8,91
10,00	0,83	0,78	0,81	0,81	0,80	0,84	0,78	0,78	0,85	0,80	0,81	0,81	10,79
12,00	0,98	1,03	0,98	1,04	1,02	0,98	1,04	0,97	0,99	0,98	1,00	1,00	12,02
15,00	1,82	1,81	1,82	1,76	1,85	1,85	1,84	1,82	1,75	1,83	1,81	1,81	16,18
19,00	2,80	2,77	2,85	2,74	2,82	2,80	2,74	2,82	2,78	2,85	2,80	2,80	20,09
25,00	4,11	4,11	4,12	4,11	4,12	4,13	4,14	4,10	4,12	4,12	4,12	4,12	24,38
32,00	5,98	5,94	5,90	5,97	5,94	5,92	5,96	5,96	5,93	5,92	5,94	5,94	29,28
37,00	8,91	8,86	8,89	8,87	8,80	8,85	8,79	8,81	8,87	8,80	8,84	8,84	35,72
45,00	12,93	12,94	12,92	12,94	12,95	12,92	12,93	12,95	12,93	12,95	12,94	12,94	43,21
52,00	16,73	16,80	16,75	16,81	16,78	16,89	16,75	16,81	16,82	16,78	16,79	16,79	49,22
58,00	22,67	22,71	22,69	22,69	22,68	22,72	22,68	22,68	22,70	22,72	22,70	22,70	57,23
73,00	33,94	33,93	33,86	33,82	33,83	33,71	33,94	33,78	33,86	33,95	33,86	33,86	69,90
88,00	50,36	50,57	50,57	50,50	50,43	50,49	50,45	50,45	50,40	50,49	50,47	50,47	85,34
112,00	82,74	82,78	82,73	82,74	82,78	82,65	82,66	82,67	82,66	82,73	82,72	82,72	109,25

Tabla 6.2.3 Bentonita 14,40% P/P 300 ml												
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica
(cm)	Tiempo										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	0,16	0,15	0,17	0,16	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,16	5,90
10,00	0,54	0,55	0,57	0,46	0,48	0,56	0,52	0,58	0,48	0,60	0,53	10,74
13,00	0,79	0,82	0,79	0,83	0,84	0,81	0,79	0,84	0,78	0,79	0,81	13,22
14,00	1,02	1,04	1,02	1,03	1,02	1,04	1,02	0,99	1,01	1,00	1,02	14,86
18,00	1,53	1,63	1,58	1,64	1,57	1,52	1,62	1,61	1,57	1,56	1,58	18,51
21,00	1,96	2,09	1,99	2,10	1,98	2,08	1,96	2,02	1,99	2,04	2,02	20,92
24,00	2,60	2,55	2,45	2,61	2,52	2,60	2,65	2,45	2,61	2,60	2,57	23,56
25,00	3,05	3,04	3,01	3,03	2,96	2,99	3,02	3,01	3,01	2,99	3,01	25,53
27,00	3,47	3,47	3,46	3,52	3,48	3,47	3,45	3,45	3,51	3,50	3,48	27,43
29,00	4,04	3,96	3,97	4,00	4,02	3,97	3,98	3,97	3,95	3,99	3,99	29,37
31,00	4,46	4,53	4,54	4,63	4,47	4,55	4,67	4,56	4,75	4,59	4,57	31,46
34,00	5,94	5,97	5,95	5,96	5,95	5,93	5,96	5,99	5,99	5,92	5,96	35,90
37,00	6,25	6,25	6,17	6,29	6,22	6,23	6,17	6,20	6,29	6,27	6,23	36,74
39,00	6,99	6,97	6,99	7,05	6,97	7,00	7,00	7,02	6,97	7,03	7,00	38,92
41,00	8,05	8,02	7,98	7,97	7,98	8,00	8,04	8,02	8,03	8,03	8,01	41,65
47,00	10,07	10,06	10,10	10,02	10,02	10,07	10,07	9,97	10,00	9,97	10,04	46,60
55,00	15,03	15,06	14,97	15,03	15,00	15,05	14,99	14,99	15,00	15,01	15,01	57,01
64,00	19,95	20,01	19,99	20,02	20,03	20,06	20,16	20,06	20,02	20,17	20,05	65,87
76,00	25,49	25,88	25,49	25,90	25,03	25,70	25,83	25,09	25,19	26,09	25,57	74,39
82,00	32,04	30,26	30,35	30,15	30,52	30,90	31,47	31,41	30,60	31,50	30,92	81,81
88,00	35,64	36,00	35,37	35,75	35,49	35,34	36,06	35,41	35,00	35,83	35,59	87,77
95,00	40,60	40,60	41,72	40,96	41,91	41,23	40,90	41,70	41,25	40,77	41,16	94,39
102,00	45,47	45,33	44,95	46,02	45,71	45,19	45,87	45,80	45,01	45,33	45,47	99,20
104,00	48,77	48,65	48,64	49,13	48,49	47,99	47,96	47,96	48,08	48,80	48,45	102,40

Tabla 6.2.4 Bentonita 15,78% P/P 100 ml												
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica
(cm)	Tiempo										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,08	0,06	0,06	0,05	0,04	0,06	0,06	0,07	0,06	0,05	0,06	1,40
2,00	0,19	0,20	0,21	0,22	0,19	0,22	0,20	0,19	0,18	0,20	0,20	2,55
3,00	0,37	0,35	0,37	0,35	0,37	0,38	0,38	0,34	0,37	0,36	0,36	3,45
5,00	0,72	0,74	0,77	0,76	0,77	0,74	0,75	0,76	0,74	0,76	0,75	4,96
9,00	2,52	2,50	2,49	2,53	2,49	2,49	2,50	2,62	2,64	2,54	2,53	9,11
15,00	7,72	7,70	7,71	7,69	7,71	7,70	7,71	7,70	7,68	7,71	7,70	15,88
20,00	12,94	12,95	12,92	12,92	12,96	12,92	12,95	12,96	12,94	12,94	12,94	20,58
25,00	22,68	22,72	22,70	22,70	22,71	22,69	22,65	22,70	22,70	22,67	22,69	27,26
39,00	47,60	47,62	47,59	47,62	47,60	47,61	47,61	47,58	47,58	47,62	47,60	39,48
46,00	68,33	68,32	68,33	68,35	68,33	68,33	68,31	68,34	68,32	68,34	68,33	47,30

Tabla 6.2.5 Bentonita 15,78% P/P 200 ml												
Longitud Experimental											Longitud	
(cm)	Tiempo										Media	Teórica
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	(seg)	(cm)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,07	0,08	0,05	0,06	0,04	0,06	0,05	0,07	0,05	0,05	0,06	1,93
3,00	0,14	0,14	0,11	0,13	0,14	0,12	0,14	0,12	0,11	0,13	0,13	2,90
4,00	0,26	0,25	0,27	0,25	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,25	0,26	4,11
5,00	0,35	0,38	0,37	0,37	0,37	0,34	0,36	0,36	0,38	0,36	0,36	4,89
6,00	0,57	0,56	0,54	0,45	0,48	0,53	0,56	0,58	0,48	0,49	0,52	5,86
9,00	1,04	1,03	1,02	0,99	1,04	1,02	0,97	1,04	1,04	0,98	1,02	8,16
10,00	1,77	1,83	1,81	1,82	1,75	1,84	1,80	1,75	1,76	1,77	1,79	10,83
14,00	2,80	2,68	2,71	2,68	2,66	2,79	2,80	2,70	2,72	2,79	2,73	13,38
15,00	3,96	4,03	4,03	3,95	4,04	4,04	4,01	4,02	4,01	4,00	4,01	16,20
20,00	5,93	5,90	5,95	5,99	5,92	5,98	5,99	6,00	5,97	5,93	5,96	19,75
25,00	8,76	8,85	8,86	8,89	8,78	8,86	8,90	8,85	8,75	8,87	8,84	24,05
31,00	12,95	12,95	12,95	12,95	12,92	12,93	12,92	12,93	12,93	12,94	12,94	29,11
34,00	16,79	16,86	16,89	16,81	16,86	16,94	16,87	16,76	16,93	16,78	16,85	33,21
38,00	22,66	22,68	22,71	22,68	22,69	22,66	22,69	22,65	22,72	22,72	22,69	38,54
46,00	35,52	35,79	35,32	36,07	35,13	35,94	35,62	35,14	35,25	35,21	35,50	48,21
54,00	49,01	48,27	49,13	48,37	48,86	48,36	49,06	48,88	48,12	48,60	48,67	56,45
75,00	82,72	82,78	82,71	82,66	82,77	82,73	82,69	82,79	82,76	82,78	82,74	73,60

Tabla 6.2.6 Bentonita 15,78% P/P 300 ml												
Longitud Experimental											Longitud	
(cm)	Tiempo										Media	Teórica
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	(seg)	(cm)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,15	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	3,92
7,00	0,54	0,54	0,51	0,50	0,53	0,58	0,50	0,54	0,56	0,54	0,53	7,25
8,00	0,77	0,75	0,75	0,73	0,76	0,74	0,74	0,75	0,70	0,71	0,74	8,54
11,00	1,56	1,54	1,56	1,46	1,48	1,60	1,49	1,47	1,47	1,48	1,51	12,18
13,00	2,04	2,00	2,01	2,07	2,07	2,00	2,00	2,07	2,06	2,10	2,04	14,16
15,00	2,74	2,69	2,78	2,64	2,64	2,69	2,72	2,71	2,78	2,76	2,72	16,33
16,00	3,02	2,97	3,04	2,97	2,96	2,99	3,04	2,99	2,99	2,99	3,00	17,15
18,00	3,46	3,54	3,52	3,64	3,47	3,48	3,65	3,61	3,59	3,48	3,54	18,66
20,00	4,59	4,58	4,57	4,60	4,72	4,70	4,54	4,47	4,69	4,55	4,60	21,26
21,00	5,42	5,40	5,44	5,36	5,45	5,41	5,41	5,37	5,44	5,42	5,41	23,05
23,00	6,27	6,25	6,23	6,17	6,22	6,26	6,25	6,26	6,16	6,23	6,23	24,74
25,00	7,70	7,70	7,68	7,68	7,73	7,71	7,69	7,71	7,70	7,72	7,70	27,50
27,00	9,09	9,05	9,08	9,07	9,09	9,08	8,96	8,98	9,02	9,08	9,05	29,81
33,00	10,53	10,57	10,65	10,50	10,63	10,64	10,56	10,52	10,56	10,56	10,57	32,22
35,00	12,30	12,25	12,30	12,21	12,22	12,27	12,24	12,25	12,21	12,25	12,25	34,68
36,00	14,52	14,20	14,68	14,65	14,55	14,75	14,94	14,92	14,11	14,41	14,57	37,83
39,00	16,48	16,51	16,57	16,59	16,57	16,46	16,56	16,59	16,57	16,52	16,54	40,31
42,00	19,52	19,45	19,42	19,41	19,55	19,43	19,50	19,43	19,51	19,42	19,46	43,72

Tabla 6.2.7 Bentonita 16,76% P/P 100 ml												
Longitud Experimental (cm)											Longitud	
	Tiempo										Media	Teórica
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	(seg)	(cm)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,06	0,05	0,04	0,08	0,05	0,06	1,02
2,00	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	2,13
3,00	0,50	0,58	0,55	0,54	0,52	0,59	0,47	0,57	0,50	0,50	0,53	3,09
4,00	0,68	0,65	0,67	0,66	0,68	0,67	0,68	0,66	0,68	0,65	0,67	3,46
6,00	2,26	2,26	2,28	2,27	2,27	2,29	2,26	2,28	2,29	2,25	2,27	6,38
9,00	4,14	4,15	4,16	4,13	4,10	4,15	4,12	4,14	4,11	4,15	4,13	8,61
12,00	7,08	7,09	7,07	7,09	7,11	7,10	7,15	7,06	7,09	7,06	7,09	11,27
16,00	12,95	12,93	12,96	12,99	12,96	12,94	12,97	12,93	12,97	12,94	12,95	15,24
21,00	22,66	22,66	22,65	22,67	22,66	22,71	22,70	22,67	22,65	22,68	22,67	20,16
28,00	47,64	47,61	47,54	47,62	47,61	47,66	47,60	47,56	47,55	47,61	47,60	29,21
35,00	68,22	68,03	68,47	68,24	68,40	68,26	68,45	68,26	68,53	68,07	68,29	34,99

Tabla 6.2.8 Bentonita 16,76% P/P 200 ml												
Longitud Experimental (cm)											Longitud	
	Tiempo										Media	Teórica
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	(seg)	(cm)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,07	0,04	0,06	0,08	0,06	0,05	0,05	0,08	0,07	0,05	0,06	1,49
2,00	0,14	0,12	0,14	0,14	0,13	0,11	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	2,17
3,00	0,34	0,34	0,31	0,33	0,31	0,31	0,32	0,30	0,31	0,31	0,32	3,38
4,00	0,49	0,50	0,48	0,51	0,49	0,51	0,49	0,51	0,52	0,51	0,50	4,24
5,00	0,80	0,75	0,77	0,77	0,85	0,79	0,83	0,80	0,81	0,77	0,79	5,34
9,00	1,86	1,83	1,90	1,91	1,84	1,78	1,86	1,81	1,89	1,89	1,86	8,16
10,00	2,71	2,68	2,76	2,76	2,70	2,69	2,80	2,76	2,71	2,71	2,73	9,89
12,00	3,97	4,06	3,99	4,01	3,95	4,04	4,10	4,00	3,96	3,99	4,01	11,98
15,00	5,94	5,92	5,93	6,00	5,94	5,95	5,92	5,97	5,94	5,94	5,94	14,60
17,00	8,86	8,82	8,88	8,83	8,88	8,78	8,87	8,79	8,82	8,76	8,83	17,79
19,00	12,21	12,20	12,27	12,21	12,22	12,26	12,21	12,28	12,21	12,28	12,24	20,94
25,00	16,60	16,46	16,59	16,55	16,45	16,53	16,54	16,51	16,54	16,47	16,52	24,34
29,00	22,71	22,68	22,67	22,68	22,70	22,69	22,66	22,70	22,68	22,68	22,68	28,52
36,00	35,31	35,35	35,16	35,60	35,01	35,86	34,96	35,70	35,28	35,09	35,33	35,59
44,00	50,42	50,64	50,51	50,54	50,41	50,64	50,64	50,55	50,47	50,46	50,53	42,56
52,00	82,74	82,78	82,71	82,80	82,76	82,65	82,78	82,72	82,60	82,65	82,72	54,46

Tabla 6.2.9 Bentonita 16,76% P/P 300 ml												
Longitud Experimental (cm)											Longitud	
	Tiempo										Media	Teórica
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	(seg)	(cm)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,16	0,15	0,16	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	2,94
4,00	0,49	0,48	0,52	0,50	0,51	0,52	0,48	0,51	0,49	0,50	0,50	5,18
5,00	0,73	0,74	0,65	0,71	0,70	0,73	0,68	0,73	0,67	0,65	0,70	6,14
7,00	1,05	0,99	1,01	1,04	1,00	1,04	1,05	0,97	1,02	1,01	1,02	7,40
9,00	1,31	1,31	1,30	1,27	1,32	1,33	1,25	1,28	1,33	1,25	1,29	8,34
12,00	2,66	2,72	2,83	2,74	2,81	2,69	2,81	2,78	2,65	2,66	2,74	12,13
13,00	3,09	2,99	3,00	3,05	2,96	3,07	3,09	3,07	3,08	3,15	3,05	12,82
14,00	3,62	3,67	3,63	3,67	3,62	3,62	3,65	3,67	3,72	3,70	3,66	14,03
15,00	4,32	4,34	4,49	4,54	4,24	4,36	4,17	4,40	4,18	4,47	4,35	15,30
17,00	5,34	5,31	5,36	5,44	5,32	5,35	5,43	5,31	5,45	5,33	5,36	16,99
18,00	6,45	6,55	6,54	6,52	6,60	6,47	6,53	6,52	6,58	6,59	6,53	18,75
20,00	7,72	7,69	7,73	7,69	7,71	7,70	7,72	7,70	7,70	7,69	7,71	20,36
22,00	8,95	8,98	9,07	9,08	8,97	9,04	9,04	8,98	8,96	8,98	9,01	22,01
25,00	10,56	10,57	10,56	10,53	10,58	10,55	10,53	10,63	10,45	10,65	10,56	23,83
26,00	12,56	12,49	12,63	12,62	12,38	12,48	12,44	12,22	12,27	12,61	12,47	25,90
29,00	14,80	14,79	14,79	14,88	14,86	14,79	14,82	14,86	14,84	14,79	14,82	28,23
31,00	17,39	17,13	17,12	17,14	17,88	17,44	17,53	17,42	17,34	17,84	17,42	30,61
34,00	20,52	20,71	20,65	20,45	20,56	20,66	20,60	20,53	20,41	20,58	20,57	33,26

Tabla 6.2.10 Fuel Oil 100 ml												
Longitud Experimental (cm)											Longitud	
	Tiempo										Media	Teórica
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	(seg)	(cm)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	3,40
4,00	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09	0,08	4,97
6,00	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12	0,13	0,12	0,13	0,13	6,10
8,00	0,18	0,20	0,18	0,22	0,18	0,18	0,22	0,22	0,21	0,18	0,20	7,63
9,00	0,31	0,36	0,33	0,32	0,31	0,34	0,33	0,34	0,32	0,32	0,33	9,82
12,00	0,48	0,48	0,46	0,50	0,47	0,47	0,51	0,51	0,50	0,50	0,49	12,00
13,00	0,62	0,65	0,66	0,64	0,66	0,65	0,70	0,67	0,65	0,68	0,66	13,92
15,00	0,77	0,76	0,77	0,84	0,80	0,78	0,79	0,82	0,81	0,75	0,79	15,24
16,00	1,00	1,01	1,01	0,99	0,97	1,01	1,02	1,04	0,97	1,02	1,00	17,20
19,00	1,26	1,33	1,27	1,33	1,32	1,27	1,33	1,30	1,28	1,33	1,30	19,59
35,00	5,31	5,60	5,43	5,62	5,59	5,63	5,52	5,52	5,39	5,34	5,50	40,25
50,00	9,78	9,87	9,89	9,79	9,88	9,81	9,89	9,89	9,89	9,84	9,85	53,90
65,00	15,84	15,50	15,67	15,75	15,55	15,51	15,58	15,70	15,66	15,77	15,65	67,93
85,00	23,38	23,18	23,18	23,57	23,46	23,12	23,69	23,52	23,57	23,10	23,38	83,01
97,00	31,62	31,65	31,67	31,55	31,97	31,59	31,82	31,54	31,80	31,65	31,69	96,65
113,00	42,05	42,59	42,07	43,53	41,82	42,50	42,24	42,56	42,41	43,35	42,51	111,94

Tabla 6.2.11 Fuel Oil 200 ml													
Longitud Experimental											Longitud Teórica		
(cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	4,31
6,00	0,07	0,06	0,06	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06	0,08	0,06	0,06	0,06	6,15
7,00	0,09	0,09	0,10	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	7,34
8,00	0,15	0,11	0,15	0,13	0,14	0,13	0,12	0,13	0,11	0,11	0,13	0,13	8,70
9,00	0,19	0,17	0,17	0,16	0,19	0,17	0,16	0,19	0,20	0,17	0,18	0,18	10,23
10,00	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,21	0,23	0,23	0,23	0,22	11,35
14,00	0,51	0,48	0,48	0,49	0,51	0,50	0,49	0,51	0,51	0,51	0,51	0,50	17,17
19,00	0,98	1,02	1,02	0,97	1,04	0,99	1,04	1,01	1,04	0,97	1,01	1,01	24,37
24,00	1,48	1,49	1,45	1,47	1,53	1,53	1,47	1,51	1,56	1,56	1,50	1,50	29,78
29,00	2,07	2,08	2,03	2,05	2,08	2,04	1,99	2,00	2,05	1,97	2,04	2,04	34,66
34,00	2,59	2,49	2,49	2,56	2,45	2,45	2,49	2,66	2,60	2,60	2,54	2,54	38,67
39,00	2,95	3,12	2,92	2,93	3,05	3,00	3,01	2,95	3,04	3,12	3,01	3,01	42,12
44,00	3,51	3,46	3,54	3,49	3,54	3,45	3,50	3,45	3,45	3,52	3,49	3,49	45,36
49,00	4,29	4,68	4,41	4,43	4,35	4,70	4,69	4,25	4,24	4,45	4,45	4,45	51,21
54,00	5,26	5,45	5,43	5,51	5,67	5,32	5,49	5,15	5,20	5,21	5,37	5,37	56,26
62,00	6,93	7,04	6,93	6,95	6,92	6,95	7,05	6,96	7,05	7,05	6,98	6,98	64,16
69,00	7,95	8,03	8,05	8,04	8,08	8,01	8,03	8,06	7,96	8,02	8,02	8,02	68,77
73,00	8,99	8,99	9,03	9,05	9,05	9,09	9,05	9,10	8,99	8,97	9,03	9,03	72,97
79,00	10,74	11,42	10,69	11,39	10,96	11,30	10,86	11,17	11,31	11,45	11,13	11,13	81,00
82,00	12,09	12,17	12,47	12,44	12,10	12,54	12,00	12,22	12,21	12,38	12,26	12,26	85,03
89,00	14,01	14,00	13,98	13,98	13,95	14,00	13,95	13,97	13,95	13,95	13,97	13,97	90,77
97,00	15,77	15,95	16,24	16,35	15,89	16,05	16,01	16,46	15,92	16,32	16,09	16,09	97,41
101,00	18,47	18,21	18,42	18,43	17,96	18,28	18,20	17,94	18,03	17,99	18,19	18,19	103,57

Tabla 6.2.12 Fuel Oil 300 ml													
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	5,31
8,00	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,06	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	7,78
9,00	0,08	0,08	0,10	0,10	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	8,75
10,00	0,13	0,14	0,15	0,13	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13	0,13	10,81
12,00	0,19	0,17	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,16	0,20	0,20	0,19	0,19	12,89
13,00	0,23	0,21	0,19	0,22	0,23	0,23	0,20	0,21	0,22	0,19	0,21	0,21	13,74
16,00	0,34	0,34	0,30	0,30	0,32	0,30	0,33	0,31	0,31	0,33	0,32	0,32	16,78
19,00	0,49	0,51	0,51	0,49	0,51	0,49	0,48	0,51	0,49	0,49	0,50	0,50	20,97
35,00	1,45	1,50	1,55	1,54	1,56	1,54	1,55	1,54	1,51	1,49	1,52	1,52	36,69
39,00	1,82	1,84	1,83	1,88	1,82	1,90	1,79	1,82	1,78	1,80	1,83	1,83	40,22
44,00	2,60	2,66	2,45	2,56	2,60	2,58	2,56	2,60	2,44	2,43	2,55	2,55	47,46
54,00	3,56	3,54	3,47	3,49	3,43	3,50	3,51	3,56	3,45	3,45	3,49	3,49	55,59
60,00	4,52	4,30	4,14	4,68	4,13	4,46	4,65	4,45	4,40	4,45	4,42	4,42	62,50
66,00	5,55	5,35	5,38	5,46	5,46	5,20	5,40	5,53	5,43	5,12	5,39	5,39	69,03
73,00	6,11	6,06	6,13	6,14	6,03	5,97	6,10	6,07	6,14	5,98	6,07	6,07	73,28
75,00	6,45	6,74	6,51	6,47	6,74	6,73	6,49	6,70	6,59	6,66	6,61	6,61	76,45
82,00	7,69	7,51	7,55	7,72	7,71	7,56	7,60	7,74	7,70	7,53	7,63	7,63	82,15
90,00	9,03	9,00	9,00	9,11	9,09	9,09	9,10	9,10	9,05	9,10	9,07	9,07	89,54
95,00	10,00	10,02	9,98	10,01	10,08	9,98	10,00	9,97	10,02	10,09	10,02	10,02	94,11
101,00	12,04	12,02	12,24	12,36	12,24	12,34	11,97	12,50	11,96	12,45	12,21	12,21	103,92
110,00	14,00	13,97	13,97	13,98	13,98	14,00	13,99	13,96	13,99	13,97	13,98	13,98	111,19
118,00	15,12	15,14	15,00	15,12	15,05	15,04	14,97	15,04	15,06	15,12	15,06	15,06	115,42

Tabla 6.2.13 Orimulsión Oil 100 ml													
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,05	0,04	0,05	0,05	0,06	0,04	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	2,18
3,00	0,13	0,16	0,15	0,11	0,10	0,09	0,12	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13	3,57
4,00	0,23	0,24	0,25	0,23	0,21	0,19	0,25	0,24	0,25	0,26	0,24	0,24	4,77
7,00	0,53	0,49	0,48	0,56	0,50	0,54	0,56	0,49	0,45	0,45	0,51	0,51	7,00
9,00	0,82	0,80	0,81	0,83	0,85	0,75	0,76	0,82	0,76	0,81	0,80	0,80	8,80
10,00	1,03	1,03	0,97	0,99	1,02	1,05	0,98	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	9,85
11,00	1,32	1,20	1,27	1,15	1,22	1,31	1,22	1,35	1,27	1,19	1,25	1,25	11,00
12,00	1,47	1,48	1,47	1,54	1,46	1,47	1,55	1,47	1,52	1,50	1,49	1,49	12,02
16,00	2,51	2,47	2,46	2,45	2,60	2,61	2,59	2,49	2,44	2,48	2,51	2,51	15,58
21,00	5,28	5,03	5,26	5,39	4,95	4,98	5,04	5,07	5,28	4,97	5,13	5,13	22,28
28,00	8,04	8,10	8,08	8,05	8,08	8,02	8,04	7,98	7,93	8,07	8,04	8,04	27,90
36,00	12,54	12,49	12,54	12,53	12,52	12,51	12,51	12,46	12,51	12,52	12,51	12,51	34,81
39,00	15,38	15,59	15,46	15,58	15,58	15,45	15,40	15,40	15,61	15,36	15,48	15,48	38,72
46,00	20,63	20,64	20,55	20,37	20,33	20,65	20,33	20,60	20,57	20,38	20,51	20,51	44,56
49,00	25,36	25,54	25,60	25,35	25,40	25,52	25,65	25,58	25,30	25,28	25,46	25,46	49,65
55,00	30,92	30,85	30,66	30,91	30,85	30,97	30,89	30,72	30,89	30,58	30,82	30,82	54,63
59,00	36,07	36,30	36,15	36,54	36,15	36,54	36,55	36,46	36,58	36,38	36,37	36,37	59,35
66,00	44,28	44,41	44,12	44,47	44,23	44,31	44,23	44,61	44,53	44,27	44,35	44,35	65,53
76,00	57,06	57,25	57,27	57,05	57,14	57,14	57,09	57,27	57,12	57,19	57,16	57,16	74,40
80,00	64,28	64,32	64,58	64,08	64,22	64,05	64,56	64,55	64,17	64,39	64,32	64,32	78,92
84,00	69,98	70,04	69,94	69,96	70,07	70,04	70,12	70,13	70,04	70,00	70,03	70,03	82,35
89,00	80,33	80,17	80,11	80,47	80,33	80,46	80,19	80,47	80,47	80,31	80,33	80,33	88,20
92,00	86,16	86,17	86,50	86,45	86,58	86,18	86,52	86,21	86,21	86,19	86,32	86,32	91,42
98,00	95,17	95,18	95,30	95,69	95,55	95,44	96,01	95,80	95,27	95,30	95,47	95,47	96,15

Tabla 6.2.14 Orimulsión Oil 200 ml													
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,06	0,06	0,07	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	3,51
5,00	0,12	0,14	0,14	0,12	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,14	0,13	0,13	5,05
6,00	0,19	0,18	0,20	0,17	0,17	0,18	0,16	0,18	0,16	0,18	0,18	0,18	5,87
7,00	0,20	0,20	0,26	0,24	0,26	0,23	0,24	0,19	0,26	0,25	0,23	0,23	6,70
8,00	0,36	0,35	0,34	0,30	0,33	0,32	0,31	0,34	0,35	0,33	0,33	0,33	8,04
9,00	0,51	0,45	0,52	0,49	0,46	0,55	0,52	0,52	0,50	0,46	0,50	0,50	9,83
12,00	0,84	0,80	0,78	0,84	0,79	0,83	0,76	0,81	0,79	0,76	0,80	0,80	12,45
14,00	1,01	0,96	1,02	0,98	0,97	1,03	0,96	0,97	1,00	1,02	0,99	0,99	13,87
19,00	1,78	1,80	1,85	1,83	1,81	1,85	1,89	1,83	1,89	1,83	1,84	1,84	18,86
22,00	2,66	2,72	2,62	2,65	2,62	2,90	2,82	2,88	2,75	2,86	2,75	2,75	23,08
27,00	4,68	4,29	4,25	4,55	4,56	4,65	4,61	4,67	4,45	4,33	4,50	4,50	29,53
35,00	6,37	6,30	6,41	6,32	6,44	6,41	6,20	6,42	6,29	6,20	6,33	6,33	35,03
40,00	8,69	8,78	8,81	8,90	8,71	8,75	8,85	8,75	8,81	8,62	8,77	8,77	41,20
45,00	11,88	11,89	11,63	11,91	11,81	11,82	11,84	11,70	11,86	11,81	11,81	11,81	47,83
53,00	14,75	14,76	14,75	14,89	14,76	14,81	14,75	14,81	14,63	14,75	14,77	14,77	53,47
58,00	19,23	19,16	19,25	19,21	19,31	19,19	19,23	19,33	19,23	19,29	19,24	19,24	61,05
62,00	21,64	21,77	21,85	21,75	21,92	21,91	21,77	21,87	21,66	21,82	21,80	21,80	64,97
72,00	27,66	27,78	27,85	27,75	27,93	27,71	27,81	27,72	27,64	27,78	27,76	27,76	73,33
76,00	32,83	32,66	32,81	32,80	32,65	32,86	32,90	32,73	32,53	32,75	32,75	32,75	79,64
88,00	38,27	38,40	38,38	38,22	38,29	38,13	38,23	38,40	38,18	38,30	38,28	38,28	86,10
93,00	44,04	44,07	44,08	44,00	44,11	44,01	44,05	43,97	43,98	44,04	44,03	44,03	92,35
98,00	51,46	51,35	51,43	51,20	51,52	51,67	51,61	51,37	51,23	51,49	51,43	51,43	99,80
102,00	57,79	57,97	57,67	58,00	57,79	57,99	58,03	57,79	57,73	57,80	57,86	57,86	105,85

Tabla 6.2.15 Orimulsión Oil 300 ml													
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,05	0,06	0,04	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	3,80
5,00	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	5,04
6,00	0,12	0,12	0,12	0,11	0,12	0,13	0,14	0,12	0,14	0,13	0,13	0,13	6,04
8,00	0,26	0,26	0,19	0,22	0,21	0,24	0,20	0,24	0,20	0,23	0,23	0,23	8,11
12,00	0,53	0,54	0,52	0,49	0,53	0,54	0,58	0,58	0,48	0,55	0,53	0,53	12,45
16,00	1,04	0,97	1,03	1,01	0,98	1,05	1,02	1,04	0,97	1,06	1,02	1,02	17,19
20,00	1,49	1,42	1,25	1,26	1,44	1,35	1,44	1,50	1,32	1,43	1,39	1,39	20,10
24,00	2,66	2,44	2,42	2,56	2,47	2,59	2,63	2,43	2,45	2,46	2,51	2,51	27,01
30,00	3,52	3,51	3,49	3,46	3,55	3,50	3,45	3,43	3,50	3,46	3,49	3,49	31,83
35,00	4,50	4,29	4,61	4,45	4,44	4,27	4,68	4,63	4,41	4,45	4,47	4,47	36,04
40,00	6,39	6,43	6,35	6,37	6,16	6,33	6,16	6,28	6,39	6,18	6,30	6,30	42,79
45,00	8,16	8,25	8,20	8,34	8,26	8,36	8,33	8,17	8,39	8,26	8,27	8,27	49,02
50,00	10,10	10,07	10,06	10,00	10,10	10,02	10,06	10,00	10,10	9,98	10,05	10,05	54,03
56,00	12,54	12,33	12,42	12,43	12,36	12,30	12,54	12,50	12,48	12,29	12,42	12,42	60,06
62,00	14,72	14,85	14,65	14,64	14,62	14,87	14,70	14,88	14,89	14,83	14,77	14,77	65,49
68,00	17,31	17,18	17,12	17,14	17,31	17,29	17,32	17,30	17,24	17,31	17,25	17,25	70,79
74,00	19,98	19,95	19,55	19,98	19,76	19,64	19,90	19,89	19,90	19,66	19,82	19,82	75,88
79,00	22,16	22,25	22,64	22,91	22,64	22,88	22,39	22,18	21,93	22,09	22,41	22,41	80,68
86,00	25,40	25,26	25,22	25,36	25,16	25,42	25,46	25,37	25,31	25,45	25,34	25,34	85,80
91,00	27,82	27,70	27,90	27,88	27,96	28,03	27,87	27,92	28,11	27,78	27,90	27,90	90,02
96,00	29,95	29,95	30,07	29,96	30,04	30,11	30,03	30,02	30,12	29,95	30,02	30,02	93,39

INCLINACION 5 GRADOS

Tabla 6.2.16 Bentonita 14,40% P/P 100 ml													
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,12	0,12	0,13	0,14	0,11	0,13	0,14	0,12	0,11	0,11	0,12	0,12	1,72
3,00	0,35	0,36	0,33	0,35	0,36	0,34	0,35	0,33	0,32	0,31	0,34	0,34	2,87
4,00	0,47	0,49	0,49	0,50	0,49	0,48	0,47	0,51	0,50	0,49	0,49	0,49	3,44
5,00	0,84	0,94	0,88	0,88	0,88	0,89	0,82	0,85	0,81	0,83	0,86	0,86	4,58
6,00	1,19	1,16	1,14	1,13	1,19	1,19	1,17	1,15	1,15	1,14	1,16	1,16	5,31
7,00	2,05	1,93	1,94	2,00	2,07	2,15	1,94	2,03	2,03	2,06	2,02	2,02	7,01
8,00	2,93	2,75	2,72	2,72	2,94	2,73	2,81	2,77	2,80	2,94	2,81	2,81	8,27
10,00	3,60	3,56	3,50	3,49	3,27	3,46	3,42	3,45	3,42	3,28	3,44	3,44	9,15

Tabla 6.2.17 Bentonita 14,40% P/P 200 ml													
Longitud Experimental (cm)											Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,10	0,10	0,11	0,12	0,11	0,14	0,11	0,11	0,14	0,14	0,12	0,12	2,42
5,00	0,50	0,46	0,48	0,48	0,48	0,46	0,49	0,46	0,49	0,49	0,48	0,48	4,82
6,00	0,90	0,85	0,85	0,88	0,93	0,85	0,85	0,88	0,89	0,91	0,88	0,88	6,53
7,00	1,04	1,03	0,97	1,00	1,01	0,96	1,04	1,03	1,03	1,04	1,01	1,01	7,02
8,00	1,46	1,50	1,51	1,48	1,48	1,45	1,51	1,50	1,47	1,53	1,49	1,49	8,51
9,00	2,01	2,07	2,15	1,98	2,09	2,09	1,98	2,02	1,97	2,06	2,04	2,04	9,96
10,00	2,42	2,46	2,42	2,64	2,58	2,44	2,49	2,63	2,66	2,58	2,53	2,53	11,09
11,00	2,74	2,81	2,85	2,81	2,75	2,79	2,82	2,77	2,80	2,75	2,79	2,79	11,64
12,00	3,07	3,03	3,11	3,10	3,02	3,15	3,08	3,11	3,10	3,08	3,09	3,09	12,24
15,00	4,11	4,02	4,03	4,07	3,94	3,97	3,95	4,06	3,96	4,15	4,03	4,03	13,99

Tabla 6.2.18 Bentonita 14,40% P/P 300 ml													
Longitud Experimental (cm)											Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	1,50
2,00	0,06	0,07	0,08	0,08	0,06	0,05	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	2,16
3,00	0,13	0,12	0,13	0,11	0,12	0,11	0,14	0,11	0,13	0,11	0,12	0,12	2,97
3,50	0,17	0,18	0,19	0,17	0,18	0,18	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	3,62
4,00	0,25	0,22	0,25	0,24	0,25	0,28	0,21	0,21	0,22	0,29	0,24	0,24	4,19
5,50	0,53	0,49	0,52	0,51	0,53	0,52	0,49	0,51	0,50	0,49	0,51	0,51	6,08
6,00	0,62	0,62	0,60	0,64	0,61	0,63	0,61	0,58	0,60	0,60	0,61	0,61	6,67
7,00	0,79	0,84	0,81	0,83	0,82	0,76	0,81	0,84	0,78	0,81	0,81	0,81	7,67
9,00	1,07	1,06	1,03	0,98	1,07	1,00	0,97	1,07	1,05	0,98	1,03	1,03	8,65
15,00	2,78	2,84	2,74	2,70	2,87	2,76	2,92	2,86	2,74	2,86	2,81	2,81	14,30
16,00	3,07	3,05	3,02	3,06	3,14	3,03	2,99	3,05	3,13	3,09	3,06	3,06	14,95

Tabla 6.2.19 Bentonita 15,78% P/P 100 ml													
Longitud Experimental (cm)											Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11	1,12
2,00	0,47	0,48	0,47	0,47	0,48	0,47	0,46	0,47	0,47	0,49	0,47	0,47	2,28
4,50	2,04	2,13	1,96	2,04	1,98	2,09	2,10	2,12	1,94	2,16	2,06	2,06	4,76
5,50	2,65	2,70	2,90	2,88	2,68	2,77	2,75	2,87	2,90	2,83	2,79	2,79	5,55
6,00	3,12	3,16	3,03	3,11	3,18	3,15	3,03	3,06	3,12	3,02	3,10	3,10	5,84
6,50	3,47	3,47	3,50	3,46	3,48	3,51	3,50	3,51	3,49	3,46	3,49	3,49	6,20

Tabla 6.2.20 Bentonita 15,78% P/P 200 ml												
Longitud Experimental (cm)											Media (seg)	Longitud Teórica (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,12	0,12	0,12	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,10	0,12	0,11	1,57
3,00	0,58	0,52	0,54	0,46	0,47	0,49	0,49	0,47	0,52	0,53	0,51	3,34
4,00	0,83	0,78	0,82	0,78	0,81	0,79	0,86	0,80	0,80	0,85	0,81	4,23
4,50	0,97	0,97	1,05	1,03	0,98	1,00	1,00	1,03	1,02	1,03	1,01	4,72
5,50	1,53	1,45	1,53	1,54	1,47	1,48	1,53	1,51	1,55	1,50	1,51	5,76
6,50	1,96	1,98	2,12	2,04	2,14	2,11	1,93	1,97	2,12	1,99	2,04	6,70
7,50	2,47	2,43	2,47	2,61	2,65	2,51	2,67	2,51	2,46	2,59	2,54	7,48
8,00	2,84	2,78	2,75	2,63	2,68	2,87	2,73	2,92	2,93	2,68	2,78	7,83
8,50	3,15	3,09	3,05	3,07	3,06	3,14	3,05	3,01	3,18	3,05	3,09	8,25
10,00	4,04	3,99	4,05	3,99	3,98	3,98	3,99	4,00	3,99	4,05	4,01	9,40

Tabla 6.2.21 Bentonita 15,78% P/P 300 ml												
Longitud Experimental (cm)											Media (seg)	Longitud Teórica (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	1,05
1,50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,06	0,06	0,08	0,07	0,07	0,07	1,50
2,00	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,13	0,12	0,11	0,13	0,12	1,99
2,50	0,18	0,19	0,18	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,18	0,18	0,18	2,45
3,00	0,24	0,24	0,24	0,25	0,24	0,28	0,25	0,26	0,27	0,24	0,25	2,88
4,50	0,49	0,49	0,51	0,47	0,47	0,47	0,51	0,51	0,47	0,47	0,49	4,01
5,00	0,61	0,59	0,58	0,61	0,63	0,58	0,59	0,62	0,62	0,59	0,60	4,46
5,50	0,85	0,79	0,83	0,83	0,80	0,80	0,79	0,82	0,86	0,83	0,82	5,21
6,00	0,99	0,98	0,96	0,99	1,00	0,98	0,97	1,01	0,98	0,96	0,98	5,70
10,00	2,89	2,78	2,90	2,67	2,69	2,64	2,64	2,86	2,53	2,78	2,74	9,52
10,50	3,05	2,96	2,98	3,01	3,04	2,97	2,99	2,99	2,98	3,04	3,00	9,96

Tabla 6.2.22 Bentonita 16,76% P/P 100 ml												
Longitud Experimental (cm)											Media (seg)	Longitud Teórica (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,40	0,21	0,24	0,34	0,34	0,25	0,37	0,30	0,25	0,21	0,29	1,32
2,00	0,57	0,58	0,58	0,56	0,57	0,56	0,57	0,59	0,56	0,56	0,57	1,86
3,00	1,14	1,12	1,13	1,12	1,12	1,14	1,15	1,13	1,13	1,14	1,13	2,61
4,00	3,03	3,04	3,03	3,01	3,02	3,00	2,96	2,96	2,98	3,03	3,01	4,26
5,00	5,04	5,02	4,99	4,98	5,03	5,00	4,99	5,01	5,00	5,02	5,01	5,50

Tabla 6.2.23 Bentonita 16.76% P/P 200 ml												
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Longitud Media Teórica (seg)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	Media (seg)	Teórica (cm)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,49	0,50	0,48	0,45	0,56	0,48	0,54	0,54	0,59	0,48	0,51	2,48
3,00	0,99	0,96	0,98	0,99	1,01	0,99	0,99	0,98	0,97	1,00	0,98	3,45
4,00	1,48	1,55	1,48	1,47	1,52	1,50	1,51	1,50	1,51	1,55	1,51	4,26
4,50	2,15	1,94	2,07	1,97	2,04	2,16	2,03	2,04	2,13	1,95	2,05	4,97
5,00	2,49	2,63	2,52	2,67	2,55	2,61	2,62	2,65	2,45	2,57	2,58	5,58
6,00	3,49	3,50	3,47	3,47	3,50	3,51	3,49	3,46	3,48	3,50	3,49	6,49
7,00	4,36	4,54	4,45	4,62	4,47	4,49	4,62	4,45	4,65	4,67	4,53	7,40
8,00	6,07	6,12	5,01	5,55	5,72	5,05	5,16	5,52	5,41	5,50	5,51	8,16
10,00	7,08	6,96	7,03	7,13	6,96	7,03	7,08	6,96	7,05	7,12	7,04	9,22

Tabla 6.2.24 Bentonita 16,76% P/P 300 ml												
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Longitud Media Teórica (seg)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	Media (seg)	Teórica (cm)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,56	0,51	0,46	0,53	0,52	0,48	0,45	0,48	0,55	0,48	0,50	3,02
4,00	0,99	0,99	1,03	0,98	0,96	0,98	0,97	1,00	0,97	0,98	0,99	4,23
5,00	1,51	1,55	1,55	1,52	1,52	1,51	1,54	1,50	1,47	1,46	1,51	5,23
6,00	1,94	2,01	2,09	1,98	1,97	2,16	2,09	2,06	1,94	2,10	2,03	6,07
7,00	2,62	2,43	2,44	2,44	2,57	2,56	2,50	2,62	2,54	2,52	2,52	6,76
8,00	4,04	4,05	3,99	3,99	4,00	4,03	4,01	4,04	4,05	4,04	4,02	8,54
9,00	5,02	5,02	5,00	4,99	4,99	5,00	5,01	5,02	5,01	4,99	5,00	9,52
10,00	6,11	5,18	5,45	5,16	5,36	5,01	5,56	6,12	5,50	5,38	5,48	9,96
11,00	7,05	7,09	7,11	6,96	7,06	6,98	6,98	7,12	7,05	7,06	7,05	11,30
12,00	7,95	8,06	8,03	8,10	7,99	8,09	7,97	8,10	8,03	8,15	8,05	12,07
13,00	9,14	9,12	8,96	9,13	9,12	9,04	9,15	9,09	9,00	8,98	9,07	12,82
14,00	10,03	10,11	9,97	10,00	10,07	10,10	10,03	10,12	10,12	10,05	10,06	13,50
15,00	10,98	11,10	11,08	11,09	10,98	11,14	11,02	11,05	11,14	10,98	11,06	14,15

Tabla 6.2.25 Fuel Oil 100 ml													
Longitud Experimental (cm)											Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	1,72
3,00	0,06	0,08	0,05	0,06	0,07	0,05	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	2,60
4,00	0,19	0,18	0,17	0,17	0,18	0,19	0,19	0,18	0,18	0,19	0,18	0,18	4,24
5,00	0,29	0,39	0,37	0,31	0,33	0,33	0,37	0,37	0,41	0,31	0,35	0,35	5,88
6,00	0,49	0,55	0,51	0,50	0,47	0,49	0,53	0,47	0,56	0,47	0,50	0,50	7,07
8,00	0,81	0,77	0,86	0,76	0,91	0,88	0,78	0,87	0,85	0,83	0,83	0,83	9,08
10,00	0,97	1,01	0,98	0,99	0,99	1,00	1,01	1,00	1,00	0,97	0,99	0,99	9,93
14,00	2,15	2,02	2,11	1,98	2,05	2,02	2,09	2,15	1,97	1,95	2,05	2,05	14,26
21,00	5,20	4,98	5,22	5,24	5,22	5,17	5,01	5,13	5,10	5,17	5,15	5,15	22,60
24,00	5,99	6,13	6,05	6,10	5,99	6,14	6,14	6,09	6,12	5,96	6,07	6,07	24,55
29,00	7,99	7,97	8,18	8,14	8,09	8,13	8,24	8,10	8,06	8,09	8,10	8,10	28,35

Tabla 6.2.26 Fuel Oil 200 ml													
Longitud Experimental (cm)											Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,02	0,04	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	2,47
3,00	0,07	0,05	0,06	0,06	0,08	0,05	0,06	0,06	0,08	0,08	0,06	0,06	3,59
4,00	0,10	0,09	0,10	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	4,32
5,00	0,18	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	5,94
6,00	0,21	0,21	0,22	0,19	0,19	0,19	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	6,33
8,00	0,50	0,43	0,43	0,46	0,53	0,51	0,52	0,44	0,51	0,45	0,48	0,48	9,76
12,00	1,00	1,04	0,98	0,97	1,02	1,00	1,03	1,04	0,98	1,04	1,01	1,01	14,15
17,00	2,13	1,98	1,97	2,16	1,99	2,06	1,97	2,12	2,03	2,13	2,05	2,05	20,19
24,00	3,03	2,97	2,96	2,97	2,98	2,97	2,96	2,98	2,97	2,98	2,98	2,98	24,32
29,00	4,00	4,04	4,03	4,01	4,00	4,03	3,99	4,04	3,99	4,01	4,01	4,01	28,23
34,00	6,13	6,07	6,18	6,00	6,06	6,01	6,17	6,02	6,00	6,03	6,07	6,07	34,70
39,00	7,06	7,00	7,14	7,08	7,05	7,01	7,07	6,95	6,97	7,07	7,04	7,04	37,38
44,00	9,54	9,60	9,60	9,53	9,46	9,49	9,58	9,59	9,54	9,65	9,56	9,56	43,56

Tabla 6.2.27 Fuel Oil 300 ml													
Longitud Experimental (cm)											Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,03	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	3,04
4,00	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,07	0,06	0,06	4,31
5,00	0,12	0,13	0,11	0,13	0,12	0,13	0,12	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12	6,08
7,00	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17	0,18	0,19	0,17	0,19	0,18	0,18	7,30
8,00	0,21	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	7,91
9,00	0,34	0,33	0,36	0,36	0,34	0,35	0,36	0,33	0,36	0,34	0,35	0,35	10,16
12,00	0,49	0,48	0,42	0,52	0,51	0,43	0,48	0,52	0,51	0,52	0,49	0,49	12,05
19,00	1,38	1,40	1,40	1,38	1,43	1,42	1,38	1,40	1,36	1,43	1,40	1,40	20,42
23,00	2,15	2,12	2,09	2,16	2,15	2,13	2,12	2,14	2,15	2,08	2,13	2,13	25,17
29,00	3,56	3,52	3,46	3,54	3,57	3,48	3,54	3,48	3,55	3,50	3,52	3,52	32,38
41,00	6,13	6,17	6,22	6,22	6,22	6,24	6,24	6,21	6,25	6,19	6,21	6,21	43,00
45,00	7,11	7,17	7,12	7,16	7,13	7,13	7,12	7,13	7,15	7,17	7,14	7,14	46,11
50,00	9,01	8,84	8,76	8,74	8,86	8,73	8,91	8,82	8,69	8,86	8,82	8,82	51,26

Tabla 6.2.28 Orimulsión Oil 100 ml													
Longitud Experimental (cm)											Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,11	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12	0,11	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	1,99
3,00	0,26	0,29	0,27	0,26	0,28	0,26	0,29	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	2,98
4,00	0,47	0,46	0,42	0,45	0,45	0,42	0,42	0,44	0,47	0,48	0,45	0,45	3,82
5,00	0,62	0,66	0,65	0,63	0,66	0,64	0,64	0,66	0,67	0,66	0,65	0,65	4,60
6,00	0,97	0,98	0,96	0,99	1,00	0,98	0,97	0,98	0,98	0,97	0,98	0,98	5,65
7,00	1,40	1,39	1,41	1,37	1,38	1,41	1,37	1,41	1,40	1,38	1,39	1,39	6,74
8,00	2,02	2,00	1,93	1,92	2,05	1,98	2,03	2,05	2,04	2,10	2,01	2,01	8,10
10,00	3,25	3,23	3,21	3,45	3,41	3,23	3,28	3,28	3,31	3,36	3,30	3,30	10,37
17,00	12,11	11,94	12,04	12,00	11,46	11,41	11,88	11,40	11,32	11,86	11,74	11,74	19,57
25,00	22,72	22,73	22,82	22,92	22,71	23,01	22,86	22,81	22,93	22,98	22,85	22,85	27,30
36,00	38,46	38,23	38,35	38,41	38,47	38,42	38,47	38,34	38,55	38,25	38,39	38,39	35,38
44,00	58,62	58,60	58,54	58,58	58,53	58,49	58,52	58,58	58,52	58,65	58,56	58,56	43,70
46,00	63,08	63,13	63,07	62,99	63,16	62,93	63,11	62,95	63,09	63,12	63,06	63,06	45,35
48,00	70,57	70,74	70,46	70,07	69,94	70,61	70,83	71,12	70,17	70,22	70,47	70,47	47,94
52,00	76,83	77,10	77,46	77,24	77,56	77,00	76,86	76,90	77,75	77,78	77,25	77,25	50,19

6.2.2 SUPERFICIE ARENA 1
INCLINADOS 15 GRADOS

Tabla 6.2.31 Bentonita 14,40% P/P 100 ml													
Longitud Experimental											Longitud Teórica		
(cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,02	0,03	1,17
2,50	0,20	0,21	0,19	0,21	0,19	0,22	0,22	0,20	0,18	0,18	0,20	0,20	2,97
3,50	0,25	0,26	0,25	0,25	0,27	0,24	0,26	0,26	0,25	0,25	0,26	0,26	3,36
4,00	0,42	0,44	0,41	0,45	0,43	0,41	0,42	0,44	0,44	0,44	0,44	0,43	4,35
6,00	0,77	0,77	0,76	0,77	0,76	0,75	0,76	0,76	0,77	0,78	0,76	0,76	5,80
7,00	1,23	1,23	1,21	1,22	1,23	1,22	1,25	1,20	1,22	1,24	1,23	1,23	7,35
10,00	2,42	2,44	2,41	2,44	2,41	2,42	2,42	2,41	2,41	2,42	2,42	2,42	10,32
13,00	4,14	4,10	4,14	4,15	4,11	4,15	4,12	4,14	4,15	4,14	4,13	4,13	13,49
17,00	7,70	7,68	7,71	7,71	7,73	7,71	7,72	7,71	7,69	7,73	7,71	7,71	18,42
22,00	12,93	12,93	12,92	12,92	12,93	12,92	12,92	12,93	12,96	12,96	12,93	12,93	23,86
30,00	22,72	22,67	22,66	22,65	22,70	22,66	22,69	22,66	22,67	22,71	22,68	22,68	31,60
35,00	28,00	29,00	32,15	33,50	29,00	31,00	31,50	29,95	29,00	27,00	30,01	30,01	36,35
46,00	47,59	47,61	47,58	47,60	47,59	47,58	47,61	47,59	47,59	47,60	47,59	47,59	45,78
56,00	68,33	68,35	68,31	68,35	68,32	68,33	68,32	68,30	68,32	68,31	68,32	68,32	54,85

Tabla 6.2.32 Bentonita 14,40% P/P 200 ml													
Longitud Experimental											Longitud Teórica		
(cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	1,55
2,00	0,07	0,06	0,07	0,05	0,07	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,06	0,06	2,37
3,00	0,14	0,11	0,13	0,12	0,13	0,12	0,13	0,14	0,14	0,11	0,13	0,13	3,37
6,00	0,36	0,37	0,38	0,37	0,35	0,35	0,35	0,34	0,35	0,36	0,36	0,36	5,61
9,00	0,80	0,82	0,83	0,81	0,82	0,82	0,78	0,81	0,85	0,85	0,82	0,82	8,50
10,00	0,96	0,98	0,96	0,97	1,01	0,99	1,00	1,02	0,98	1,04	0,99	0,99	9,34
14,00	1,80	1,84	1,79	1,77	1,83	1,80	1,76	1,80	1,83	1,78	1,80	1,80	12,59
17,00	2,84	2,80	2,75	2,78	2,77	2,80	2,78	2,84	2,84	2,75	2,80	2,80	15,69
22,00	4,12	4,11	4,12	4,10	4,13	4,11	4,13	4,11	4,11	4,11	4,12	4,12	19,04
24,00	5,95	5,93	5,91	5,92	5,96	5,97	5,99	5,96	5,96	5,98	5,95	5,95	22,90
29,00	8,83	8,89	8,88	8,86	8,75	8,79	8,78	8,89	8,90	8,79	8,84	8,84	27,90
35,00	12,92	12,95	12,93	12,95	12,93	12,96	12,93	12,95	12,94	12,94	12,94	12,94	33,76
40,00	16,81	16,76	16,79	16,82	16,89	16,75	16,70	16,85	16,77	16,73	16,79	16,79	38,45
46,00	22,66	22,67	22,66	22,72	22,67	22,67	22,65	22,66	22,66	22,71	22,67	22,67	44,69
56,00	33,79	33,77	33,91	33,78	33,92	33,79	33,82	33,77	33,80	33,80	33,82	33,82	54,57
68,00	50,61	50,61	50,59	50,38	50,61	50,37	50,59	50,63	50,38	50,58	50,53	50,53	66,71
87,00	82,69	82,61	82,77	82,67	82,78	82,76	82,73	82,72	82,73	82,71	82,72	82,72	85,35

Tabla 6.2.33 Bentonita 14,40% P/P 300 ml												
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0,00	0,00
2,00	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	1,99
3,50	0,08	0,09	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,08	0,10	0,10	0,09	3,45
4,50	0,17	0,15	0,17	0,17	0,17	0,15	0,16	0,16	0,17	0,16	0,16	4,62
8,00	0,57	0,47	0,49	0,53	0,47	0,57	0,52	0,48	0,58	0,58	0,53	8,33
10,00	0,84	0,78	0,84	0,81	0,79	0,79	0,79	0,81	0,81	0,82	0,81	10,33
11,00	1,04	0,98	1,03	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,98	0,96	0,99	11,43
12,00	1,56	1,46	1,55	1,50	1,59	1,51	1,64	1,64	1,49	1,63	1,56	14,34
14,00	2,05	1,97	2,08	2,01	2,03	2,01	2,02	2,07	2,10	1,99	2,03	16,39
16,00	2,61	2,57	2,49	2,49	2,65	2,50	2,46	2,52	2,57	2,55	2,54	18,32
18,00	2,97	3,02	3,00	3,05	3,01	3,05	2,99	2,99	3,05	2,95	3,01	19,94
20,00	3,47	3,50	3,50	3,49	3,50	3,54	3,51	3,50	3,46	3,47	3,49	21,48
22,00	3,97	4,05	4,02	4,05	4,02	4,04	4,05	4,00	3,96	4,02	4,02	23,04
23,00	4,53	4,55	4,48	4,63	4,61	4,68	4,65	4,54	4,58	4,49	4,57	24,58
24,00	5,92	6,00	5,90	5,99	5,93	5,97	5,91	5,93	5,93	5,96	5,94	28,02
25,00	6,25	6,26	6,26	6,19	6,17	6,27	6,25	6,21	6,16	6,23	6,23	28,68
26,00	7,01	6,96	7,04	6,96	6,98	6,99	6,99	6,96	6,96	7,01	6,99	30,38
30,00	7,96	8,04	8,04	8,02	7,97	7,98	8,04	7,97	8,05	8,02	8,01	32,53
33,00	10,09	10,04	9,97	10,02	10,03	10,02	9,99	9,96	10,09	10,09	10,03	36,40
41,00	15,11	15,08	15,00	15,08	15,10	14,96	15,09	15,06	15,04	14,96	15,05	44,59
48,00	19,97	20,01	19,99	19,95	19,97	19,99	20,13	20,03	20,05	20,15	20,02	51,43
58,00	25,14	25,47	25,64	25,60	25,62	25,43	25,33	25,90	26,06	25,03	25,52	58,06
62,00	30,97	30,35	30,87	30,92	31,64	30,18	29,99	30,49	31,14	30,68	30,72	63,71
67,00	35,44	35,30	35,03	35,20	35,26	35,87	35,69	35,84	35,85	34,99	35,45	68,43
70,00	41,24	40,88	41,98	40,42	41,35	41,42	40,12	41,82	41,41	40,67	41,13	73,71
75,00	45,66	45,09	45,49	45,66	44,99	45,32	45,06	45,38	45,86	46,09	45,46	77,49
77,00	48,17	48,69	48,59	48,38	48,95	48,08	49,10	49,11	49,12	48,39	48,66	80,17

Tabla 6.2.34 Bentonita 15,78% P/P 100 ml												
Longitud Experimental	Tiempo										Media	Longitud Teórica
(cm)	(seg)										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,07	0,04	0,06	0,08	0,05	0,04	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	1,10
2,00	0,21	0,19	0,21	0,21	0,18	0,19	0,19	0,21	0,22	0,20	0,20	2,01
3,00	0,50	0,58	0,49	0,56	0,54	0,57	0,58	0,53	0,57	0,48	0,54	3,28
4,00	0,74	0,72	0,71	0,73	0,78	0,75	0,74	0,71	0,71	0,72	0,73	3,82
5,00	1,20	1,20	1,21	1,24	1,23	1,24	1,25	1,20	1,21	1,25	1,22	4,94
7,00	2,53	2,61	2,64	2,63	2,52	2,59	2,48	2,59	2,47	2,49	2,56	7,15
9,00	4,47	4,65	4,62	4,51	4,47	4,62	4,60	4,49	4,62	4,67	4,57	9,56
12,00	7,73	7,69	7,69	7,69	7,72	7,72	7,70	7,69	7,72	7,71	7,71	12,41
15,00	12,94	12,95	12,92	12,95	12,92	12,93	12,95	12,96	12,96	12,94	12,94	16,08
20,00	22,67	22,70	22,67	22,66	22,70	22,71	22,69	22,68	22,68	22,72	22,69	21,29
29,00	47,62	47,60	47,58	47,59	47,61	47,59	47,58	47,62	47,59	47,62	47,60	30,84
37,00	68,33	68,34	68,32	68,31	68,31	68,33	68,33	68,30	68,32	68,31	68,32	36,95

Tabla 6.2.35 Bentonita 15,78% P/P 200 ml												
Longitud Experimental	Tiempo										Media	Longitud Teórica
(cm)	(seg)										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03	1,09
2,00	0,11	0,14	0,14	0,12	0,14	0,13	0,14	0,13	0,12	0,13	0,13	2,28
3,00	0,27	0,26	0,24	0,26	0,24	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	3,21
4,00	0,35	0,38	0,35	0,37	0,37	0,35	0,37	0,36	0,35	0,37	0,36	3,80
5,00	0,59	0,49	0,54	0,59	0,50	0,50	0,58	0,59	0,56	0,57	0,55	4,69
6,00	0,97	1,04	0,97	0,99	0,97	0,98	0,98	1,01	1,00	1,05	1,00	6,31
8,00	1,84	1,84	1,79	1,76	1,79	1,81	1,83	1,79	1,79	1,81	1,81	8,50
10,00	2,78	2,63	2,74	2,70	2,73	2,78	2,72	2,69	2,65	2,79	2,72	10,43
12,00	4,03	3,97	4,04	4,00	3,98	3,99	3,95	4,00	4,01	4,02	4,00	12,64
15,00	5,91	5,90	5,93	5,96	5,96	5,97	6,00	5,99	5,92	5,99	5,95	15,42
19,00	8,90	8,88	8,81	8,89	8,87	8,77	8,81	8,87	8,87	8,76	8,84	18,80
23,00	12,96	12,92	12,94	12,92	12,94	12,96	12,95	12,95	12,95	12,96	12,94	22,74
27,00	16,79	16,78	16,81	16,76	16,78	16,95	16,92	16,80	16,91	16,93	16,84	25,94
32,00	22,70	22,70	22,68	22,67	22,67	22,69	22,72	22,67	22,67	22,71	22,69	30,11
38,00	35,50	35,29	35,76	35,03	35,86	35,85	35,45	35,69	35,68	35,17	35,53	37,68
45,00	48,83	48,71	48,11	48,45	49,14	48,97	48,54	48,65	48,23	48,02	48,56	44,05
55,00	82,63	82,72	82,70	82,77	82,78	82,63	82,66	82,77	82,72	82,76	82,71	57,49

Tabla 6.2.36 Bentonita 15,78% P/P 300 ml													
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,16	0,17	0,16	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,16	0,15	0,16	0,16	3,07
5,00	0,57	0,54	0,52	0,54	0,50	0,45	0,49	0,49	0,52	0,54	0,52	0,52	5,56
6,00	0,78	0,70	0,71	0,74	0,75	0,77	0,77	0,75	0,77	0,74	0,75	0,75	6,70
10,00	1,60	1,51	1,64	1,52	1,50	1,62	1,64	1,52	1,51	1,51	1,56	1,56	9,66
11,00	2,09	2,04	1,98	2,09	1,96	1,97	2,08	1,97	2,02	1,96	2,02	2,02	10,99
12,00	2,75	2,64	2,65	2,64	2,64	2,71	2,73	2,70	2,67	2,64	2,68	2,68	12,67
13,00	3,05	3,02	3,03	2,99	3,04	3,03	2,98	2,96	2,99	3,04	3,01	3,01	13,44
14,00	3,51	3,50	3,62	3,54	3,61	3,53	3,65	3,45	3,63	3,64	3,57	3,57	14,62
16,00	4,74	4,66	4,46	4,64	4,56	4,65	4,70	4,74	4,55	4,70	4,64	4,64	16,68
18,00	5,43	5,37	5,38	5,38	5,43	5,37	5,37	5,39	5,42	5,42	5,40	5,40	17,98
19,00	6,31	6,28	6,26	6,19	6,24	6,30	6,26	6,19	6,18	6,23	6,24	6,24	19,35
20,00	7,70	7,71	7,70	7,72	7,68	7,70	7,70	7,70	7,71	7,70	7,70	7,70	21,49
22,00	8,96	9,07	8,99	9,08	9,05	9,09	9,05	8,96	8,97	8,99	9,02	9,02	23,25
24,00	10,49	10,48	10,54	10,62	10,62	10,60	10,63	10,57	10,48	10,53	10,56	10,56	25,16
26,00	12,22	12,24	12,26	12,28	12,27	12,30	12,29	12,21	12,22	12,27	12,25	12,25	27,10
28,00	14,42	14,08	14,26	14,49	14,62	14,86	14,94	14,08	14,95	14,23	14,49	14,49	29,47
30,00	16,52	16,59	16,56	16,56	16,59	16,59	16,56	16,58	16,51	16,57	16,56	16,56	31,51
33,00	19,48	19,56	19,50	19,52	19,53	19,42	19,51	19,53	19,53	19,55	19,51	19,51	34,20

Tabla 6.2.37 Bentonita 16,76% P/P 100 ml													
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,07	0,07	0,06	0,08	0,06	0,06	0,08	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,83
2,00	0,25	0,27	0,25	0,27	0,25	0,25	0,26	0,24	0,25	0,26	0,26	0,26	1,67
3,00	0,66	0,67	0,67	0,68	0,66	0,68	0,68	0,65	0,67	0,67	0,67	0,67	2,71
5,00	2,27	2,25	2,29	2,28	2,30	2,29	2,25	2,25	2,25	2,28	2,27	2,27	4,99
6,00	4,10	4,15	4,10	4,11	4,10	4,12	4,15	4,14	4,13	4,10	4,12	4,12	6,71
8,00	7,14	7,05	7,11	7,08	7,05	7,15	7,14	7,06	7,05	7,08	7,09	7,09	8,81
11,00	12,92	12,96	12,92	12,90	12,97	13,00	12,92	12,97	12,95	12,95	12,95	12,95	11,90
14,00	22,67	22,70	22,69	22,67	22,67	22,68	22,68	22,66	22,71	22,71	22,68	22,68	15,75
21,00	47,67	47,53	47,52	47,53	47,60	47,58	47,57	47,58	47,57	47,67	47,58	47,58	22,82
25,00	68,35	68,50	68,05	68,59	68,10	68,45	68,48	68,04	68,16	68,47	68,32	68,32	27,34

Tabla 6.2.38 Bentonita 16,76% P/P 200 ml												
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica
(cm)	Tiempo										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,07	0,05	0,07	0,06	0,04	0,06	1,17
2,00	0,14	0,13	0,12	0,12	0,12	0,15	0,14	0,15	0,12	0,12	0,13	1,69
3,00	0,51	0,51	0,49	0,51	0,52	0,52	0,52	0,49	0,50	0,51	0,51	3,33
4,00	0,85	0,85	0,85	0,81	0,79	0,84	0,75	0,85	0,84	0,78	0,82	4,24
6,00	1,86	1,86	1,87	1,79	1,89	1,88	1,87	1,82	1,82	1,82	1,85	6,36
7,00	2,25	2,27	2,29	2,29	2,29	2,30	2,26	2,28	2,27	2,30	2,28	7,06
9,00	4,08	4,07	4,01	4,05	3,98	3,97	4,07	3,98	4,07	4,00	4,03	9,39
11,00	5,92	5,93	5,95	5,96	5,93	5,91	6,00	5,96	5,91	5,91	5,94	11,40
13,00	8,83	8,75	8,79	8,76	8,76	8,89	8,80	8,87	8,78	8,76	8,80	13,88
15,00	12,27	12,25	12,20	12,23	12,27	12,21	12,24	12,22	12,23	12,25	12,24	16,36
18,00	16,59	16,51	16,60	16,51	16,60	16,51	16,55	16,60	16,55	16,59	16,56	19,04
23,00	22,66	22,65	22,68	22,66	22,68	22,71	22,68	22,67	22,67	22,65	22,67	22,27
26,00	35,67	35,69	36,01	35,68	35,88	35,36	35,39	35,61	36,03	35,53	35,68	27,94
34,00	50,37	50,35	50,56	50,35	50,67	50,66	50,47	50,53	50,55	50,51	50,50	33,24
41,00	82,72	82,71	82,77	82,64	82,79	82,75	82,66	82,61	82,77	82,62	82,70	42,54

Tabla 6.2.39 Bentonita 16,76% P/P 300 ml												
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica
(cm)	Tiempo										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,17	0,16	0,17	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,16	0,16	2,30
4,00	0,50	0,50	0,50	0,48	0,51	0,50	0,52	0,50	0,49	0,51	0,50	4,05
5,00	0,67	0,72	0,67	0,73	0,74	0,75	0,72	0,68	0,70	0,72	0,71	4,83
6,00	1,03	1,00	0,96	1,04	0,96	1,03	1,03	1,01	1,05	0,97	1,01	5,76
7,00	1,34	1,26	1,29	1,28	1,26	1,29	1,35	1,34	1,27	1,35	1,30	6,54
9,00	2,71	2,72	2,77	2,71	2,70	2,66	2,81	2,66	2,81	2,76	2,73	9,47
10,00	3,02	3,02	3,08	3,05	3,11	3,14	3,10	3,06	3,11	3,00	3,07	10,04
11,00	3,68	3,72	3,73	3,73	3,66	3,68	3,70	3,75	3,69	3,69	3,70	11,02
12,00	4,39	4,42	4,56	4,35	4,24	4,31	4,33	4,52	4,29	4,51	4,39	12,00
13,00	5,40	5,38	5,42	5,38	5,34	5,39	5,44	5,41	5,32	5,41	5,39	13,30
15,00	6,49	6,46	6,60	6,51	6,48	6,55	6,43	6,59	6,43	6,45	6,50	14,61
16,00	7,72	7,69	7,70	7,72	7,70	7,71	7,68	7,71	7,70	7,72	7,71	15,90
17,00	9,07	9,00	8,97	9,00	9,01	8,99	9,01	9,10	9,05	9,08	9,03	17,21
19,00	10,62	10,46	10,55	10,56	10,62	10,51	10,62	10,48	10,56	10,58	10,55	18,61
20,00	12,71	12,33	12,41	12,50	12,65	12,45	12,23	12,21	12,27	12,64	12,44	20,21
22,00	14,88	14,88	14,86	14,84	14,89	14,87	14,78	14,82	14,82	14,83	14,85	22,08
23,00	17,23	17,32	17,67	17,76	17,67	17,59	17,71	17,55	17,06	17,16	17,47	23,95
25,00	20,37	20,45	20,74	20,65	20,76	20,57	20,72	20,54	20,91	20,38	20,61	26,01

Tabla 6.2.40 Fuel Oil 100 ml												
Longitud											Longitud	
Experimental	Tiempo										Media	Teórica
(cm)	(seg)										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,03	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	2,67
4,00	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	3,71
5,00	0,12	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,14	0,15	0,15	0,14	0,13	4,88
6,00	0,20	0,19	0,20	0,18	0,19	0,21	0,18	0,19	0,18	0,18	0,19	5,85
7,00	0,35	0,33	0,32	0,33	0,35	0,34	0,32	0,32	0,32	0,31	0,33	7,71
9,00	0,50	0,46	0,48	0,47	0,49	0,49	0,46	0,48	0,49	0,48	0,48	9,29
11,00	0,64	0,69	0,62	0,67	0,62	0,65	0,66	0,69	0,65	0,69	0,66	10,89
12,00	0,82	0,77	0,77	0,82	0,79	0,78	0,76	0,84	0,79	0,82	0,80	11,97
13,00	0,99	0,96	1,05	1,02	1,00	1,02	1,05	0,99	1,01	1,04	1,01	13,50
15,00	1,34	1,34	1,29	1,26	1,28	1,27	1,28	1,28	1,28	1,26	1,29	15,22
32,00	5,55	5,64	5,61	5,35	5,64	5,31	5,31	5,33	5,55	5,58	5,49	31,42
44,00	9,90	9,81	9,81	9,83	9,81	9,86	9,82	9,87	9,80	9,83	9,83	42,06
55,00	15,87	15,78	15,88	15,71	15,64	15,85	15,87	15,53	15,56	15,76	15,74	53,22
66,00	23,25	23,31	23,18	23,33	23,42	23,15	23,34	23,64	23,38	23,52	23,35	64,82
77,00	31,98	31,70	31,77	31,87	31,74	31,58	31,58	31,90	31,80	31,61	31,75	75,58
89,00	43,55	43,25	43,37	43,68	42,61	42,33	42,49	41,75	42,98	42,48	42,85	87,80

Tabla 6.2.41 Fuel Oil 200 ml													
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica	
(cm)	Tiempo										(seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	3,18
4,00	0,05	0,05	0,05	0,06	0,08	0,07	0,08	0,06	0,08	0,06	0,06	0,06	4,78
6,00	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,08	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	5,69
7,00	0,14	0,12	0,12	0,14	0,11	0,13	0,12	0,12	0,12	0,15	0,13	0,13	6,73
8,00	0,18	0,19	0,17	0,17	0,19	0,18	0,19	0,18	0,19	0,18	0,18	0,18	8,12
9,00	0,21	0,22	0,23	0,22	0,21	0,21	0,22	0,21	0,22	0,22	0,22	0,22	8,83
13,00	0,50	0,49	0,50	0,50	0,51	0,48	0,49	0,49	0,49	0,51	0,49	0,49	13,34
17,00	1,01	1,05	1,04	1,02	1,00	1,03	1,02	0,98	1,02	1,00	1,02	1,02	19,12
22,00	1,51	1,46	1,48	1,45	1,47	1,47	1,50	1,50	1,54	1,49	1,49	1,49	23,14
25,00	2,04	2,08	1,99	2,03	2,02	2,02	1,98	2,00	2,10	2,01	2,03	2,03	27,00
31,00	2,56	2,46	2,56	2,44	2,44	2,67	2,57	2,63	2,47	2,63	2,54	2,54	30,25
33,00	3,09	2,97	3,09	3,03	3,07	3,06	2,99	2,95	3,09	2,92	3,03	3,03	33,00
36,00	3,55	3,49	3,48	3,55	3,47	3,46	3,55	3,51	3,50	3,49	3,50	3,50	35,51
39,00	4,58	4,16	4,65	4,44	4,68	4,17	4,56	4,21	4,22	4,39	4,41	4,41	39,82
44,00	5,49	5,66	5,37	5,53	5,40	5,44	5,61	5,20	5,31	5,37	5,44	5,44	44,24
51,00	6,96	6,98	7,07	7,04	7,04	7,06	7,11	6,97	7,03	7,10	7,04	7,04	50,32
54,00	7,95	8,10	7,92	7,97	8,05	7,94	7,95	8,05	7,93	7,93	7,98	7,98	53,59
58,00	8,99	8,97	9,11	8,99	8,99	9,05	9,00	9,07	9,05	8,99	9,02	9,02	56,97
63,00	10,65	11,05	10,60	10,66	11,00	10,63	10,84	10,85	11,00	10,77	10,80	10,80	62,35
67,00	12,26	12,39	12,39	12,48	12,55	12,08	12,34	12,24	12,52	12,21	12,35	12,35	66,65
72,00	14,00	13,98	13,99	13,99	14,00	13,96	13,95	14,00	14,01	13,97	13,99	13,99	70,94
78,00	15,90	15,84	15,64	15,72	16,41	16,39	16,42	15,81	16,15	16,50	16,08	16,08	76,06
82,00	18,03	18,04	18,48	17,99	18,29	18,08	17,92	17,77	18,20	18,15	18,10	18,10	80,69

Tabla 6.2.42 Fuel Oil 300 ml													
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica	
(cm)	Tiempo (seg)										(seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	3,95
6,00	0,07	0,07	0,08	0,05	0,08	0,05	0,07	0,06	0,07	0,05	0,05	0,06	5,92
7,00	0,10	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	6,99
8,00	0,12	0,12	0,13	0,12	0,13	0,15	0,12	0,13	0,14	0,12	0,12	0,13	8,31
9,00	0,16	0,18	0,17	0,16	0,19	0,17	0,19	0,19	0,18	0,19	0,18	0,18	9,82
10,00	0,23	0,21	0,22	0,21	0,20	0,23	0,22	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	10,75
14,00	0,36	0,36	0,33	0,35	0,35	0,33	0,33	0,35	0,36	0,35	0,35	0,35	13,68
17,00	0,48	0,50	0,51	0,51	0,50	0,51	0,48	0,49	0,49	0,50	0,50	0,50	16,39
26,00	1,52	1,48	1,55	1,46	1,49	1,49	1,54	1,46	1,50	1,48	1,50	1,50	28,42
32,00	1,84	1,79	1,78	1,80	1,80	1,90	1,83	1,88	1,84	1,87	1,83	1,83	31,46
38,00	2,58	2,47	2,56	2,63	2,66	2,59	2,62	2,58	2,48	2,42	2,56	2,56	37,18
44,00	3,53	3,44	3,54	3,55	3,44	3,47	3,52	3,50	3,45	3,43	3,49	3,49	43,39
49,00	4,67	4,55	4,70	4,67	4,29	4,14	4,37	4,38	4,53	4,35	4,47	4,47	49,10
55,00	5,24	5,48	5,50	5,56	5,52	5,41	5,55	5,42	5,17	5,29	5,42	5,42	54,06
58,00	6,01	6,14	5,99	6,03	6,03	6,03	6,05	6,09	6,14	6,03	6,05	6,05	57,16
60,00	6,59	6,57	6,66	6,74	6,51	6,55	6,46	6,50	6,54	6,53	6,57	6,57	59,53
65,00	7,48	7,63	7,61	7,73	7,69	7,60	7,70	7,51	7,52	7,55	7,60	7,60	64,06
76,00	9,06	8,99	9,06	9,09	9,00	9,08	9,00	9,01	8,97	8,97	9,02	9,02	69,79
75,00	9,98	10,07	10,01	10,01	9,97	10,04	10,07	10,08	10,11	10,03	10,04	10,04	73,60
82,00	12,12	12,02	11,97	12,01	12,40	12,20	12,17	12,35	12,43	12,13	12,18	12,18	81,08
87,00	13,99	13,98	13,95	13,97	13,96	13,96	13,97	13,97	13,98	13,99	13,97	13,97	86,84
91,00	15,02	15,13	15,05	15,06	15,09	15,13	15,07	15,00	15,01	15,02	15,06	15,06	90,16

Tabla 6.2.43 Orimulsión Oil 100 ml													
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,05	0,04	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	1,75
3,00	0,09	0,10	0,15	0,12	0,13	0,12	0,14	0,12	0,15	0,11	0,12	0,12	2,69
4,00	0,21	0,22	0,18	0,26	0,21	0,25	0,23	0,18	0,26	0,21	0,22	0,22	3,61
5,00	0,49	0,55	0,50	0,48	0,49	0,51	0,56	0,54	0,54	0,53	0,52	0,52	5,53
7,00	0,84	0,84	0,84	0,81	0,79	0,84	0,81	0,83	0,77	0,80	0,82	0,82	6,95
8,00	1,00	0,96	1,01	0,99	1,01	1,00	1,01	1,03	0,97	1,00	1,00	1,00	7,68
9,00	1,28	1,28	1,30	1,27	1,18	1,34	1,32	1,32	1,23	1,20	1,27	1,27	8,67
10,00	1,52	1,47	1,55	1,51	1,46	1,52	1,47	1,48	1,50	1,55	1,50	1,50	9,42
13,00	2,66	2,67	2,44	2,61	2,61	2,51	2,67	2,63	2,54	2,56	2,59	2,59	12,37
17,00	5,58	5,12	5,49	5,30	5,53	5,49	5,00	5,54	5,57	5,11	5,37	5,37	17,82
22,00	8,04	8,00	8,08	8,04	8,02	8,10	7,96	8,02	7,95	8,03	8,02	8,02	21,78
28,00	12,46	12,53	12,47	12,49	12,55	12,54	12,48	12,50	12,55	12,47	12,50	12,50	27,18
31,00	15,58	15,51	15,50	15,40	15,49	15,61	15,60	15,38	15,58	15,62	15,53	15,53	30,29
36,00	20,44	20,51	20,35	20,38	20,56	20,58	20,32	20,43	20,59	20,49	20,46	20,46	34,78
39,00	25,49	25,35	25,56	25,47	25,31	25,64	25,37	25,32	25,68	25,61	25,48	25,48	38,81
44,00	30,79	30,61	30,77	30,82	30,92	30,85	30,63	30,76	30,81	30,62	30,76	30,76	42,64
48,00	36,59	36,07	36,57	36,07	36,53	36,32	36,13	36,36	36,31	36,54	36,35	36,35	46,35
52,00	44,11	44,54	44,12	44,15	44,24	44,47	44,23	44,13	44,57	44,29	44,28	44,28	51,16
59,00	57,23	57,08	57,09	57,08	57,17	57,10	57,04	57,26	57,14	57,26	57,14	57,14	58,12
63,00	64,35	64,57	64,21	64,52	64,56	64,06	64,54	64,59	64,23	64,45	64,41	64,41	61,70
66,00	70,13	70,00	70,11	70,10	70,09	69,94	70,11	69,99	70,01	69,98	70,05	70,05	64,34
69,00	80,05	80,06	80,23	80,33	80,38	80,42	80,12	80,34	80,63	80,50	80,31	80,31	68,89
72,00	86,39	86,35	86,20	86,08	86,17	86,67	86,69	86,18	86,60	86,56	86,39	86,39	71,45
74,00	95,78	95,59	95,66	95,67	95,11	95,61	96,02	95,50	95,66	95,58	95,62	95,62	75,17

Tabla 6.2.44 Orimulsión Oil 200 ml												Longitud	
Longitud	Tiempo										Media	Longitud	
Experimental											(seg)	Teórica	
(cm)	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	(seg)	(cm)	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
3,00	0,06	0,06	0,05	0,05	0,08	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	2,64
4,00	0,15	0,11	0,12	0,12	0,14	0,14	0,14	0,12	0,12	0,11	0,13	0,13	3,88
5,00	0,23	0,19	0,19	0,20	0,22	0,19	0,22	0,26	0,21	0,20	0,21	0,21	4,99
6,00	0,34	0,31	0,31	0,33	0,34	0,35	0,31	0,33	0,34	0,34	0,34	0,33	6,25
8,00	0,52	0,47	0,47	0,49	0,56	0,52	0,53	0,49	0,50	0,46	0,50	0,50	7,69
9,00	0,83	0,78	0,81	0,79	0,76	0,82	0,84	0,82	0,81	0,80	0,81	0,81	9,76
11,00	1,00	1,03	0,97	1,02	0,97	1,01	0,97	1,03	0,96	1,01	1,00	1,00	10,86
15,00	1,87	1,81	1,88	1,88	1,84	1,80	1,82	1,81	1,84	1,82	1,84	1,84	14,73
19,00	2,75	2,63	2,69	2,90	2,85	2,71	2,76	2,82	2,67	2,93	2,77	2,77	18,10
22,00	4,65	4,57	4,53	4,55	4,67	4,54	4,50	4,64	4,52	4,34	4,55	4,55	23,19
26,00	6,24	6,27	6,37	6,17	6,34	6,39	6,21	6,38	6,38	6,24	6,30	6,30	27,29
31,00	8,84	8,88	8,88	8,72	8,93	8,76	8,68	8,92	8,87	8,93	8,84	8,84	32,33
36,00	11,82	11,65	11,83	11,72	11,91	11,67	11,85	11,67	11,75	11,63	11,75	11,75	37,27
41,00	14,91	14,80	14,93	14,94	14,82	14,83	14,87	14,72	14,88	14,89	14,86	14,86	41,91
46,00	19,33	19,23	19,23	19,32	19,20	19,29	19,25	19,31	19,22	19,27	19,26	19,26	47,72
49,00	21,71	21,65	21,87	21,62	21,73	21,66	21,93	21,70	21,75	21,84	21,75	21,75	50,70
54,00	27,67	27,81	27,82	27,76	27,88	27,82	27,89	27,76	27,94	27,66	27,80	27,80	57,32
60,00	32,84	32,80	32,80	32,81	32,61	32,67	32,76	32,88	32,73	32,74	32,76	32,76	62,23
65,00	38,36	38,38	38,38	38,21	38,13	38,31	38,19	38,38	38,16	38,32	38,28	38,28	67,27
70,00	44,01	44,05	44,00	43,99	44,10	43,97	44,03	44,05	44,11	44,06	44,04	44,04	72,15
74,00	51,24	51,68	51,46	51,40	51,42	51,13	51,39	51,32	51,55	51,51	51,41	51,41	77,95
76,00	48,18	47,82	49,88	48,38	48,10	57,70	50,67	50,40	54,07	55,63	51,08	51,08	77,71

Tabla 6.2.45 Orimulsión Oil 300 ml													
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	2,97
4,00	0,09	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	4,04
5,00	0,14	0,14	0,12	0,13	0,11	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	4,74
6,00	0,18	0,26	0,21	0,20	0,21	0,25	0,24	0,18	0,19	0,22	0,21	0,21	6,17
9,00	0,51	0,50	0,55	0,58	0,49	0,48	0,57	0,51	0,55	0,49	0,52	0,52	9,63
14,00	1,01	1,02	1,04	0,98	1,01	1,05	0,99	0,98	0,97	1,04	1,01	1,01	13,37
16,00	1,41	1,45	1,36	1,27	1,27	1,34	1,39	1,31	1,34	1,50	1,36	1,36	15,55
23,00	2,61	2,58	2,64	2,58	2,63	2,58	2,55	2,50	2,65	2,51	2,58	2,58	21,40
26,00	3,46	3,45	3,55	3,47	3,48	3,44	3,46	3,50	3,50	3,49	3,48	3,48	24,84
29,00	4,72	4,57	4,75	4,60	4,47	4,35	4,55	4,34	4,66	4,59	4,56	4,56	28,44
34,00	6,19	6,39	6,28	6,30	6,29	6,23	6,17	6,39	6,30	6,27	6,28	6,28	33,37
39,00	8,24	8,35	8,14	8,31	8,28	8,34	8,34	8,28	8,19	8,36	8,28	8,28	38,32
43,00	9,98	10,10	10,04	9,97	10,03	10,06	9,98	10,07	9,99	10,10	10,03	10,03	42,17
47,00	12,55	12,55	12,37	12,42	12,52	12,40	12,30	12,28	12,28	12,43	12,41	12,41	46,91
53,00	14,93	14,67	14,84	14,81	14,82	14,94	14,69	14,65	14,80	14,64	14,78	14,78	51,19
57,00	17,26	17,23	17,23	17,27	17,32	17,24	17,22	17,22	17,17	17,14	17,23	17,23	55,27
60,00	19,61	19,77	19,95	19,60	19,69	19,29	19,38	19,68	19,47	19,56	19,60	19,60	58,95
64,00	22,71	21,97	22,81	22,02	22,92	22,09	22,38	22,37	22,71	22,85	22,48	22,48	63,14
68,00	25,34	25,22	25,35	25,23	25,17	25,33	25,43	25,39	25,30	25,23	25,30	25,30	66,98
72,00	28,11	27,69	28,01	27,92	27,90	27,97	28,08	27,69	27,84	27,89	27,91	27,91	70,34
75,00	30,06	29,96	30,13	30,08	30,10	30,04	30,08	30,10	30,12	29,98	30,07	30,07	73,01

INCLINADOS 5 GRADOS

Tabla 6.2.46 Bentonita 14,40% P/P 100 ml													
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	1,37
2,00	0,32	0,33	0,32	0,32	0,30	0,35	0,34	0,31	0,31	0,34	0,32	0,32	2,19
2,50	0,46	0,48	0,46	0,50	0,50	0,49	0,51	0,47	0,49	0,47	0,48	0,48	2,67
3,50	0,89	0,95	0,88	0,84	0,91	0,92	0,88	0,94	0,91	0,93	0,91	0,91	3,67
4,00	1,18	1,14	1,15	1,19	1,13	1,16	1,15	1,17	1,15	1,13	1,15	1,15	4,14
5,50	2,09	2,08	2,14	2,03	2,15	2,17	1,98	2,11	2,05	1,93	2,07	2,07	5,54
6,50	2,82	2,81	2,77	2,88	2,96	2,79	2,85	2,92	2,92	2,72	2,84	2,84	6,49
7,00	3,60	3,61	3,27	3,53	3,40	3,58	3,29	3,37	3,32	3,35	3,43	3,43	7,13

Tabla 6.2.47 Bentonita 14,40% P/P 200 ml													
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica	
(cm)	Tiempo										(seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,10	0,14	0,11	0,14	0,12	0,12	0,15	0,09	0,13	0,12	0,12	0,12	1,90
4,00	0,48	0,50	0,46	0,49	0,48	0,46	0,46	0,48	0,49	0,49	0,48	0,48	3,77
5,00	0,89	0,91	0,89	0,86	0,91	0,89	0,85	0,94	0,86	0,91	0,89	0,89	5,14
6,00	0,98	1,04	1,04	0,97	1,01	1,00	1,01	1,01	1,04	1,00	1,01	1,01	5,47
7,00	1,56	1,47	1,45	1,55	1,56	1,53	1,50	1,52	1,50	1,52	1,52	1,52	6,70
8,00	1,96	2,10	2,16	1,95	2,12	1,93	1,96	2,05	2,12	2,11	2,05	2,05	7,79
9,00	2,84	2,76	2,83	2,80	2,76	2,80	2,74	2,84	2,74	2,82	2,79	2,79	9,10
10,00	3,16	3,11	3,07	3,07	3,11	3,06	3,15	3,11	3,09	3,12	3,11	3,11	9,60
11,00	3,96	3,94	4,15	4,11	4,09	4,07	4,10	4,15	3,97	3,99	4,05	4,05	10,96

Tabla 6.2.48 Bentonita 14,40% P/P 300 ml													
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica	
(cm)	Tiempo										(seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,03	0,04	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03	1,16
2,00	0,12	0,11	0,14	0,12	0,11	0,12	0,13	0,14	0,14	0,11	0,12	0,12	2,34
3,00	0,17	0,19	0,19	0,18	0,17	0,18	0,17	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	2,83
4,50	0,53	0,49	0,51	0,50	0,50	0,53	0,52	0,52	0,53	0,52	0,52	0,52	4,79
5,00	0,61	0,58	0,64	0,64	0,59	0,60	0,62	0,60	0,62	0,60	0,61	0,61	5,20
6,00	0,80	0,78	0,84	0,80	0,78	0,76	0,81	0,82	0,77	0,81	0,80	0,80	5,96
7,00	1,02	0,98	1,01	1,01	1,05	1,05	0,97	1,07	1,07	1,05	1,03	1,03	6,76
11,00	2,67	2,88	2,79	2,81	2,61	2,92	2,94	2,66	2,92	2,82	2,80	2,80	11,17
12,00	3,11	2,98	3,09	3,07	3,04	3,07	3,08	3,11	3,01	3,09	3,07	3,07	11,68

Tabla 6.2.49 Bentonita 15,78% P/P 100 ml													
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica	
(cm)	Tiempo										(seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,87
2,00	0,47	0,47	0,46	0,47	0,47	0,46	0,47	0,48	0,47	0,48	0,47	0,47	1,78
2,50	0,92	0,87	0,93	0,89	0,88	0,90	0,94	0,91	0,88	0,89	0,90	0,90	2,46
3,50	2,16	2,13	2,09	2,07	2,12	2,11	1,94	2,11	2,07	1,99	2,08	2,08	3,74
4,00	2,90	2,81	2,92	2,74	2,90	2,92	2,80	2,94	2,71	2,82	2,84	2,84	4,37
4,50	3,03	3,03	3,07	3,03	3,05	3,07	3,02	3,05	2,99	3,16	3,05	3,05	4,53
5,00	3,50	3,47	3,50	3,51	3,48	3,46	3,50	3,48	3,50	3,49	3,49	3,49	4,85

Tabla 6.2.50 Bentonita 15,78% P/P 200 ml													
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica	
(cm)	Tiempo										(seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,12	0,11	0,10	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11	1,20
2,00	0,46	0,57	0,47	0,53	0,53	0,53	0,52	0,52	0,54	0,54	0,52	0,52	2,64
3,00	0,81	0,78	0,85	0,79	0,82	0,85	0,83	0,82	0,80	0,81	0,82	0,82	3,32
3,50	1,01	1,04	1,03	0,96	1,04	1,01	1,02	1,02	1,00	0,98	1,01	1,01	3,69
4,50	1,53	1,45	1,47	1,53	1,55	1,54	1,55	1,47	1,51	1,49	1,51	1,51	4,50
5,50	2,08	2,10	2,05	2,04	2,10	2,05	2,13	1,96	2,07	2,08	2,07	2,07	5,27
6,00	2,67	2,77	2,78	2,91	2,78	2,65	2,78	2,73	2,75	2,76	2,76	2,76	6,09
7,00	3,56	3,55	3,55	3,48	3,52	3,47	3,46	3,52	3,54	3,50	3,51	3,51	6,88
7,50	4,02	4,00	3,99	4,03	4,03	4,01	4,04	4,00	4,04	4,01	4,02	4,02	7,35

Tabla 6.2.51 Bentonita 15,78% P/P 300 ml													
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica	
(cm)	Tiempo										(seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,07	0,06	0,08	0,05	0,06	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	1,13
2,00	0,18	0,17	0,18	0,19	0,18	0,19	0,18	0,18	0,18	0,19	0,18	0,18	1,91
2,50	0,28	0,25	0,27	0,24	0,28	0,29	0,27	0,28	0,25	0,25	0,27	0,27	2,32
3,00	0,46	0,49	0,50	0,47	0,47	0,48	0,48	0,48	0,47	0,48	0,48	0,48	3,11
3,50	0,62	0,63	0,61	0,60	0,58	0,58	0,59	0,59	0,60	0,58	0,60	0,60	3,48
4,00	0,79	0,82	0,82	0,83	0,80	0,79	0,84	0,80	0,85	0,80	0,81	0,81	4,05
4,50	0,97	0,96	0,97	0,99	0,99	1,01	1,00	0,97	0,99	0,97	0,98	0,98	4,45
7,00	2,85	2,50	2,92	2,77	2,84	2,68	2,66	2,59	2,52	2,66	2,70	2,70	7,38
8,00	2,97	2,98	3,01	3,03	2,98	3,00	3,00	2,99	3,02	3,02	3,00	3,00	7,78

Tabla 6.2.52 Bentonita 16,76% P/P 100 ml													
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica	
(cm)	Tiempo										(seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,34	0,26	0,25	0,35	0,24	0,38	0,23	0,24	0,38	0,25	0,29	0,29	1,04
1,50	0,56	0,58	0,58	0,56	0,56	0,56	0,57	0,57	0,57	0,58	0,57	0,57	1,45
2,00	1,14	1,13	1,13	1,12	1,12	1,13	1,15	1,14	1,14	1,15	1,13	1,13	2,04
3,00	3,00	2,97	3,00	3,03	2,97	3,03	2,97	3,01	3,02	2,99	3,00	3,00	3,32
4,50	5,04	5,03	5,03	5,04	5,05	5,04	4,99	5,00	5,01	5,03	5,02	5,02	4,30

Tabla 6.2.53 Bentonita 16,76% P/P 200 ml												
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,49	0,58	0,59	0,52	0,56	0,52	0,57	0,51	0,58	0,46	0,54	1,99
3,00	1,03	0,99	0,99	0,98	1,02	1,02	1,01	1,02	1,01	1,03	1,01	2,73
3,50	1,52	1,50	1,56	1,48	1,47	1,55	1,52	1,53	1,52	1,50	1,51	3,34
4,00	2,02	2,14	2,05	2,00	2,00	1,96	2,12	2,12	2,14	2,11	2,07	3,90
4,50	2,59	2,46	2,58	2,52	2,46	2,64	2,43	2,50	2,57	2,60	2,53	4,32
5,00	3,50	3,46	3,47	3,48	3,50	3,47	3,48	3,50	3,50	3,50	3,49	5,07
5,50	4,56	4,38	4,66	4,53	4,43	4,43	4,42	4,38	4,47	4,46	4,47	5,74
6,00	5,57	5,42	6,12	5,06	5,69	5,56	5,14	5,46	5,96	5,85	5,58	6,41
7,50	7,06	6,99	7,13	6,97	7,14	7,05	7,05	7,04	7,01	7,04	7,05	7,21

Tabla 6.2.54 Bentonita 16,76% P/P 300 ml												
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,55	0,55	0,49	0,57	0,46	0,54	0,55	0,47	0,55	0,49	0,52	2,40
3,00	0,97	0,97	0,96	1,00	0,98	1,01	1,00	0,99	0,98	1,02	0,99	3,31
4,00	1,55	1,46	1,45	1,48	1,53	1,48	1,49	1,47	1,48	1,48	1,49	4,06
4,50	2,08	2,12	1,95	1,98	1,96	2,02	2,03	2,00	1,99	2,11	2,02	4,73
5,00	2,46	2,51	2,51	2,52	2,59	2,50	2,62	2,42	2,50	2,60	2,52	5,28
5,50	2,99	2,99	2,96	3,03	3,04	2,98	3,04	3,01	2,99	3,04	3,01	5,77
6,50	4,00	4,00	4,00	4,01	4,04	4,02	4,02	4,05	4,03	4,02	4,02	6,67
7,50	5,04	5,01	5,05	5,03	5,03	4,98	5,04	4,99	4,99	5,05	5,02	7,45
8,00	5,78	5,41	5,65	5,21	5,18	5,69	5,47	5,45	4,97	5,88	5,47	7,77
9,00	7,05	6,95	7,11	6,97	6,96	6,98	7,10	7,12	7,09	7,08	7,04	8,82
9,50	7,98	8,08	7,97	8,01	8,03	8,00	8,14	8,10	8,09	7,97	8,04	9,43
10,00	9,11	9,06	9,03	9,14	9,04	8,97	8,99	9,10	9,04	9,03	9,05	10,00
11,00	10,06	10,02	9,97	10,03	10,14	10,00	10,08	9,98	10,02	10,02	10,03	10,53
12,00	11,13	11,00	11,05	11,07	10,98	11,14	11,07	11,10	11,01	11,00	11,06	11,05

Tabla 6.2.55 Fuel Oil 100 ml													
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,50	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	1,32
2,00	0,08	0,05	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,05	0,07	0,06	0,06	0,06	1,96
3,00	0,19	0,18	0,19	0,19	0,18	0,17	0,19	0,17	0,19	0,19	0,18	0,18	3,33
4,50	0,39	0,34	0,32	0,34	0,40	0,34	0,31	0,35	0,36	0,40	0,35	0,35	4,63
5,50	0,50	0,57	0,50	0,46	0,52	0,50	0,54	0,48	0,57	0,53	0,52	0,52	5,60
7,00	0,78	0,80	0,84	0,87	0,75	0,86	0,80	0,86	0,83	0,82	0,82	0,82	7,06
8,00	0,99	0,97	0,97	1,02	0,98	0,97	1,02	0,98	0,98	0,96	0,98	0,98	7,72
11,00	1,96	2,14	2,00	2,10	2,17	1,93	2,12	2,13	1,92	2,11	2,06	2,06	11,17
18,00	5,17	5,02	5,05	5,20	5,12	5,18	5,21	5,01	5,24	5,19	5,14	5,14	17,64
20,00	6,14	6,12	6,04	6,07	5,97	6,03	5,97	6,01	5,97	6,14	6,05	6,05	19,14
23,00	8,10	8,23	8,03	8,11	8,19	8,13	8,10	8,06	8,02	8,20	8,12	8,12	22,18

Tabla 6.2.56 Fuel Oil 200 ml													
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	1,93
2,50	0,07	0,08	0,06	0,05	0,07	0,08	0,08	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	2,91
3,00	0,10	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10	3,42
4,00	0,17	0,18	0,18	0,19	0,18	0,17	0,17	0,18	0,18	0,17	0,18	0,18	4,64
5,00	0,21	0,21	0,20	0,19	0,22	0,20	0,19	0,21	0,20	0,21	0,20	0,20	4,98
7,00	0,52	0,51	0,43	0,44	0,43	0,47	0,48	0,51	0,52	0,50	0,48	0,48	7,64
12,00	1,01	0,96	0,99	1,02	1,03	1,01	1,00	0,96	1,00	1,00	1,00	1,00	11,00
16,00	2,10	2,00	2,10	2,17	2,07	1,94	1,93	2,14	2,02	1,92	2,04	2,04	15,71
18,00	3,00	3,02	3,04	2,99	3,00	3,02	3,04	3,02	3,01	3,00	3,01	3,01	19,11
23,00	4,00	3,99	4,00	4,04	4,03	4,05	3,99	4,01	3,98	3,98	4,01	4,01	22,03
28,00	6,02	6,22	6,05	6,08	6,18	6,21	6,12	6,08	6,22	6,16	6,13	6,13	27,26
30,00	7,10	7,15	7,08	7,09	7,13	7,08	6,98	7,02	7,11	6,96	7,07	7,07	29,27
32,00	9,58	9,61	9,45	9,60	9,63	9,52	9,64	9,46	9,58	9,48	9,56	9,56	34,03

Tabla 6.2.57 Fuel Oil 300 ml													
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	2,32
3,00	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,08	0,05	0,07	0,06	0,08	0,06	0,06	3,43
5,00	0,13	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	4,73
6,00	0,18	0,17	0,18	0,19	0,18	0,19	0,18	0,18	0,19	0,17	0,18	0,18	5,75
8,00	0,34	0,34	0,35	0,34	0,34	0,34	0,35	0,34	0,36	0,34	0,34	0,34	7,90
9,00	0,49	0,49	0,44	0,48	0,54	0,48	0,43	0,54	0,52	0,50	0,49	0,49	9,45
17,00	1,38	1,41	1,42	1,39	1,37	1,37	1,39	1,38	1,44	1,40	1,39	1,39	15,92
21,00	2,15	2,15	2,12	2,14	2,11	2,12	2,10	2,14	2,11	2,09	2,12	2,12	19,64
27,00	3,51	3,49	3,57	3,55	3,50	3,49	3,46	3,47	3,48	3,50	3,50	3,50	25,23
35,00	6,16	6,22	6,14	6,13	6,16	6,15	6,16	6,17	6,22	6,16	6,17	6,17	33,48
38,00	7,18	7,15	7,18	7,11	7,18	7,13	7,17	7,14	7,13	7,11	7,15	7,15	36,05
41,00	8,74	8,76	8,76	8,92	8,97	8,80	8,93	8,86	8,75	8,70	8,82	8,82	40,04

Tabla 6.2.58 Orimulsión Oil 100 ml													
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,27	0,27	0,28	0,27	0,28	0,27	0,28	0,29	0,26	0,29	0,28	0,28	2,34
3,00	0,48	0,43	0,47	0,45	0,45	0,46	0,43	0,43	0,43	0,48	0,45	0,45	3,00
3,50	0,63	0,65	0,63	0,64	0,65	0,64	0,64	0,64	0,67	0,64	0,64	0,64	3,58
4,50	1,00	0,99	0,98	1,00	0,97	0,96	0,99	0,99	1,00	0,96	0,98	0,98	4,42
5,00	1,41	1,38	1,39	1,40	1,41	1,44	1,37	1,41	1,37	1,37	1,39	1,39	5,27
6,00	2,14	2,06	2,16	1,97	2,14	2,11	2,15	2,15	2,04	2,13	2,11	2,11	6,47
9,00	3,31	3,28	3,43	3,44	3,37	3,28	3,27	3,34	3,24	3,30	3,32	3,32	8,13
14,00	11,30	11,83	11,33	11,94	11,29	11,85	12,05	11,96	11,75	11,95	11,72	11,72	15,28
23,00	22,87	22,88	22,93	22,87	22,80	22,94	22,77	22,95	23,00	22,75	22,87	22,87	21,34
29,00	38,20	38,27	38,25	38,52	38,33	38,47	38,27	38,50	38,38	38,36	38,35	38,35	27,63
35,00	58,47	58,55	58,56	58,56	58,59	58,51	58,55	58,56	58,62	58,43	58,54	58,54	34,13
36,00	63,02	62,94	63,16	63,06	63,10	63,02	63,08	63,15	63,05	63,04	63,06	63,06	35,43
38,00	70,13	70,37	71,03	70,69	70,94	70,28	70,67	70,18	70,15	70,44	70,49	70,49	37,46
39,00	77,34	77,11	77,76	77,04	77,87	77,72	77,36	77,83	77,49	77,70	77,52	77,52	39,28

6.2.3 SUPERFICIE ARENA 2

INCLINADOS 15 GRADOS

Tabla 6.2.61 Bentonita 14,40% P/P 100 ml												
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica
(cm)	Tiempo										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03	0,74
1,50	0,07	0,07	0,07	0,04	0,07	0,07	0,05	0,08	0,06	0,08	0,07	1,07
2,50	0,20	0,21	0,21	0,20	0,18	0,18	0,21	0,20	0,19	0,22	0,20	1,84
3,00	0,25	0,26	0,25	0,27	0,27	0,26	0,27	0,25	0,24	0,27	0,26	2,09
4,00	0,41	0,42	0,41	0,45	0,44	0,43	0,43	0,42	0,43	0,44	0,43	2,69
5,00	0,77	0,77	0,77	0,77	0,76	0,75	0,76	0,74	0,75	0,78	0,76	3,59
6,00	1,22	1,24	1,22	1,20	1,20	1,20	1,25	1,22	1,24	1,22	1,22	4,55
8,00	2,42	2,44	2,44	2,41	2,43	2,45	2,40	2,43	2,42	2,42	2,43	6,41
10,00	4,14	4,12	4,14	4,11	4,14	4,12	4,10	4,15	4,13	4,14	4,13	8,36
13,00	7,71	7,69	7,72	7,72	7,68	7,68	7,71	7,69	7,72	7,68	7,70	11,42
16,00	12,93	12,93	12,94	12,95	12,92	12,95	12,94	12,95	12,94	12,94	12,94	14,80
21,00	22,66	22,66	22,68	22,67	22,72	22,66	22,69	22,71	22,66	22,71	22,68	19,59
23,00	29,00	29,50	30,00	31,45	29,55	28,55	31,00	30,00	30,50	30,00	30,00	22,53
29,00	47,60	47,59	47,62	47,59	47,61	47,62	47,60	47,61	47,62	47,59	47,60	28,39
35,00	68,34	68,33	68,33	68,33	68,34	68,35	68,32	68,31	68,35	68,33	68,33	34,01

Tabla 6.2.62 Bentonita 14,40% P/P 200 ml												
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica
(cm)	Tiempo										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02	0,04	0,03	0,99
2,00	0,05	0,06	0,04	0,07	0,05	0,07	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	1,38
3,00	0,14	0,11	0,12	0,12	0,15	0,12	0,11	0,13	0,12	0,13	0,13	2,07
4,00	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,24	0,27	0,27	0,25	2,93
5,00	0,37	0,37	0,36	0,35	0,37	0,35	0,35	0,37	0,37	0,37	0,36	3,50
8,00	0,98	1,04	0,99	0,99	1,00	0,96	1,01	0,98	1,03	1,01	1,00	5,81
10,00	1,84	1,77	1,83	1,76	1,79	1,80	1,82	1,85	1,80	1,78	1,80	7,82
16,00	5,98	5,95	6,00	5,95	5,91	5,99	5,98	5,99	5,97	5,91	5,96	14,21
20,00	8,85	8,78	8,75	8,77	8,80	8,81	8,80	8,81	8,84	8,79	8,80	17,26
22,50	12,93	12,95	12,95	12,94	12,93	12,96	12,93	12,95	12,95	12,95	12,94	20,93
25,00	16,86	16,79	16,73	16,87	16,84	16,72	16,81	16,76	16,85	16,86	16,81	23,86
30,00	22,67	22,67	22,66	22,66	22,67	22,68	22,66	22,67	22,71	22,71	22,68	27,71
35,00	33,76	33,80	33,79	33,82	33,76	33,79	33,70	33,93	33,73	33,73	33,78	33,82
42,00	50,51	50,58	50,59	50,36	50,48	50,50	50,67	50,37	50,68	50,64	50,54	41,36
53,00	82,72	82,77	82,63	82,77	82,68	82,77	82,63	82,63	82,67	82,76	82,70	52,91

Tabla 6.2.63 Bentonita 14,40% P/P 300 ml												
Longitud Experimental	Tiempo										Media	Longitud Teórica
(cm)	(seg)										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	1,23
3,00	0,07	0,08	0,09	0,09	0,12	0,10	0,10	0,09	0,08	0,09	0,09	2,14
4,00	0,15	0,17	0,17	0,17	0,16	0,17	0,17	0,17	0,16	0,17	0,16	2,89
7,00	0,50	0,53	0,59	0,52	0,48	0,55	0,55	0,47	0,52	0,45	0,52	5,12
8,00	0,85	0,81	0,80	0,85	0,81	0,80	0,83	0,78	0,81	0,84	0,82	6,45
9,00	0,99	0,97	1,04	0,96	1,05	1,02	1,04	1,02	0,98	1,02	1,01	7,16
11,00	1,62	1,45	1,58	1,52	1,64	1,60	1,60	1,63	1,61	1,46	1,57	8,93
13,00	1,97	2,00	2,07	1,97	2,02	2,07	2,04	2,01	2,09	1,98	2,02	10,13
14,00	2,53	2,64	2,58	2,50	2,61	2,48	2,58	2,59	2,57	2,59	2,57	11,42
15,00	2,96	2,95	3,00	2,97	3,03	2,96	3,03	3,02	2,96	2,96	2,98	12,31
16,00	3,51	3,49	3,48	3,50	3,48	3,47	3,50	3,48	3,54	3,48	3,49	13,32
16,50	3,97	4,02	3,99	3,99	4,03	3,95	4,02	4,00	3,96	4,00	3,99	14,24
18,00	4,65	4,68	4,47	4,45	4,53	4,71	4,67	4,60	4,50	4,74	4,60	15,29
19,00	5,97	5,94	5,95	5,92	5,99	5,95	5,95	5,97	5,94	5,98	5,96	17,39
20,00	6,18	6,19	6,18	6,17	6,24	6,28	6,18	6,31	6,24	6,27	6,22	17,78
21,00	7,02	7,01	7,04	7,00	6,99	7,01	6,99	6,96	6,99	7,03	7,00	18,86
22,00	7,96	7,99	7,98	8,03	8,00	8,02	8,04	7,98	7,98	7,98	8,00	20,15
25,00	10,09	10,05	10,08	10,10	10,02	10,00	9,99	10,08	10,07	10,04	10,05	22,59
30,00	15,00	14,95	14,97	14,96	14,98	15,13	14,96	15,03	15,14	15,09	15,02	27,62
31,00	19,97	20,06	20,05	20,07	20,02	20,04	20,10	20,04	20,05	20,04	20,04	31,90
35,00	25,42	25,61	25,63	25,27	25,45	25,26	25,16	24,99	25,84	24,96	25,36	35,89
40,00	30,74	30,06	30,64	30,33	31,24	31,88	30,44	30,61	31,73	30,76	30,84	39,58
43,00	35,60	35,85	35,97	35,01	35,00	35,09	35,05	35,98	36,04	35,11	35,47	42,44
46,00	40,06	40,21	40,89	40,52	41,55	40,76	40,50	41,44	40,47	41,23	40,76	45,50
48,00	45,32	45,26	45,07	46,02	45,06	45,01	46,00	45,70	46,07	45,07	45,46	48,05
49,00	48,42	48,18	48,40	48,68	48,83	48,43	49,08	48,64	48,03	48,42	48,51	49,63

Tabla 6.2.64 Bentonita 15,78% P/P 100 ml												
Longitud Experimental	Tiempo										Media	Longitud Teórica
(cm)	(seg)										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,20	0,19	0,20	0,20	0,18	0,20	0,19	0,21	0,20	0,19	0,20	1,23
1,50	0,36	0,34	0,35	0,36	0,36	0,37	0,36	0,37	0,36	0,36	0,36	1,66
3,00	1,22	1,23	1,25	1,22	1,25	1,21	1,20	1,22	1,24	1,24	1,23	3,07
5,00	2,49	2,51	2,55	2,52	2,61	2,63	2,58	2,46	2,50	2,51	2,54	4,41
10,00	12,96	12,95	12,96	12,92	12,95	12,92	12,92	12,95	12,92	12,92	12,94	9,97
14,00	22,66	22,67	22,67	22,70	22,68	22,65	22,70	22,66	22,73	22,70	22,68	13,20
20,00	47,58	47,59	47,61	47,60	47,62	47,61	47,60	47,62	47,60	47,58	47,60	19,12
24,00	68,32	68,34	68,33	68,34	68,34	68,33	68,33	68,33	68,32	68,31	68,33	22,91

Tabla 6.2.65 Bentonita 15,78% P/P 200 ml												
Longitud Experimental	Tiempo										Media	Longitud Teórica
(cm)	(seg)										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,50	0,15	0,12	0,13	0,13	0,11	0,11	0,14	0,11	0,12	0,11	0,12	1,37
2,00	0,27	0,26	0,24	0,25	0,25	0,24	0,25	0,27	0,27	0,26	0,26	1,98
2,50	0,36	0,35	0,35	0,36	0,35	0,35	0,36	0,36	0,36	0,37	0,36	2,34
4,00	1,03	0,97	1,03	1,02	1,01	1,03	1,01	1,04	0,98	1,02	1,01	3,95
5,50	1,82	1,82	1,85	1,75	1,77	1,80	1,75	1,77	1,81	1,76	1,79	5,25
6,50	2,74	2,71	2,75	2,67	2,74	2,77	2,70	2,67	2,69	2,76	2,72	6,47
9,00	4,03	3,95	4,05	4,00	3,98	3,98	4,02	4,00	3,99	3,97	4,00	7,84
11,00	5,93	5,98	5,96	5,97	5,91	6,00	5,97	5,97	5,97	5,90	5,96	9,57
13,00	8,77	8,88	8,82	8,81	8,90	8,80	8,77	8,85	8,81	8,89	8,83	11,65
15,00	12,93	12,92	12,92	12,95	12,93	12,95	12,93	12,96	12,95	12,94	12,94	14,10
17,00	16,83	16,85	16,94	16,80	16,84	16,84	16,75	16,86	16,84	16,89	16,85	16,09
20,00	22,71	22,68	22,65	22,68	22,66	22,67	22,70	22,69	22,71	22,70	22,68	18,67
24,00	35,50	35,07	35,56	35,73	35,47	35,26	35,54	35,21	34,98	36,05	35,44	23,33
28,00	48,03	49,10	49,05	48,66	48,61	48,02	48,42	48,85	48,11	47,95	48,48	27,29
37,00	82,79	82,75	82,71	82,66	82,72	82,62	82,73	82,69	82,68	82,69	82,70	35,64

Tabla 6.2.66 Bentonita 15,78% P/P 300 ml												
Longitud Experimental	Tiempo										Media	Longitud Teórica
(cm)	(seg)										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,16	0,15	0,16	0,17	0,17	0,15	0,16	0,16	0,15	0,16	0,16	1,91
3,00	0,58	0,46	0,53	0,57	0,47	0,50	0,56	0,53	0,51	0,47	0,52	3,46
4,00	0,70	0,78	0,73	0,77	0,70	0,78	0,71	0,75	0,75	0,72	0,74	4,13
5,00	1,47	1,50	1,51	1,60	1,52	1,60	1,63	1,60	1,64	1,56	1,56	6,00
6,00	1,97	1,97	2,04	2,00	2,01	2,05	2,03	2,00	1,96	2,04	2,01	6,80
7,00	2,67	2,66	2,63	2,75	2,74	2,64	2,67	2,63	2,70	2,65	2,67	7,85
8,00	3,04	2,96	3,04	2,99	3,01	3,00	3,00	3,02	2,96	3,05	3,01	8,32
9,00	3,57	3,45	3,61	3,57	3,49	3,51	3,54	3,50	3,60	3,57	3,54	9,03
10,00	4,50	4,61	4,48	4,55	4,70	4,61	4,66	4,62	4,71	4,64	4,61	10,30
11,00	5,44	5,38	5,45	5,36	5,43	5,44	5,37	5,40	5,41	5,42	5,41	11,17
12,00	6,21	6,16	6,29	6,16	6,22	6,18	6,18	6,24	6,24	6,22	6,21	11,96
13,00	7,73	7,73	7,71	7,71	7,68	7,72	7,70	7,70	7,72	7,72	7,71	13,33
14,00	8,96	9,07	9,07	8,97	9,10	9,06	8,97	9,07	9,08	9,04	9,04	14,43
15,00	10,59	10,49	10,64	10,47	10,54	10,58	10,56	10,57	10,46	10,63	10,55	15,59
16,00	12,20	12,22	12,23	12,25	12,28	12,22	12,27	12,21	12,29	12,25	12,24	16,80
18,00	14,77	14,97	14,35	14,85	14,79	14,50	14,10	14,41	14,15	14,23	14,51	18,29
19,00	16,55	16,52	16,57	16,59	16,59	16,56	16,53	16,54	16,49	16,48	16,54	19,52
21,00	19,55	19,48	19,41	19,53	19,46	19,54	19,48	19,43	19,55	19,50	19,49	21,19

Tabla 6.2.67 Bentonita 16,76% P/P 100 ml													
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,26	0,26	0,26	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	1,03
1,50	0,54	0,58	0,49	0,60	0,48	0,49	0,54	0,60	0,57	0,49	0,54	0,54	1,50
3,00	2,26	2,26	2,27	2,29	2,26	2,26	2,26	2,29	2,30	2,25	2,27	2,27	3,09
4,00	4,11	4,10	4,16	4,12	4,14	4,11	4,15	4,10	4,15	4,12	4,13	4,13	4,17
5,50	7,09	7,11	7,11	7,11	7,07	7,05	7,08	7,08	7,05	7,12	7,09	7,09	5,46
7,00	12,91	12,92	12,99	12,97	12,99	12,92	12,98	12,99	12,96	12,94	12,96	12,96	7,38
9,50	22,65	22,68	22,65	22,70	22,70	22,67	22,70	22,67	22,67	22,70	22,68	22,68	9,77
15,00	47,57	47,68	47,57	47,53	47,57	47,55	47,67	47,57	47,51	47,61	47,58	47,58	14,15
17,00	68,33	68,37	68,14	68,08	68,09	68,63	68,64	68,54	68,56	68,53	68,39	68,39	16,96

Tabla 6.2.68 Bentonita 16,76% P/P 200 ml													
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,08	0,07	0,05	0,05	0,07	0,08	0,06	0,06	0,04	0,05	0,06	0,06	0,71
2,00	0,30	0,34	0,31	0,33	0,30	0,31	0,32	0,33	0,33	0,33	0,32	0,32	1,64
3,00	0,75	0,83	0,79	0,76	0,78	0,81	0,80	0,76	0,79	0,77	0,78	0,78	2,57
4,00	1,89	1,87	1,91	1,80	1,89	1,84	1,78	1,85	1,82	1,82	1,85	1,85	3,94
5,00	2,29	2,27	2,28	2,29	2,27	2,27	2,29	2,27	2,26	2,27	2,28	2,28	4,37
6,00	4,01	4,08	4,03	3,99	4,02	4,04	3,99	4,02	4,07	4,04	4,03	4,03	5,82
8,00	5,92	5,91	5,95	5,98	6,00	5,92	5,95	5,95	6,01	6,00	5,96	5,96	7,08
9,00	8,87	8,76	8,80	8,76	8,80	8,88	8,78	8,78	8,79	8,87	8,81	8,81	8,61
10,00	12,23	12,22	12,23	12,29	12,21	12,20	12,24	12,22	12,30	12,25	12,24	12,24	10,15
13,00	16,52	16,49	16,48	16,58	16,51	16,53	16,51	16,58	16,48	16,48	16,51	16,51	11,79
15,00	22,66	22,69	22,71	22,68	22,70	22,67	22,68	22,67	22,67	22,67	22,68	22,68	13,81
18,00	35,66	35,35	35,02	35,85	34,97	35,17	35,06	36,05	35,95	35,75	35,48	35,48	17,28
21,00	50,55	50,42	50,68	50,35	50,45	50,63	50,43	50,66	50,63	50,45	50,53	50,53	20,62
27,00	82,78	82,75	82,64	82,61	82,79	82,64	82,79	82,60	82,72	82,77	82,71	82,71	26,38

Tabla 6.2.69		Bentonita 16,76% P/P 300 ml											
Longitud Experimental (cm)	Tiempo										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,17	0,16	0,16	1,42
2,50	0,49	0,49	0,50	0,51	0,49	0,49	0,51	0,49	0,50	0,50	0,50	0,50	2,51
4,00	1,31	1,26	1,34	1,32	1,35	1,29	1,26	1,26	1,29	1,25	1,29	1,29	4,04
6,00	2,69	2,81	2,67	2,78	2,72	2,82	2,74	2,75	2,67	2,81	2,75	2,75	5,89
7,50	4,40	4,21	4,39	4,52	4,40	4,15	4,56	4,43	4,47	4,53	4,41	4,41	7,46
8,00	5,36	5,31	5,31	5,40	5,38	5,40	5,37	5,38	5,44	5,40	5,37	5,37	8,24
10,00	7,70	7,72	7,71	7,71	7,73	7,73	7,71	7,73	7,72	7,73	7,72	7,72	9,87
11,00	9,07	9,03	9,07	8,97	9,08	9,06	8,96	9,05	8,95	9,04	9,03	9,03	10,67
12,00	10,62	10,58	10,54	10,58	10,53	10,50	10,62	10,50	10,64	10,50	10,56	10,56	11,54
13,00	12,39	12,34	12,52	12,33	12,22	12,62	12,52	12,22	12,50	12,69	12,44	12,44	12,53
14,00	14,82	14,87	14,78	14,83	14,87	14,84	14,88	14,82	14,90	14,83	14,84	14,84	13,69
15,00	17,77	17,69	17,65	17,55	17,41	17,77	17,82	17,59	17,15	17,54	17,60	17,60	14,90
16,96	20,39	20,37	20,70	20,90	20,89	20,75	20,90	20,35	20,52	20,55	20,63	20,63	16,13

Tabla 6.2.70		Fuel Oil 100 ml											
Longitud Experimental (cm)	Tiempo										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,04	0,05	0,04	0,05	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	1,69
3,00	0,14	0,14	0,11	0,12	0,14	0,15	0,14	0,11	0,15	0,12	0,13	0,13	3,03
4,00	0,18	0,19	0,21	0,18	0,18	0,22	0,21	0,21	0,20	0,19	0,20	0,20	3,70
5,00	0,34	0,35	0,31	0,32	0,35	0,31	0,34	0,32	0,32	0,35	0,33	0,33	4,79
6,00	0,50	0,50	0,47	0,48	0,50	0,47	0,48	0,48	0,46	0,50	0,48	0,48	5,79
7,00	0,62	0,67	0,67	0,61	0,60	0,67	0,63	0,68	0,61	0,64	0,64	0,64	6,65
8,00	0,83	0,78	0,81	0,79	0,81	0,82	0,82	0,78	0,79	0,77	0,80	0,80	7,44
17,00	5,64	5,47	5,32	5,31	5,63	5,66	5,56	5,53	5,47	5,67	5,53	5,53	19,55
24,00	9,90	9,79	9,82	9,79	9,86	9,83	9,84	9,83	9,88	9,78	9,83	9,83	26,08
31,00	15,69	15,75	15,90	15,53	15,84	15,88	15,87	15,51	15,69	15,84	15,75	15,75	33,00
39,00	23,55	23,69	23,34	23,63	23,20	23,46	23,36	23,23	23,56	23,70	23,47	23,47	40,29
46,00	31,81	31,52	31,52	31,62	31,87	32,00	31,93	31,74	31,87	31,94	31,78	31,78	46,88
51,00	42,55	42,05	43,47	41,90	43,68	42,56	43,36	41,71	42,78	42,59	42,66	42,66	54,32

Tabla 6.2.71 Fuel Oil 200 ml												
Longitud											Longitud	
Experimental	Tiempo										Media	Teórica
(cm)	(seg)										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	2,04
3,00	0,08	0,07	0,05	0,07	0,07	0,05	0,06	0,07	0,05	0,08	0,07	3,00
4,00	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	3,55
6,00	0,13	0,14	0,12	0,14	0,12	0,13	0,13	0,14	0,13	0,13	0,13	4,25
6,00	0,22	0,21	0,21	0,22	0,23	0,21	0,21	0,23	0,21	0,22	0,22	5,50
8,00	0,50	0,50	0,50	0,51	0,49	0,51	0,52	0,48	0,50	0,50	0,50	8,33
13,00	0,99	0,97	0,97	1,01	0,97	1,04	1,00	1,01	1,00	1,02	1,00	11,75
16,00	1,46	1,52	1,50	1,46	1,51	1,48	1,49	1,45	1,50	1,52	1,49	14,35
18,00	1,98	2,09	2,02	2,04	1,98	1,98	1,97	1,99	2,03	2,10	2,02	16,70
20,00	2,53	2,43	2,65	2,61	2,52	2,46	2,65	2,43	2,63	2,62	2,55	18,79
22,00	3,02	3,04	3,10	3,00	3,04	3,03	3,10	3,06	3,00	3,06	3,05	20,52
24,00	3,53	3,50	3,51	3,48	3,55	3,44	3,55	3,50	3,54	3,56	3,52	22,05
26,00	4,22	4,56	4,37	4,45	4,67	4,47	4,47	4,40	4,39	4,29	4,43	24,75
29,00	5,43	5,47	5,63	5,46	5,53	5,32	5,34	5,23	5,71	5,38	5,45	27,45
34,00	6,96	7,05	7,10	7,00	7,12	6,98	6,99	6,93	6,97	7,01	7,01	31,14
36,00	8,05	7,93	7,94	7,95	7,94	7,98	8,00	7,94	7,92	8,01	7,97	33,19
38,00	9,10	9,03	9,06	9,03	9,09	9,11	9,00	9,06	9,04	8,98	9,05	35,38
42,00	11,28	10,66	11,34	11,26	10,82	11,08	10,76	10,63	11,16	11,22	11,02	39,04
44,00	11,97	11,94	12,03	12,41	12,02	12,45	12,38	11,95	11,96	12,08	12,12	40,94
48,00	14,01	13,98	13,98	13,98	13,96	13,97	13,98	13,96	14,00	13,96	13,98	43,97
50,00	16,03	15,80	16,54	15,62	15,86	15,92	16,53	15,89	15,80	15,72	15,97	47,00
53,00	17,99	17,75	17,80	18,54	17,87	18,19	18,45	18,26	17,96	18,25	18,11	50,04

Tabla 6.2.72 Fuel Oil 300 ml												
Longitud											Longitud	
Experimental	Tiempo										Media	Teórica
(cm)	(seg)										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,04	0,04	0,02	0,03	2,56
3,00	0,06	0,05	0,07	0,05	0,05	0,08	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	3,62
4,00	0,09	0,10	0,10	0,08	0,09	0,09	0,10	0,09	0,10	0,09	0,09	4,38
5,00	0,14	0,13	0,15	0,12	0,14	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,13	5,23
6,00	0,19	0,19	0,18	0,17	0,18	0,16	0,19	0,20	0,18	0,17	0,18	6,12
7,00	0,22	0,22	0,21	0,22	0,21	0,22	0,20	0,22	0,22	0,23	0,22	6,68
8,00	0,35	0,33	0,36	0,32	0,33	0,32	0,34	0,33	0,34	0,31	0,33	8,32
11,00	0,52	0,50	0,50	0,50	0,50	0,51	0,50	0,50	0,50	0,48	0,50	10,18
20,00	1,50	1,54	1,55	1,48	1,54	1,50	1,54	1,49	1,52	1,46	1,51	17,71
22,00	1,91	1,87	1,86	1,87	1,89	1,84	1,86	1,90	1,89	1,80	1,87	19,70
23,00	2,57	2,59	2,47	2,64	2,55	2,56	2,61	2,52	2,65	2,62	2,58	23,12
27,00	3,50	3,45	3,53	3,53	3,49	3,53	3,48	3,48	3,47	3,47	3,49	26,93
31,00	4,36	4,41	4,33	4,63	4,15	4,47	4,26	4,44	4,25	4,62	4,39	30,18
34,00	5,51	5,51	5,26	5,14	5,23	5,62	5,50	5,47	5,40	5,29	5,39	33,45
36,00	6,10	6,07	6,00	5,96	6,09	6,11	6,07	6,01	6,04	5,98	6,04	35,41
38,00	6,70	6,49	6,51	6,57	6,53	6,62	6,48	6,64	6,53	6,53	6,56	36,89
40,00	7,48	7,52	7,74	7,72	7,46	7,57	7,67	7,68	7,49	7,60	7,59	39,69
42,00	8,98	9,08	9,01	9,10	9,09	8,97	9,00	9,11	8,98	9,02	9,03	43,29
44,00	9,97	10,10	9,99	10,02	9,98	10,09	10,04	9,97	10,01	9,96	10,01	45,58
48,00	12,15	12,44	12,06	12,52	12,51	12,54	12,20	12,37	12,46	12,24	12,35	50,62
51,00	14,00	13,99	14,01	13,96	14,01	13,99	13,97	14,00	13,97	13,95	13,99	53,87

Tabla 6.2.73 Orimulsión Oil 100 ml													
Longitud Experimental (cm)	Tiempo (seg)										Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	1,06
2,00	0,25	0,19	0,22	0,20	0,22	0,22	0,24	0,22	0,23	0,22	0,22	0,22	2,24
3,00	0,46	0,45	0,54	0,53	0,50	0,54	0,47	0,52	0,47	0,50	0,50	0,50	3,36
4,00	0,84	0,81	0,82	0,85	0,81	0,77	0,80	0,77	0,75	0,81	0,80	0,80	4,27
5,00	0,97	0,96	1,03	0,98	1,03	0,97	1,03	0,98	1,04	0,97	1,00	1,00	4,76
11,00	4,97	5,11	4,96	5,32	5,17	5,16	5,39	5,42	4,99	5,17	5,17	5,17	10,83
12,00	7,98	8,07	8,05	8,03	7,98	7,98	8,11	7,95	8,04	8,06	8,03	8,03	13,50
15,00	12,56	12,53	12,45	12,52	12,49	12,53	12,52	12,52	12,54	12,55	12,52	12,52	16,87
18,00	15,42	15,36	15,55	15,41	15,46	15,51	15,59	15,63	15,44	15,43	15,48	15,48	18,75
21,00	20,52	20,32	20,41	20,53	20,43	20,47	20,48	20,63	20,33	20,37	20,45	20,45	21,55
22,00	25,57	25,35	25,60	25,66	25,60	25,54	25,67	25,63	25,64	25,67	25,59	25,59	24,11
25,00	30,64	30,80	30,84	30,66	30,60	30,76	30,65	30,65	30,82	31,01	30,74	30,74	26,43
30,00	36,30	36,57	36,53	36,36	36,40	36,45	36,21	36,39	36,12	36,07	36,34	36,34	28,73
33,00	44,51	44,57	44,15	44,27	44,56	44,57	44,37	44,38	44,36	44,51	44,42	44,42	31,77
37,00	57,22	57,23	57,08	57,11	57,11	57,16	57,09	57,05	57,19	57,21	57,15	57,15	36,03
40,00	64,39	64,10	64,07	64,19	64,44	64,20	64,37	64,08	64,60	64,18	64,26	64,26	38,21
42,00	70,01	70,15	70,02	70,14	70,12	69,94	70,07	70,11	70,11	70,07	70,07	70,07	39,90
43,00	80,33	80,59	80,49	80,40	80,70	80,57	80,64	80,66	80,60	80,23	80,52	80,52	42,77
45,00	86,16	86,14	86,64	86,26	86,68	86,17	86,44	86,61	86,49	86,36	86,40	86,40	44,30
49,00	95,24	95,86	95,04	95,88	95,47	95,44	96,04	95,06	95,52	95,75	95,53	95,53	46,59

Tabla 6.2.74 Orimulsión Oil 200 ml													
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica	
(cm)	Tiempo (seg)										(seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,08	0,06	0,07	0,06	0,05	0,07	0,06	0,06	0,05	0,07	0,06	0,06	1,70
3,00	0,13	0,11	0,13	0,14	0,14	0,15	0,13	0,14	0,13	0,14	0,13	0,13	2,46
4,00	0,20	0,18	0,17	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,17	0,17	0,17	2,82
5,00	0,35	0,36	0,35	0,36	0,31	0,33	0,36	0,33	0,32	0,32	0,34	0,34	3,92
6,00	0,52	0,55	0,51	0,51	0,50	0,46	0,56	0,55	0,48	0,46	0,51	0,51	4,81
7,00	1,80	1,86	1,91	1,78	1,80	1,90	1,91	1,80	1,83	1,87	1,85	1,85	9,16
9,00	2,81	2,87	2,78	2,72	2,73	2,76	2,84	2,66	2,67	2,94	2,78	2,78	11,24
11,00	4,60	4,67	4,46	4,38	4,66	4,56	4,63	4,60	4,49	4,40	4,54	4,54	14,37
14,00	6,31	6,22	6,42	6,29	6,17	6,36	6,30	6,23	6,30	6,36	6,30	6,30	16,91
18,00	8,74	8,83	8,67	8,68	8,62	8,91	8,70	8,91	8,73	8,89	8,77	8,77	19,96
22,00	11,79	11,69	11,82	11,88	11,67	11,85	11,83	11,81	11,82	11,65	11,78	11,78	23,14
24,00	14,75	14,65	14,70	14,78	14,76	14,69	14,87	14,74	14,90	14,93	14,78	14,78	25,91
28,00	19,14	19,32	19,27	19,28	19,27	19,16	19,23	19,24	19,30	19,12	19,23	19,23	29,56
30,00	21,77	21,76	21,67	21,75	21,64	21,65	21,92	21,85	21,67	21,68	21,74	21,74	31,43
34,00	27,75	27,79	27,91	27,77	27,94	27,94	27,75	27,66	27,73	27,83	27,81	27,81	35,55
36,50	32,59	32,71	32,76	32,69	32,68	32,89	32,68	32,60	32,74	32,65	32,70	32,70	38,55
40,00	38,35	38,20	38,40	38,25	38,39	38,21	38,26	38,34	38,34	38,22	38,30	38,30	41,72
43,00	44,09	44,00	44,10	43,99	43,98	44,00	43,96	44,01	43,96	44,02	44,01	44,01	44,72
46,50	51,15	51,24	51,43	51,29	51,61	51,37	51,22	51,33	51,49	51,37	51,35	51,35	48,30
47,00	48,58	52,39	47,71	50,43	52,05	48,26	56,67	54,89	51,17	54,53	51,67	51,67	48,45

Tabla 6.2.75 Orimulsión Oil 300 ml													
Longitud Experimental	Tiempo										Media	Longitud Teórica	
(cm)	(seg)										(seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,06	0,05	0,06	0,06	0,04	0,06	0,06	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	1,90
3,00	0,08	0,09	0,10	0,10	0,09	0,10	0,08	0,10	0,08	0,08	0,08	0,09	2,47
4,00	0,14	0,12	0,11	0,13	0,11	0,12	0,11	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	2,90
5,00	0,21	0,22	0,21	0,23	0,23	0,23	0,22	0,23	0,23	0,23	0,20	0,22	3,89
6,00	0,48	0,58	0,52	0,56	0,55	0,52	0,49	0,49	0,57	0,57	0,53	0,53	6,03
8,00	0,98	0,96	1,05	1,01	1,03	1,02	1,04	1,06	1,01	1,01	1,02	1,02	8,33
11,00	1,31	1,36	1,33	1,32	1,45	1,43	1,50	1,26	1,38	1,46	1,38	1,38	9,70
14,00	2,58	2,59	2,66	2,44	2,53	2,56	2,57	2,46	2,61	2,64	2,56	2,56	13,22
17,00	3,46	3,50	3,50	3,55	3,45	3,49	3,49	3,44	3,50	3,54	3,49	3,49	15,43
19,00	4,78	4,39	4,74	4,32	4,54	4,55	4,51	4,75	4,74	4,60	4,59	4,59	17,69
22,00	6,16	6,34	6,29	6,39	6,25	6,19	6,39	6,36	6,35	6,31	6,30	6,30	20,73
25,50	8,40	8,20	8,15	8,37	8,14	8,33	8,26	8,20	8,24	8,19	8,25	8,25	23,71
28,00	9,97	10,03	10,04	10,10	10,03	10,08	10,01	10,05	10,06	10,01	10,04	10,04	26,16
30,00	12,44	12,50	12,43	12,53	12,32	12,33	12,52	12,41	12,40	12,43	12,43	12,43	29,11
34,00	14,64	14,92	14,88	14,80	14,75	14,76	14,88	14,84	14,81	14,70	14,80	14,80	31,76
36,50	17,24	17,17	17,23	17,17	17,25	17,20	17,32	17,28	17,21	17,31	17,24	17,24	34,28
38,00	19,29	19,70	19,55	19,91	19,44	19,84	19,56	19,83	19,50	19,46	19,61	19,61	36,56
40,00	21,98	22,31	22,04	22,60	22,16	22,67	22,08	22,01	22,38	22,60	22,28	22,28	38,97
43,00	25,23	25,40	25,46	25,28	25,25	25,13	25,32	25,23	25,14	25,21	25,27	25,27	41,50
46,00	27,91	27,94	27,91	28,02	27,72	27,97	27,68	28,14	27,99	28,11	27,94	27,94	43,64
49,00	30,00	30,01	30,03	29,98	30,08	30,03	30,13	30,03	30,09	29,96	30,03	30,03	45,24

INCLINADOS 5 GRADOS

Tabla 6.2.76 Bentonita 14,40% P/P 100 ml													
Longitud Experimental	Tiempo										Media	Longitud Teórica	
(cm)	(seg)										(seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,13	0,13	0,13	0,12	0,11	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,85
1,50	0,36	0,33	0,33	0,32	0,32	0,34	0,32	0,33	0,31	0,36	0,33	0,33	1,37
2,00	0,91	0,94	0,91	0,87	0,95	0,87	0,84	0,90	0,89	0,85	0,89	0,89	2,26
2,50	1,13	1,16	1,15	1,17	1,13	1,14	1,15	1,15	1,17	1,13	1,15	1,15	2,56
3,50	2,11	2,17	2,15	1,96	2,00	2,09	2,12	2,04	2,16	1,95	2,07	2,07	3,44
4,00	2,87	2,93	2,79	2,79	2,81	2,84	2,95	2,90	2,75	2,79	2,84	2,84	4,02
4,50	3,50	3,50	3,32	3,25	3,61	3,44	3,57	3,32	3,33	3,25	3,41	3,41	4,41

Tabla 6.2.77 Bentonita 14,40% P/P 200 ml													
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica	
(cm)											(seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,11	0,14	0,15	0,12	0,10	0,10	0,16	0,16	0,16	0,16	0,10	0,13	1,21
2,50	0,47	0,47	0,49	0,48	0,49	0,49	0,50	0,47	0,47	0,51	0,48	0,48	2,35
3,00	0,88	0,90	0,94	0,94	0,94	0,82	0,83	0,89	0,81	0,93	0,89	0,89	3,18
3,50	1,05	1,04	1,01	1,04	1,04	0,97	0,96	1,03	1,02	1,01	1,02	1,02	3,41
4,00	1,51	1,53	1,46	1,47	1,51	1,45	1,48	1,46	1,47	1,47	1,48	1,48	4,11
5,00	2,05	2,08	2,13	1,95	2,01	1,99	1,96	1,93	1,95	1,93	2,00	2,00	4,77
5,50	2,44	2,66	2,48	2,42	2,52	2,43	2,63	2,44	2,54	2,57	2,51	2,51	5,35
6,00	3,03	3,08	3,09	3,14	3,12	3,13	3,11	3,08	3,11	3,14	3,10	3,10	5,95
7,00	4,06	3,93	3,93	3,97	4,13	3,92	3,95	3,95	4,03	4,09	4,00	4,00	6,75

Tabla 6.2.78 Bentonita 14,40% P/P 300 ml													
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica	
(cm)											(seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,06	0,08	0,06	0,05	0,05	0,07	0,06	0,05	0,07	0,05	0,06	0,06	1,01
2,00	0,18	0,19	0,18	0,17	0,18	0,17	0,17	0,18	0,19	0,18	0,18	0,18	1,75
3,00	0,49	0,49	0,49	0,53	0,50	0,52	0,52	0,49	0,54	0,50	0,51	0,51	2,94
3,94	0,82	0,78	0,77	0,81	0,81	0,82	0,80	0,79	0,82	0,82	0,80	0,80	3,70
4,50	0,98	1,06	1,04	1,04	0,97	0,98	1,06	1,04	0,99	1,04	1,02	1,02	4,18
7,00	2,71	2,86	2,63	2,73	2,69	2,71	2,79	2,71	2,75	2,63	2,72	2,72	6,82
7,50	3,10	3,07	3,11	3,02	2,99	3,11	3,02	3,14	3,06	3,11	3,07	3,07	7,25

Tabla 6.2.79 Bentonita 15,78% P/P 100 ml													
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica	
(cm)											(seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,50	0,12	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,55
1,04	0,49	0,46	0,47	0,49	0,47	0,46	0,48	0,48	0,48	0,47	0,48	0,48	1,11
1,50	0,93	0,93	0,87	0,90	0,86	0,91	0,90	0,91	0,93	0,90	0,90	0,90	1,53
2,00	1,04	1,12	1,06	0,98	1,12	1,07	1,08	1,09	1,02	1,04	1,06	1,06	1,66
2,50	2,86	2,72	2,79	2,87	2,88	2,91	2,78	2,73	2,66	2,62	2,78	2,78	2,68
3,00	3,48	3,49	3,48	3,47	3,51	3,47	3,48	3,50	3,51	3,48	3,49	3,49	3,00

Tabla 6.2.80 Bentonita 15,78% P/P 200 ml													
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica	
(cm)											(seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,19	0,20	0,20	0,19	0,19	0,18	0,19	0,18	0,20	0,19	0,19	0,19	0,99
1,50	0,54	0,49	0,59	0,52	0,55	0,49	0,50	0,57	0,57	0,51	0,53	0,53	1,66
2,00	0,80	0,85	0,82	0,79	0,85	0,81	0,79	0,81	0,81	0,84	0,82	0,82	2,06
2,50	1,51	1,54	1,51	1,48	1,45	1,45	1,51	1,55	1,47	1,56	1,50	1,50	2,79
3,00	2,07	1,96	2,11	2,08	2,14	2,06	2,00	1,93	1,94	1,99	2,03	2,03	3,24
3,50	2,60	2,57	2,60	2,53	2,64	2,42	2,60	2,49	2,49	2,53	2,55	2,55	3,63
4,00	3,54	3,46	3,51	3,54	3,57	3,58	3,47	3,49	3,50	3,49	3,51	3,51	4,26
4,50	4,02	3,99	4,00	4,02	4,00	4,00	4,04	4,01	4,04	4,00	4,01	4,01	4,56

Tabla 6.2.81 Bentonita 15,78% P/P 300 ml													
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica	
(cm)											(seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,50	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,48
1,00	0,19	0,18	0,18	0,19	0,19	0,18	0,18	0,19	0,19	0,18	0,18	0,18	1,19
1,50	0,26	0,27	0,24	0,26	0,26	0,29	0,29	0,24	0,27	0,27	0,26	0,26	1,43
2,00	0,50	0,48	0,48	0,50	0,50	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,49	0,49	1,94
2,50	0,79	0,80	0,81	0,85	0,84	0,80	0,84	0,80	0,82	0,84	0,82	0,82	2,52
3,00	0,96	0,99	1,00	0,98	0,99	0,98	0,98	0,96	1,01	0,97	0,98	0,98	2,76
4,50	2,70	2,81	2,66	2,61	2,83	2,50	2,68	2,88	2,78	2,82	2,73	2,73	4,60
5,00	3,01	2,98	2,97	3,02	2,98	3,02	3,00	2,97	3,04	3,00	3,00	3,00	4,82

Tabla 6.2.82 Bentonita 16,76% P/P 100 ml													
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica	
(cm)											(seg)	(cm)	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,50	0,23	0,35	0,31	0,29	0,30	0,21	0,33	0,34	0,26	0,28	0,29	0,29	0,64
1,00	0,57	0,58	0,57	0,58	0,58	0,59	0,59	0,56	0,58	0,58	0,58	0,58	0,91
1,50	1,15	1,13	1,12	1,15	1,13	1,14	1,15	1,14	1,15	1,14	1,14	1,14	1,27
2,00	3,01	3,04	2,97	2,97	2,96	3,00	3,02	2,97	2,98	2,97	2,99	2,99	2,06
2,50	5,02	4,99	5,03	5,05	5,05	5,05	5,00	5,05	5,02	5,03	5,03	5,03	2,67

Tabla 6.2.83		Bentonita 16,76% P/P 200 ml											
Longitud Experimental (cm)											Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	Tiempo (seg)												
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,52	0,47	0,46	0,52	0,48	0,55	0,51	0,46	0,58	0,52	0,51	0,51	1,20
1,50	1,03	0,96	0,97	0,99	1,04	0,98	0,97	0,96	1,00	1,01	0,99	0,99	1,67
2,00	1,45	1,46	1,52	1,45	1,54	1,50	1,55	1,47	1,55	1,56	1,51	1,51	2,07
2,50	2,08	2,15	2,06	1,98	1,98	2,04	1,96	2,12	2,01	2,00	2,04	2,04	2,40
3,00	3,50	3,46	3,49	3,50	3,50	3,50	3,46	3,48	3,47	3,50	3,49	3,49	3,14
3,50	4,51	4,55	4,57	4,40	4,50	4,62	4,59	4,53	4,44	4,45	4,52	4,52	3,58
4,00	5,30	5,59	5,00	5,02	5,06	5,99	5,21	5,80	5,15	6,06	5,42	5,42	3,92
4,50	7,04	7,03	7,12	6,97	7,05	6,98	6,98	7,15	7,03	7,03	7,04	7,04	4,46

Tabla 6.2.84		Bentonita 16,76% P/P 300 ml											
Longitud Experimental (cm)											Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	Tiempo (seg)												
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,50	0,59	0,46	0,55	0,45	0,51	0,56	0,53	0,55	0,58	0,58	0,53	0,53	1,51
2,00	0,98	0,96	0,97	0,97	0,99	1,00	0,98	1,03	0,99	1,02	0,99	0,99	2,05
2,50	1,56	1,47	1,52	1,50	1,56	1,45	1,46	1,48	1,49	1,49	1,50	1,50	2,52
3,00	2,07	2,02	1,99	2,10	1,95	2,10	2,12	2,16	2,13	2,09	2,07	2,07	2,97
3,50	2,99	3,02	3,00	3,01	2,96	3,01	2,98	3,02	2,98	3,05	3,00	3,00	3,57
4,00	4,04	4,03	3,99	4,00	4,03	4,05	3,98	4,02	4,05	3,99	4,02	4,02	4,13
4,50	4,98	5,01	5,00	5,03	5,01	4,98	4,99	5,04	4,99	5,02	5,01	5,01	4,61
5,50	7,09	7,09	7,06	6,97	6,98	7,03	7,01	7,09	7,00	7,05	7,04	7,04	5,47
6,00	8,02	8,09	8,03	7,96	8,06	8,05	8,05	8,08	8,02	8,07	8,04	8,04	5,85
6,50	10,08	9,96	9,95	10,08	10,06	10,15	10,07	10,08	10,06	10,02	10,05	10,05	6,54
7,00	10,99	11,05	11,08	11,03	11,10	10,97	11,00	10,96	11,14	11,12	11,04	11,04	6,85

Tabla 6.2.85		Fuel Oil 100 ml											
Longitud Experimental (cm)											Media (seg)	Longitud Teórica (cm)	
	Tiempo (seg)												
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	1,01
2,00	0,18	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,17	0,18	0,18	2,04
3,00	0,40	0,41	0,35	0,33	0,31	0,33	0,40	0,36	0,30	0,29	0,35	0,35	2,84
3,50	0,50	0,50	0,52	0,52	0,51	0,48	0,45	0,47	0,53	0,56	0,50	0,50	3,43
4,50	0,75	0,80	0,78	0,85	0,87	0,85	0,90	0,86	0,83	0,85	0,83	0,83	4,41
5,00	1,00	0,98	1,03	0,99	1,00	0,97	1,00	0,99	1,00	0,98	0,99	0,99	4,81
7,00	2,00	1,99	2,15	1,94	2,06	2,16	2,08	1,97	2,09	1,97	2,04	2,04	6,89
13,00	6,04	5,98	6,03	6,11	5,95	6,13	5,96	6,07	6,07	6,00	6,04	6,04	11,86
14,00	8,13	8,04	8,11	8,13	8,02	8,06	8,10	8,16	8,12	8,00	8,09	8,09	13,72

Tabla 6.2.86 Fuel Oil 200 ml												
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica
(cm)	Tiempo										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,02	0,03	0,04	0,02	0,04	0,03	1,18
2,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	2,11
3,00	0,17	0,18	0,19	0,17	0,18	0,18	0,18	0,17	0,19	0,18	0,18	2,89
5,00	0,23	0,22	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,20	0,22	0,23	0,22	3,17
7,00	0,45	0,45	0,49	0,43	0,47	0,50	0,54	0,50	0,44	0,50	0,48	4,72
10,00	1,01	0,98	1,02	0,98	1,03	1,02	1,03	1,04	1,00	1,04	1,02	6,88
12,00	1,94	2,04	1,96	2,05	1,93	1,93	2,04	2,04	2,13	2,11	2,02	9,69
13,00	3,05	3,00	2,96	2,96	3,00	2,97	3,03	3,05	2,96	3,02	3,00	11,82
14,00	4,05	4,01	3,99	3,99	4,03	4,01	3,99	4,05	4,02	4,02	4,02	13,68
16,00	6,12	6,09	6,19	6,00	6,19	6,22	6,02	6,13	6,05	6,22	6,12	16,89
18,00	6,98	7,01	7,09	7,12	7,06	7,04	7,09	7,14	7,05	7,06	7,06	18,14
21,00	9,47	9,63	9,54	9,56	9,52	9,65	9,49	9,63	9,53	9,53	9,55	21,10

Tabla 6.2.87 Fuel Oil 300 ml												
Longitud Experimental											Media	Longitud Teórica
(cm)	Tiempo										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	1,53
2,00	0,05	0,05	0,08	0,05	0,07	0,08	0,05	0,08	0,05	0,07	0,06	2,13
3,00	0,13	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12	0,11	0,13	0,12	0,11	0,12	2,89
4,00	0,18	0,19	0,18	0,19	0,19	0,18	0,17	0,17	0,19	0,19	0,18	3,57
5,00	0,35	0,34	0,33	0,34	0,36	0,36	0,34	0,35	0,35	0,34	0,35	4,91
6,00	0,43	0,54	0,47	0,52	0,45	0,52	0,49	0,52	0,42	0,42	0,48	5,78
10,00	1,43	1,40	1,42	1,41	1,41	1,37	1,39	1,41	1,42	1,38	1,40	9,90
12,00	2,09	2,12	2,11	2,12	2,14	2,14	2,11	2,13	2,14	2,14	2,12	12,18
14,00	3,55	3,58	3,50	3,50	3,50	3,48	3,53	3,50	3,57	3,47	3,52	15,68
18,00	6,15	6,21	6,17	6,19	6,12	6,20	6,15	6,19	6,14	6,12	6,16	20,75
21,00	7,14	7,13	7,14	7,18	7,16	7,12	7,18	7,19	7,13	7,17	7,15	22,36
24,00	8,90	8,75	8,85	8,88	8,73	8,93	8,86	8,80	8,83	8,77	8,83	24,84

Tabla 6.2.88 Orimulsión Oil 100 ml												
Longitud Experimental	Tiempo										Media	Longitud Teórica
(cm)	(seg)										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,12	0,12	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
1,50	0,26	0,28	0,26	0,27	0,29	0,28	0,28	0,28	0,26	0,26	0,27	0,27
2,00	0,47	0,43	0,46	0,43	0,48	0,47	0,45	0,44	0,47	0,45	0,45	0,45
3,00	0,98	1,01	0,97	0,99	0,97	1,00	0,99	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99
3,50	1,42	1,43	1,42	1,37	1,39	1,37	1,36	1,41	1,43	1,37	1,40	1,40
4,00	2,00	2,01	2,09	2,01	2,14	1,98	1,93	2,01	1,92	1,99	2,01	2,01
5,00	3,22	3,38	3,22	3,21	3,43	3,34	3,39	3,43	3,39	3,33	3,34	3,34
8,00	12,07	12,02	11,24	11,59	11,83	11,81	12,13	11,82	12,16	11,54	11,82	11,82
12,00	22,77	22,92	22,80	22,89	22,85	23,00	22,93	22,79	22,95	22,71	22,86	22,86
18,00	38,36	38,31	38,34	38,34	38,39	38,54	38,50	38,23	38,47	38,36	38,38	38,38
21,00	58,50	58,53	58,61	58,60	58,49	58,63	58,63	58,49	58,64	58,64	58,58	58,58
22,00	63,06	62,98	63,01	63,04	63,08	63,14	63,06	63,04	62,93	62,96	63,03	63,03
23,00	71,12	70,73	69,93	69,93	70,05	70,34	70,53	71,14	69,92	70,60	70,43	70,43
25,00	76,93	77,69	77,08	76,72	77,92	77,74	77,48	76,86	77,80	77,89	77,41	77,41

Tabla 6.2.89 Orimulsión Oil 200 ml												
Longitud Experimental	Tiempo										Media	Longitud Teórica
(cm)	(seg)										(seg)	(cm)
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,06	0,07	0,05	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06
1,50	0,11	0,10	0,11	0,10	0,12	0,11	0,11	0,10	0,11	0,12	0,11	0,11
2,00	0,26	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,25	0,26	0,26	0,26
2,50	0,42	0,41	0,42	0,42	0,43	0,41	0,42	0,42	0,40	0,40	0,42	0,42
3,00	0,50	0,51	0,53	0,52	0,54	0,51	0,47	0,47	0,45	0,46	0,50	0,50
6,00	0,69	0,72	0,69	0,71	0,64	0,67	0,66	0,69	0,75	0,64	0,69	0,69
8,00	2,61	2,58	2,59	2,49	2,63	2,64	2,59	2,58	2,53	2,51	2,57	2,57
11,00	4,60	4,67	4,52	4,70	4,61	4,49	4,53	4,63	4,50	4,51	4,57	4,57
13,00	9,98	9,86	9,76	9,81	9,58	9,95	10,00	9,68	9,58	9,89	9,81	9,81
17,00	15,52	15,61	15,61	15,82	15,48	15,72	15,60	15,79	15,81	15,73	15,67	15,67
20,00	24,31	24,38	24,02	23,58	23,89	24,12	24,36	24,11	23,90	24,04	24,07	24,07
23,00	32,45	32,64	32,44	32,54	32,59	32,56	32,65	32,61	32,67	32,55	32,57	32,57
26,00	44,16	44,05	44,32	43,70	43,75	44,32	44,50	44,51	43,69	44,39	44,14	44,14

6.3 RESULTADOS DE ENSAYOS CON ORIMULSION PARA EVALUAR EL CRITERIO DE PARADA

Para los ensayos de criterio de parada como se dijo se trabajó solo con orimulsión, se tomaron los valores de radios finales y volúmenes así como las propiedades de este tipo de bitumen usado, dejando como única incógnita a despejar de (Ec. 4.5.4) el coeficiente k de criterio de parada.

Los resultados se presentan para separados para los tres tipos de superficies vidrio, arena 1 y arena 2

Tabla 6.3.1 Valores de coeficiente de parada k_3 para Orimulsión						
	Rf	g (m/seg²)	ρ (kg/m³)	V (m³)	σ_n (N/m)	k
Vidrio	0,161	9,8	1008	0,001	0,0354	0,22151597
	0,205	9,8	1008	0,002	0,0354	0,19944265
	0,247	9,8	1008	0,003	0,0354	0,19620745
					Promedio	0,20572202
Arena 1	0,113	9,8	1008	0,001	0,0354	0,15547394
	0,15	9,8	1008	0,002	0,0354	0,14593364
	0,19	9,8	1008	0,003	0,0354	0,15092881
					Promedio	0,1507788
Arena 2	0,0733	9,8	1008	0,001	0,0354	0,10085168
	0,106	9,8	1008	0,002	0,0354	0,10312644
	0,125	9,8	1008	0,003	0,0354	0,09929527
					Promedio	0,10109113

6.4 RESULTADOS DE ENSAYOS CON CONCRETO

Seguidamente se presentan los resultados de los ensayos con concreto para las cinco mezclas distintas, se muestra en la columna 1 el asentamiento en el Cono de Abrams, mientras que en la última columna se muestran los valores de viscosidad obtenidos de tener el radio y el tiempo así como las demás variables de (Ec. 6.3.57) dejando obtener así la viscosidad la cual se promedia en el final de cada tabla.

Tabla 6.4.1 Ensayos con concreto para mezcla 1			
Asentamiento	Ensayo de concreto volumen 300ml en superficie horizontal		
	Tiempo (seg)	Diámetro (cm)	Viscosidad (m ² /seg)
2	0	0,00	0
	0,01	8,14	0,002245701
	0,02	8,90	0,0022
	0,03	9,25	0,002422895
	0,04	9,82	0,002002236
	0,05	9,98	0,0022
	0,06	10,21	0,0022
	0,07	10,45	0,002130664
	0,08	10,59	0,00218912
	0,09	10,89	0,001969549
		Viscosidad Promedio	

Tabla 6.4.2 Ensayos con concreto para mezcla 2

Asentamiento	Ensayo de concreto volumen 300ml en superficie horizontal		
	Tiempo (seg)	Diámetro (cm)	Viscosidad (m ² /seg)
5	0	5,08	0
	0,01	8,15	0,002223752
	0,02	9,03	0,001958282
	0,03	9,43	0,002076706
	0,04	9,92	0,001846349
	0,05	10,02	0,00212998
	0,06	10,21	0,002199341
	0,07	10,51	0,002035277
	0,08	10,65	0,002092379
	0,09	10,77	0,002152108
		Viscosidad Promedio	

Tabla 6.4.3 Ensayos con concreto para mezcla 3

Asentamiento	Ensayo de concreto volumen 300ml en superficie horizontal		
	Tiempo (seg)	Diámetro (cm)	Viscosidad (m ² /seg)
10	0	5,08	0
	0,01	8,37	0,001796981
	0,02	9,09	0,001857232
	0,03	9,56	0,001861253
	0,04	9,94	0,001816838
	0,05	10,21	0,001832784
	0,06	10,46	0,001812362
	0,07	10,66	0,001817137
	0,08	10,85	0,0018
	0,09	10,77	0,002152108
		Viscosidad Promedio	

Tabla 6.4.4 Ensayos con concreto para mezcla 4

Asentamiento	Ensayo de concreto volumen 300ml en superficie horizontal		
12,5	Tiempo (seg)	Diámetro (cm)	Viscosidad (m ² /seg)
	0	5,08	0
	0,01	8,45	0,001665304
	0,02	9,06	0,001907004
	0,03	9,67	0,0017
	0,04	10,07	0,001637463
	0,05	10,32	0,001682208
	0,06	10,61	0,001617243
	0,07	10,77	0,001673862
	0,08	10,92	0,001712601
	0,09	10,97	0,001857534
	Viscosidad Promedio		0,001717024

Tabla 6.4.5 Ensayos con concreto para mezcla 5

Asentamiento	Ensayo de concreto volumen 300ml en superficie horizontal		
17	Tiempo (seg)	Diámetro (cm)	Viscosidad (m ² /seg)
	0	0,00	0
	0,01	8,59	0,001460165
	0,02	9,23	0,001643477
	0,03	9,95	0,001351711
	0,04	10,27	0,0014
	0,05	10,54	0,001420994
	0,06	10,81	0,001392813
	0,07	11,03	0,00138306
	0,08	11,20	0,001398739
	0,09	10,77	0,002152108
	Viscosidad Promedio		0,001511452

CAPITULO VII: ANALISIS DE RESULTADOS

7.1 Ensayos de derrame sobre superficies horizontales

-Las curvas que arrojan los resultados y que son mostradas en los anexos a partir de la pagina 141 concordaron con bastante precisión a las teóricas, siguieron siempre las mismas tendencias de las curvas polinómicas teóricas.

-los diámetros sobre vidrio teóricos en la mayoría de los ensayos se mantuvieron un poco por encima de los experimentales, mientras que los diámetros experimentales sobre las arenas se mantuvieron por encima de los teóricos, esto fue por factores externos que motivaron que el fluido no se viera afectado solamente por la rugosidad del vidrio, y en los ensayos sobre arena el avance de los fluidos entre los intersticios de las arenas le permitió avanzar poco mas rápido que lo que lo harían teóricamente.

-Como era de esperarse los volúmenes a mayor volumen mayor fue el tiempo de duración antes de que se detuviese el esparcimiento de los fluidos.

-Para las mezclas de Bentonita a 100 ml sobre superficie arena 2, el derrame tardo en detenerse a pesar de no avanzar mucho, esto no se ve así para la orimulsión y fuel oil que aunque tardaron en detenerse sus diámetros aumentaron consecuentemente, esto fue porque aunque en esos ensayos hubo poca cantidad de volumen la superficie bastante rugosa de la arena 2 motivo a que la mezcla de arcilla se esparciese muy lentamente, en cambio las características mas homogéneas de los otros dos fluidos les permitieron avanzar más en diámetros.

- A pesar de que las curvas ajustaron sus tendencias polinómicas, se ve que para los 180 ensayos de fuel oil y orimulsión, estos fueron los que más se acercaron a los resultados teóricos, esto nuevamente es causado por la homogeneidad de esos fluidos con respecto a la mezcla de bentonita y agua.

7.2 Ensayos de derrame sobre superficies Inclinadas

-Es de apreciarse primeramente que los tiempos y las distancias recorridas son mucho mayores que los horizontales debido al factor de la superficie inclinada

-Sobre la inclinación de 15 grados en los resultados para vidrio no se observa como en los horizontales que los teóricos estén poco por arriba de los experimentales según se observa en las tablas de curvas también mostradas en los anexos, aquí las curvas experimentales no solo siguen la tendencia de las curvas teóricas sino que se mantienen a la par de ellos y esto no sucede solamente para los ensayos sobre vidrio sino para los de ambas superficies de arenas, esto es causado por que aquí el factor del tiempo el cual es mayor ya que el fluido por estar inclinado se mantiene mayor tiempo en el proceso de ensayo lo que le permite que se adapte mejor a la curva de tendencia teórica.

-Sobre la inclinación de 5 grados se puede apreciar que la gravedad aquí no pudo vencer las fuerzas de fricción de las superficies como sucedió para la inclinación de 15 grados, lo que originó que incluso se detuviese los derrames al poco tiempo de originarse como se aprecia para las mezclas bentoníticas.

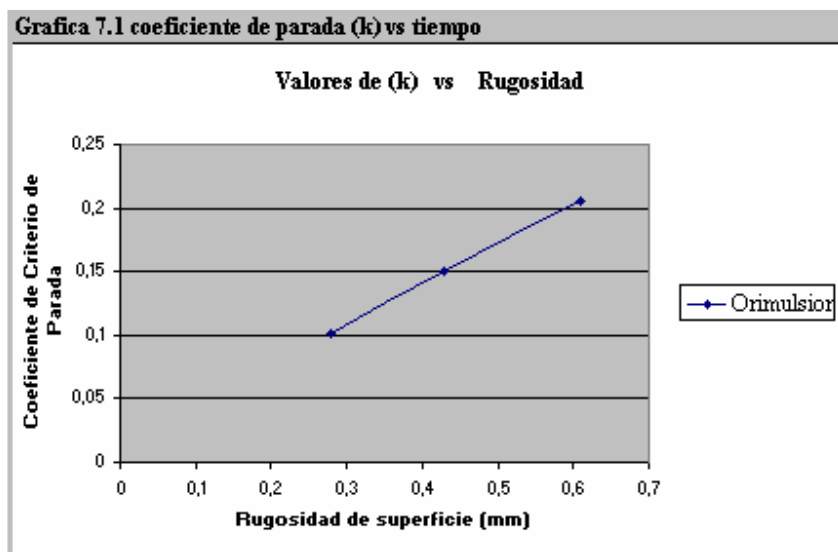
-Es de apreciarse que las curvas se ajustaron en la mayoría de los casos a las tendencias tanto para los cinco fluidos, las tres superficies y los dos ángulos de inclinación, hubieron resultados que mostraron cierta dispersión, más aun fueron relativamente precisas como la de fuel oil 300ml inclinada 15 grados en superficie de arena 1, Bentonita 15,78% P/P 300 ml 15 grados y Bentonita 14,40% P/P 100 ml 5 grados.

-Igualmente que en los resultados teóricos dada la gran cantidad de ensayos es de aceptarse la efectividad de (Ec. 4.4.10) en la predicción recorridos para fluidos en estas condiciones y también se debe dar fe del factor de superficie obtenido para esta ecuación.

7.3 Criterio de Parada

-Se tiene que, cuando se encontró un coeficiente de parada para alguna de las tres superficies trabajadas con orimulsión, la ecuación de criterio de parada resultó congruente con los valores para los cuales se detuvo los derrames en los tres volúmenes y tres superficies con orimulsión.

-Se puede observar que factor de criterio de parada (k) no depende del volumen liberado sino más bien del tipo de superficie.

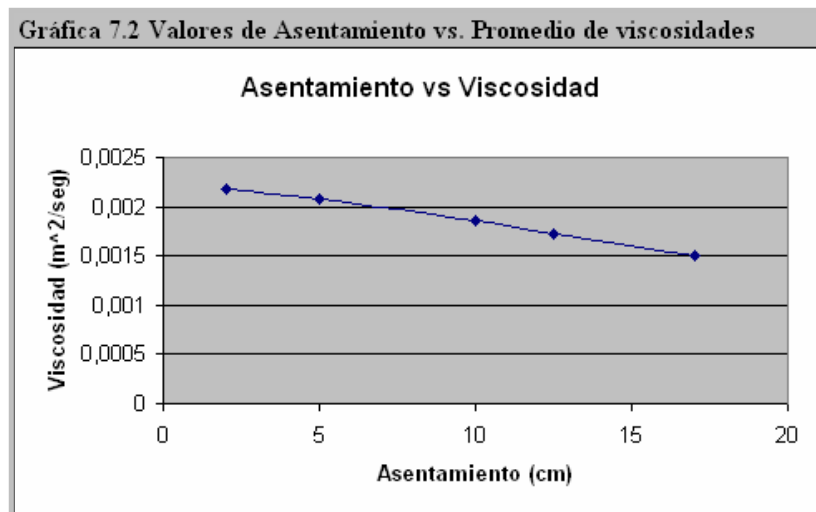


7.4 Ensayos con Concreto

-Los valores de viscosidad calculados con la fórmula (Ec. 6.3.57) para los valores de tiempo y radio fueron dando similares para cada mezcla lo que es muestra de poco grado de error en ensayos.

-Se tiene como es de esperarse que a medida que se tienen mezclas más aguadas la mezcla se vuelve menos viscosa.

-Los valores de asentamientos dieron acordes a la viscosidad de la mezcla ya que fueron dando mayores a medida esta disminuía; (gráfica 7.2)



CONCLUSIONES

Los valores de radio y longitud de los ensayos horizontales e inclinados para las tres superficies dispuestas (vidrio y los dos tipos de arenas) demostraron acercarse bastante a los valores teóricos que se obtienen de las ecuaciones que modelan el comportamiento de flujos viscosos para superficies horizontales e inclinadas, esto se puede evidenciar de manera clara en las curvas de resultados mostradas en los anexos. Dada la cantidad de ensayos realizados y tomando en cuenta que se hicieron para 5 fluidos distintos (Fuel Oil, Orimulsión y las tres mezclas de bentonita) se puede concluir que las ecuaciones de radio en función del tiempo y longitud en función del tiempo para superficies horizontales e inclinadas respectivamente son válidas y totalmente aplicables a fluidos que se encuentran en situación de derrame.

De igual forma la ecuación que describe el criterio de parada de un fluido liberado también se acerca bastante a los resultados obtenidos en los ensayos horizontales de Fuel Oil y Orimulsión, por lo que se puede afirmar la validez de este criterio al menos para el fluido en estudio, pero recordando el carácter general de la fórmula y los resultados de los primeros ensayos se tiene idea de la efectividad de la fórmula.

La validación de la aplicación de estas ecuaciones es de suma importancia dado el gran rango de aplicación de las mismas, además se pueden extender flujos más granulares que puedan simular deslaves y avalanchas de tierra como las que ocurren en territorio nacional.

Los ensayos realizados con concreto establecieron una relación entre la viscosidad y el asentamiento en el cono de Abrams de una mezcla fresca que permitieron proponer la viscosidad como factor evaluativo de la trabajabilidad para una mezcla estándar, bien se puede extender este procedimiento a otras mezclas de distintas composiciones de agregados, arenas, cementos y agua, pero esta propuesta de la viscosidad es una alternativa válida y efectiva para realizar mezclas tanto en obras como en laboratorios.

BIBLIOGRAFÍA

REVISTAS

Herbert Huppert. The propagation of two dimensional and axisymmetric viscous gravity currents over a rigid horizontal surface. Journal Fluid Mechanics, vol.121. (1982). pg 43-58.

Sakimoto S. y Zuber. The spreading of variable viscosity axisymmetric radial gravity currents: applications to the emplacement of Venusian "pancake" domes. Journal Fluid Mechanics, vol.301. (1995). pg 65-77.

Vella, D. and Huppert, H.E. "Gravity currents in a porous medium at an inclined plane", *J. Fluid Mech.* **555**, (2006). pg 353-362.

Herbert Huppert y John Simpson. The slumping of gravity currentes. Journal Fluid Mechanics, vol. 99. (1980). pg 785:799.

Yapa y Sujeeva. Spreading of oil spilled under floating broken ice. Journal Hydraulic Engineering, vol.123. (1982). pg 676:68.

Herbert Huppert. Flow and instability of a viscous current down a slope. Nature, vol.300. (1982). pg 427:430.

A. Mangeney-Castelnau. On the use of Saint Venant equations to simulate the spreading of a granular mass. Journal of Geophysical Research, Vol 110, (2005). B09103.

L. A. AMY. Abrupt transitions in gravity currents. Journal of Geophysical Research, Vol 110, (2005). F03001.

E. LAJEUNESSE, A. MANGENEY-CASTELNAU AND J. P. VILOTTE. Spreading of a granular mass on a horizontal plane. Physics of fluids. Volume 16. (2004). Number 7. July.

Herbert Huppert. The intrusion of fluid mechanics into geology Journal Fluid Mechanics. vol.173. (1986). pg 557:594.

De Aguiar Jose (2001). Orimulsion Spill Behavior in Soil Whit Infiltration.. HOUSTON, USA.

LIBROS

Potter Merle C. y. Wiggert David C (1997).Mecanica de Fluidos : editorial Prentice Hall. Mexico

Porrero Joaquin, Ramos Carlos, Grases Jose (1987). Manual del Concreto Fresco. Editorial Siderurgica del Turbio. Caracas, Venezuela.

NORMAS

Covenin (633:2001). Norma Venezolana de concreto premezclado. Requisitos. Caracas.26p

Covenin (339-2003). Metodo para la medicion del asentamiento con el cono de Abrams. Comité tecnico CT-Construccion 03