

COLEGIO SANTIAGO DE LEÓN DE CARACAS

**ALUDES TORRENCIALES REPRESENTADOS EN
UNA CANAL DE PLEXIGLAS**

ARTURO GARCIA R.
GUILLERMO CONZALEZ
JOSE V. RODRIGUEZ
ALAN SAEZ

CARACAS, 14 DE JUNIO DE 2001

COLEGIO SANTIAGO DE LEÓN DE CARACAS

**ALUDES TORRENCIALES REPRESENTADOS EN UNA
CANAL DE PLEXIGLÁS**

**ARTURO GARCÍA R
GUILLERMO GONZÁLEZ
JOSÉ V. RODRÍGUEZ
ALAN SÁEZ**

CARACAS, 14 DE JUNIO DE 2001

ÍNDICE

• Introducción.....	4
• Objetivos.....	10
• Materiales.....	11
• Metodología.....	12
• Resultados.....	18
• Conclusiones.....	25
• Discusión.....	26
• Bibliografía.....	27
• Anexos.....	28

RESUMEN

Este informe pretende adaptar modelos de aludes torrenciales realizados en un laboratorio, a fenómenos naturales referentes al tema. Estos experimentos fueron realizados con varias mezclas de caolín y agua, cada una con una densidad diferente, obteniéndose una especie de barro que posteriormente fluye por un canal elaborado con plexiglás, de manera tal que se logre apreciar los resultados para elaborar una explicación científica a actividades hidrológicas naturales tales como las ocurridas en el Estado Vargas, Venezuela, el pasado diciembre del año 99.

Dedicamos este trabajo a Zack De La Rocha,
por servirnos de inspiración a todos los integrantes del equipo para
amarrarnos los zapatos cuando a las cucarachas les huelen los pies.

Las curvas representadas en el diagrama de la figura 1 se pueden dividir en dos
grandes grupos: las curvas de tipo I y las curvas de tipo II.

Las curvas de tipo I son aquellas que se caracterizan por ser periódicas de estaño.
Las variaciones de la curvatura de tipo I, de acuerdo con el diagrama de la figura 1, se alimentan
por una curvatura de tipo I, de acuerdo con el diagrama de la figura 1.

Las curvas de tipo II son aquellas que se caracterizan por ser periódicas de estaño.
Las variaciones de la curvatura de tipo II, de acuerdo con el diagrama de la figura 1, se alimentan
por una curvatura de tipo II, de acuerdo con el diagrama de la figura 1.

Las pendientes representadas en el diagrama de la figura 1 se pueden dividir en tramos
relativamente largos. La curvatura de tipo I, de acuerdo con el diagrama de la figura 1, se alimentan
por una curvatura de tipo I, de acuerdo con el diagrama de la figura 1. Los materiales
sólidos representados en el diagrama de la figura 1, de acuerdo con el diagrama de la figura 1.

Las curvas de tipo I son aquellas que se caracterizan por ser periódicas de estaño.
Las variaciones de la curvatura de tipo I, de acuerdo con el diagrama de la figura 1, se alimentan
por una curvatura de tipo I, de acuerdo con el diagrama de la figura 1. Las curvas de tipo II
son aquellas que se caracterizan por ser periódicas de estaño. Las variaciones de la curvatura
de tipo II, de acuerdo con el diagrama de la figura 1, se alimentan por una curvatura de tipo II,
de acuerdo con el diagrama de la figura 1.

Las curvas de tipo I son aquellas que se caracterizan por ser periódicas de estaño.
Las variaciones de la curvatura de tipo I, de acuerdo con el diagrama de la figura 1, se alimentan
por una curvatura de tipo I, de acuerdo con el diagrama de la figura 1. Las curvas de tipo II
son aquellas que se caracterizan por ser periódicas de estaño. Las variaciones de la curvatura
de tipo II, de acuerdo con el diagrama de la figura 1, se alimentan por una curvatura de tipo II,
de acuerdo con el diagrama de la figura 1.

Las curvas de tipo I son aquellas que se caracterizan por ser periódicas de estaño.
Las variaciones de la curvatura de tipo I, de acuerdo con el diagrama de la figura 1, se alimentan
por una curvatura de tipo I, de acuerdo con el diagrama de la figura 1. Las curvas de tipo II
son aquellas que se caracterizan por ser periódicas de estaño. Las variaciones de la curvatura
de tipo II, de acuerdo con el diagrama de la figura 1, se alimentan por una curvatura de tipo II,
de acuerdo con el diagrama de la figura 1.

Existen una gran variedad de curvas de tipo I y de tipo II. La curvatura de tipo I es conocida
como la curvatura de tipo I.

Las curvas de tipo I son aquellas que se caracterizan por ser periódicas de estaño.
Las variaciones de la curvatura de tipo I, de acuerdo con el diagrama de la figura 1, se alimentan
por una curvatura de tipo I, de acuerdo con el diagrama de la figura 1. Las curvas de tipo II
son aquellas que se caracterizan por ser periódicas de estaño. Las variaciones de la curvatura
de tipo II, de acuerdo con el diagrama de la figura 1, se alimentan por una curvatura de tipo II,
de acuerdo con el diagrama de la figura 1.

Las curvas de tipo I son aquellas que se caracterizan por ser periódicas de estaño.
Las variaciones de la curvatura de tipo I, de acuerdo con el diagrama de la figura 1, se alimentan
por una curvatura de tipo I, de acuerdo con el diagrama de la figura 1. Las curvas de tipo II
son aquellas que se caracterizan por ser periódicas de estaño. Las variaciones de la curvatura
de tipo II, de acuerdo con el diagrama de la figura 1, se alimentan por una curvatura de tipo II,
de acuerdo con el diagrama de la figura 1.

Las curvas de tipo I son aquellas que se caracterizan por ser periódicas de estaño.
Las variaciones de la curvatura de tipo I, de acuerdo con el diagrama de la figura 1, se alimentan
por una curvatura de tipo I, de acuerdo con el diagrama de la figura 1. Las curvas de tipo II
son aquellas que se caracterizan por ser periódicas de estaño. Las variaciones de la curvatura
de tipo II, de acuerdo con el diagrama de la figura 1, se alimentan por una curvatura de tipo II,
de acuerdo con el diagrama de la figura 1.

INTRODUCCIÓN

Los cursos naturales del agua, según sus características, se pueden dividir en dos grandes grupos: los ríos y los torrentes.

Los ríos se caracterizan por tener caudales importantes aun en periodos de estiaje. Las variaciones del caudal son relativamente lentas ya que el curso de agua es alimentado por una extensa red de afluentes que drena una cuenca de gran tamaño.

Las lluvias aisladas, de pequeña extensión superficial no afecta el caudal de los ríos. Las crecientes se forman lentamente y son de larga duración.

Las pendientes longitudinales de los ríos suelen ser constantes en tramos relativamente largos y de pequeña magnitud, no sobrepasando el 1%. Los materiales sólidos transportados son finos, constituidos por arena, limo y arcilla.

Los cauces (Lecho de un río) de los ríos suelen comprender dos partes: una más profunda y definida que se conoce como cauce de estiaje, y otra más amplia y difusa que es ocupada por el flujo durante las crecientes. Algunos ríos recorren zonas muy planas en las cuales divagan formando curvas alternadas llamadas meandros.

Los torrentes son cursos de agua de zonas montañosas que se caracterizan por tener fuertes pendientes longitudinales mayores al 5%, las cuales son irregulares. Los cauces de los torrentes están formados por materiales gruesos: peñones, cantos rodados, grava y arena, entremezclados. En ellos predomina un arrastre de fondo sobre el transporta en suspensión.

Las cuencas de los torrentes son poco extensas y muy pendientes, lo que produce una respuesta rápida a las precipitaciones localizadas sobre ellas. Las crecientes son violentas y de corta duración.

Existe una categoría intermedia entre ríos y torrentes. Esta categoría es conocida como los ríos torrenciales.

Los ríos torrenciales suelen presentarse en las zonas de piedemonte (laderas de la montaña), donde los torrentes depositan sus sedimentos, se suaviza la pendiente, y comienzan a aparecer las características fluviales.

Los ríos torrenciales presentan cauces múltiples (trenzados) que se entrecruzan y cambian de posición constantemente. El material del lecho es grueso, formado por grava, cantos rodados y arena. La sección transversal es muy irregular y cambiante. En general un curso de agua comienza siendo un torrente en la zona montañosa, pasa a la categoría de río torrencial en el piedemonte y se transforma en un río en la planicie aguas abajo. De un modo global se puede decir que en la mayoría de los casos los afluentes de los ríos son ríos torrenciales y los de estos torrentes.

Partes de un Torrente

En la mayor parte de los torrentes es posible distinguir tres partes bien diferenciadas, en cada una de las cuales se producen fenómenos diferentes, esas partes son: la cuenca contribuyente, la garganta y el cono de deyección.

La Cuenca Contribuyente

Es la parte mas alta y más extensa del torrente, tiene una forma semejante a la de un embudo y en ella se capta la mayor parte del flujo proveniente de las precipitaciones y el deshielo. La cuenca esta surcada por una serie de zanjones, o cauces menores muy pendientes, que concentran el flujo captado. La mayor parte de los sedimentos transportados por el torrente proviene de la cuenca, ya que tal como se indicó anteriormente, en ella predomina la erosión, la profundización, ensanchamiento y ramificación de los cauces.

La Garganta

Generalmente está constituida por un cauce encajonado y profundo, situado aguas debajo de la cuenca. Por la garganta transitan hacia la planicie de aguas abajo el agua y los sedimentos provenientes de la cuenca. La pendiente suele ser muy elevada y variable, aunque menor que la de los cauces ramificados de la cuenca. Las velocidades del flujo en creciente son muy altas. Este tramo identifica lo que comúnmente se denomina torrente.

En la garganta predomina el transporte de los materiales, el cual a su vez puede originar procesos de erosión en el lecho y en las márgenes. Los bloques angulares provenientes de la cuenca chocan entre sí durante el transporte, se fragmentan y sus aristas se redondean. Si la garganta tiene la longitud suficiente, los bloques se transforman a lo largo del recorrido en cantos rodados, y estos en grava y arena. Es común encontrar en la garganta materiales de todos los tamaños, la mayor parte de ellos provenientes de la cuenca y algunos de deslizamientos locales, de la erosión de las márgenes o del fondo. Al ocurrir la próxima creciente importante estos materiales serán arrastrados y sustituidos por otros.

Cono de Deyección

En la desembocadura del torrente en la planicie o en un valle transversal, la pendiente se reduce bruscamente, la corriente disminuye de velocidad y se produce la sedimentación de los materiales transportados, los cuales se acumulan formando una especie de cono, de ahí la denominación de cono de deyección para este componente del torrente.

En cada creciente los bloques de mayor tamaño se depositan en primer lugar, hacia la parte superior del cono, a continuación (hacia aguas abajo) los cantos rodados seguidamente la grava y finalmente la arena.

Si el río en el que desemboca el torrente pasa lo suficientemente cerca del final de la garganta, puede erosionar la base del cono de deyección y este adoptará la forma de un cono truncado, de lo contrario el cono será completo.

Cuando el río en el que desemboca el torrente tiene capacidad suficiente para transportar todo el caudal sólido que este le aporta, entonces el cono de deyección deja de crecer longitudinalmente, y solo experimenta un proceso de ensanchamiento gradual.

Alud Torrencial

Son masas en las que el volumen de los sedimentos es superior al del agua, y que fluyen en forma similar a la de un concreto fresco, poco espeso, bajo la acción de la gravedad (concepto elaborado por el Dr. Endo, investigador de lavas torrenciales en Japón).

Cuando grandes cantidades de sedimento llegan al cauce se produce su acumulación, debido a que los caudales normales del torrente no suelen tener la capacidad suficiente para arrastrarlo. Esta situación podría presentarse cuando ocurre un deslizamiento de terreno en una ladera, que produce un represamiento del agua dando origen a un embalse (gran depósito artificial en que se recogen las aguas de un río para su aprovechamiento por el hombre) temporal. Si en estas condiciones se presenta una lluvia interna en la cuenca, podría iniciarse una crecida excepcional, con capacidad para movilizar la masa de sedimento acumulada. (Fuente: Presas de Corrección de Torrentes y Retención de Sedimentos-L.M Suárez Villar).

El propósito de este informe es adaptar los experimentos referentes a aludes torrenciales, realizados en un canal de plexiglás, a fenómenos naturales ocurridos alrededor del mundo, como por ejemplo, lo ocurrido el pasado diciembre del año 99 en el estado Vargas, Venezuela, de manera tal que se pueda tener una base científica para explicar estos hechos. Estudiar el comportamiento del barro a distintos ángulos de inclinación, para ser más exacto.

Introducción:

Objetivos del informe:

Metodología:

Operación de los sensores de flujo de agua y de sedimento, en forma de un sistema de medición de flujo de agua y de sedimento.

Experimentos:

Del experimento voluntario de flujo de agua y de sedimento en un canal de plexiglás, como medida de flujo de agua y de sedimento.

Resultados:

Interpretación de los resultados de los experimentos de flujo de agua y de sedimento en un canal de plexiglás, como medida de flujo de agua y de sedimento.

MARCO TEÓRICO

Afluentes:

Ríos pequeños de poco caudal que desembocan en otro más grande.

Cuenca:

Territorio cuyas aguas afluyen a un mismo río.

Arcilla:

Silicato lumínico hidratado natural, puro o impurificado por óxidos de hierro, que empapado con agua se hace muy plástico y que por la calcinación se contrae y endurece: la que contiene arena, cal y óxidos de hierro y se usa corrientemente en alfarería.

Bisagra:

Herraje de dos piezas unidas o combinadas que, con un eje común y sujetas una a un sostén fijo y otra a la puerta o tapa, permiten el giro de éstas.

Concentración:

Acción de concentrar o concentrarse.

Densidad:

Relación entre la masa y el volumen de una sustancia; o entre la masa de una sustancia y la masa de un volumen igual de otra sustancia tomada como patrón.

Depósito:

Lugar o paraje donde se deposita.

Desagüe:

Desaguadero (conducto).

Drenaje:

Operación de dar salida a las aguas muertas o a la excesiva humedad de los terrenos por medio de zanjas o cañerías.

Experimento:

Determinación voluntaria de un fenómeno u observación del mismo en determinadas condiciones, como medio de investigación científica.

Fenómeno:

Manifestación de actividad que se produce en la naturaleza; como la lluvia, la tormenta, etc.

Fluido:

Que brota o mana como un líquido.

Flujo:

Movimiento de las cosas líquidas o fluidas.

Gráfico:

Que representa algo por medio del dibujo.

Hidrologías:

Parte de las ciencias naturales que trata de las aguas.

Hierro:

Elemento químico, metal dúctil, maleable, muy tenaz, magnético y fácilmente oxidable, que formando diversos compuestos es abundantísimo en la naturaleza. Su símbolo es *Fe*, su número atómico 26 y su peso atómico 55,84: ~ *albo*, el candente; ~ *cabilla*, el forjado en barras redondas más gruesas que las del ~ *varilla*; ~ *colado o fundido (también fundición)*, el que sale fundido de los altos hornos; ~ *dulce*, el libre de impurezas, que se trabaja con facilidad; ~ *espático*, siderosa; ~ *forjado*, el que contiene escoria en forma de partículas alargadas lo que da un grano característico; resiste a la oxidación y suelda con facilidad; ~ *pirofórico*, hierro pulverizado que se inflama espontáneamente en contacto con el aire.

Instrumento:

Objeto fabricado, formado de una o varias piezas combinadas, para el ejercicio de artes y oficios, efectuar una operación, etc.: *instrumentos quirúrgicos, topográficos, de labranza*; ~ *músico o simple*. ~, el que produce sonidos musicales por la vibración de las cuerdas de que está provisto (~ *de cuerda*); golpeándolo con Badajoz o varillas (~ *de percusión*), o impeliendo aire dentro de él (~ *de viento*).

Laboratorio:

Local dispuesto para ejecutar en él experimentos científicos y operaciones químicas, farmacéuticas, etc.

Líquido:

Estado de la materia, en el que ésta se deforma fácilmente adoptando la forma de la vasija que lo contiene.

Mecánica:

Parte de la física que trata del movimiento y el equilibrio y de las fuerzas que los producen; esp. Ciencia y arte de idear, construir, reparar o manejar máquinas: ~ *cuántica*, teoría de los cuantos que describe un sistema mediante operaciones dependientes del tiempo.

Mezcla:

Agregación de sustancias que no tienen entre sí acción química.

Metodología:

Parte de la lógica que estudia los métodos. Se divide en dos partes: la sistemática, que fija las normas de la definición, de la división, de la clasificación y de la prueba, y la inventiva, que fija las normas de los métodos de investigación propios de cada ciencia.

Peso:

Resultante de todas las acciones de la gravedad sobre las moléculas de un cuerpo, en virtud de la cual ésta ejerce mayor o menor presión sobre la superficie en que se apoya: ~ *específico (o densidad), fís.*, el de un cuerpo en comparación con el de otro de igual volumen tomado como unidad; ~ *atómico, quím.*, el correspondiente al átomo de cada cuerpo siempre referido al del oxígeno tomado como 16,00; ~ *molecular*, suma de los pesos atómicos que entran en la fórmula molecular de un compuesto.

Sólido:

Firme, macizo, denso, fuerte.

Volumen:

Espacio ocupado por un cuerpo.

OBJETIVO

El objetivo principal de este trabajo es analizar y a la vez comprender el comportamiento de una de las mayores fuerzas de la naturaleza: el agua; y adaptar los experimentos a fenómenos naturales relacionados con el tema. De esta manera obtendremos una base científica para explicar los distintos hechos que han ocurrido, o que posteriormente ocurrirán en el ámbito de la hidrología, o la mecánica de fluidos.

- **Internet:** en busca de información.
- **Computador:** para el procesamiento de los datos.
- **Canal de aleatorización:** para generar los datos de la simulación, canal común a la partícula donde se van a hacer mediciones y las simulaciones.
- **Flexiglass:** material de plástico de color transparente.
- **Peso:** instrumento para medir el peso (relacionado a la gravedad).
- **Cinta métrica:** para medir (de 0 (cero) a 5 metros).
- **Cámara digital:** aparato electrónico capaz de grabar fotografías.
- **Manguera:** tubo de goma que transporta agua a través de un orificio.
- **Cilindro graduado:** instrumento de medida cilíndrico utilizado para medir volúmenes, usualmente la base de medición, como en el caso del cilindro, es el área que corresponde al πR^2 (cm²).
- **Papel:** hoja blanca y delgada formada de fibras de celulosa, utilizada para escribir.
- **Lápiz:** aparato de dibujo.
- **Calculadora:** aparato capaz de calcular operaciones matemáticas determinadas.

MATERIALES

- **Caolín:** Ka- Arcilla blanca muy pura conque se fabrica la porcelana, que fue utilizado ya que cuando se mezcla con el agua, se asemeja al barro además de ser de fácil manejo en el laboratorio.
- **Agua:** H₂O- líquido transparente insípido he inodoro
- **Batidor:** barra de plexiglás
- **Cuñete:** barril cuya capacidad es de 20 cm³
- **Canal de plexiglás:** canal donde fue elaborado el experimento. Canal: conducto por donde pasan las aguas, medido en centímetros
- **Plexiglás:** material de plástico duro transparente
- **Peso:** instrumento que mide el peso – (masa X gravedad)
- **Cinta métrica:** cinta mesurada de 0 (cero) a 5 metros
- **Cámara digital:** aparato eléctrico capaz de grabar fotografías
- **Manguera:** tubo de goma que transporta agua a través de un grifo
- **Cilindro graduado:** instrumento de forma cilíndrica utilizado para medir volúmenes, normalmente hecho de plástico, como es el caso del nuestro, el cual tiene una capacidad de 1000cm³
- **Papel:** hoja seca y delgada fabricada de vegetales molidos, utilizado para apuntar.
- **Lápiz:** apuntador de grafito.
- **Calculadora:** aparato capaz de calcular ecuaciones matemáticas determinadas.

MÉTODO

En el laboratorio de mecánica de fluidos de la facultad de ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, recolectamos todos los datos necesarios para llevar a cabo el objetivo del trabajo, así como también allí fue elaborado el mismo.

La razón por la cual escogimos elaborar un experimento de este tipo fue para compararlo con fenómenos hidrológicos y meteorológicos que ocurren en nuestro entorno como por ejemplo lo ocurrido en pasado diciembre de 1999 en el Estado Vargas, Venezuela.

El laboratorio consta de varias instalaciones aptas para el desarrollo del estudio de temas relacionados, tales como sistemas de canales y sistemas de escurrimiento de agua, entre otras. Su estructura es muy extensa en cuanto a espacio, ya que mide unos 300 metros cuadrados (m^2) aproximadamente, en él se encuentra el canal de plexiglás (material de plástico duro transparente), y los materiales antes mencionados (caolín -ka- agua, etc. La razón por la cual el lugar es tan amplio, es porque en él se encuentran, a parte de todos los materiales necesarios, un sistema cerrado de drenaje y flujo de aguas, un baño, un gran número de grifos, un taller (donde se construyó el canal de plexiglás), una pizarra para apuntes y otras estructuras experimentales que le sirven a los estudiantes para llevar a cabo sus experimentos .

Para la elaboración del canal de plexiglás, se utilizó una base hecha de tubos de hierro, donde posteriormente se colocó el canal de 150 cm, con un depósito de madera y su respectivo desagüe. También poseía una compuerta para dejar fluir las mezclas que se colocaban en la parte posterior del instrumento, entre el canal y el depósito se colocaron unas bisagras que permitían elaborar el experimento con distintos ángulos.

Para la elaboración de mezclas en el cuñete (barril cuya capacidad es de 20 cm^3), se utilizó agua (H_2O - Líquido transparente insípido he inodoro) y caolín (Ka- Arcilla blanca muy pura conque se fabrica la porcelana, que fue utilizado ya que cuando se mezcla con el agua, se asemeja al barro además de ser de fácil manejo en el laboratorio).

Para conseguir las concentraciones adecuadas para el experimento se utilizaron las siguientes formulas:

- Cp: concentración en peso. (masa/ masa)
- Cv: concentración en volumen. (volumen/ volumen)
- ρ_L : densidad del liquido.
- ρ_S : densidad del sólido.
- Pt: peso total. (20 kilogramos)
- Vs: volumen del sólido.
- Vl: volumen del liquido.
- Ps: peso sólido.

1) $\rho_L = 1 \text{ kg/lt}$

2) $\rho_S = 2.65 \text{ kg/lt}$

3) $C_v = \frac{V_s}{V_s + V_l}$

4) $C_p = \frac{\text{Peso del sólido}}{P_t}$

5) $C_p = \frac{\rho_s C_v}{\rho_s C_v + \rho_L (1 - C_v)}$

6) $C_v = \frac{\rho_l C_p}{\rho_L C_p + \rho_S (1 - C_p)}$

7) $C_p = \frac{P_s}{P_t}$

8) $P_t = \frac{P_s}{C_p}$

9) $P_s = P_t C_p$

Utilizamos concentraciones de 0.1 kg/lt, 0.2 kg/lt, 0.3 kg/lt, 0.4 kg/lt, 0.5 kg/lt, 0.6 kg/lt y utilizamos la formula #5 para conseguir Cp, que nos serviría después para calcular Ps utilizando la formula #9

Procedimiento:

Concentración 0.1 kilogramos de caolín / litros de agua

Formula #5

$$Cp = \frac{\rho_s C_v}{\rho_s C_v + \rho L (1 - C_v)}$$

$$Cp = \frac{2.65 \text{ kg/lt} \times 0.1 \text{ kg/lt}}{2.65 \text{ kg/lt} \times 0.1 \text{ kg/lt} + 1 \text{ kg/lt} (1 - 0.1 \text{ kg/lt})} = 0.228448275 \text{ kg/lt}$$

Formula #9

$$Ps = Pt Cp$$

$$Ps = 20 \text{ kg} \times 0.228448275 \text{ kg/lt} = 4.56 \text{ kg}$$

(éste va a ser el peso de caolín utilizado en la mezcla)

Concentración 0.2 kilogramos de caolín / litros de agua

Formula #5

$$Cp = \frac{\rho_s C_v}{\rho_s C_v + \rho L (1 - C_v)}$$

$$Cp = \frac{2.65 \text{ kg/lt} \times 0.2 \text{ kg/lt}}{2.65 \text{ kg/lt} \times 0.2 \text{ kg/lt} + 1 \text{ kg/lt} (1 - 0.2 \text{ kg/lt})} = 0.39849624 \text{ kg/lt}$$

Formula #9

$$Ps = Pt Cp$$

$$Ps = 20 \text{ kg} \times 0.39849624 \text{ kg/lt} = 7.97 \text{ kg}$$

Concentración 0.3 kilogramos de caolín / litros de agua

Formula #5

$$C_p = \frac{\rho_s C_v}{\rho_s C_v + \rho_L(1-C_v)}$$

$$C_p = \frac{2.65 \text{ kg/lt} \times 0.3 \text{ kg/lt}}{2.65 \text{ kg/lt} \times 0.3 \text{ kg/lt} + 1 \text{ kg/lt} (1 - 0.3 \text{ kg/lt})} = 0.531772575 \text{ kg/lt}$$

Formula #9

$$P_s = P_t C_p$$

$$P_s = 20 \text{ kg} \times 0.531772575 \text{ kg/lt} = 10.64 \text{ kg}$$

Concentración con 0.4 kilogramos de caolín / litros de agua

Formula #5

$$C_p = \frac{\rho_s C_v}{\rho_s C_v + \rho_L(1-C_v)}$$

$$C_p = \frac{2.65 \text{ kg/lt} \times 0.4 \text{ kg/lt}}{2.65 \text{ kg/lt} \times 0.4 \text{ kg/lt} + 1 \text{ kg/lt} (1 - 0.4 \text{ kg/lt})} = 0.638554216 \text{ kg/lt}$$

Formula #9

$$P_s = P_t C_p$$

$$P_s = 20 \text{ kg} \times 0.638554216 \text{ kg/lt} = 12.77 \text{ kg.}$$

Concentración con 0.5 kilogramos de caolín / litros de agua

Formula #5

$$C_p = \frac{\rho_s C_v}{\rho_s C_v + \rho_L(1-C_v)}$$

$$Cp = \frac{2,65 \text{ kg/lt} \times 0,5 \text{ kg/lt}}{2,65 \text{ kg/lt} \times 0,5 \text{ kg/lt} + 1 \text{ kg/lt} (1 - 0,5 \text{ kg/lt})} = 0,726027397 \text{ kg/lt}$$

Formula #9

$$Ps = Pt Cp$$

$$Ps = 20 \text{ kg} \times 0,726027397 \text{ kg/lt} = 14,52 \text{ kg}$$

Concentración con 0,6 kilogramos de caolín / litros de agua

Formula #5

$$Cp = \frac{\rho_s C_v}{\rho_s C_v + \rho L(1 - C_v)}$$

$$Cp = \frac{2,65 \text{ kg/lt} \times 0,6 \text{ kg/lt}}{2,65 \text{ kg/lt} \times 0,6 \text{ kg/lt} + 1 \text{ kg/lt} (1 - 0,6 \text{ kg/lt})} = 0,798994974 \text{ kg/lt}$$

Formula #9

$$Ps = Pt Cp$$

$$Ps = 20 \text{ kg} \times 0,798994974 \text{ kg/lt} = 15,98 \text{ kg}$$

Para elaborar las mezclas, se toma la cantidad necesaria de caolín con el cilindro graduado (instrumento de forma cilíndrica utilizado para medir volúmenes, normalmente hecho de plástico, como es el caso del nuestro) de 1000cm³, se depositaba en el cuñete, mientras se mezclaba con el mezclador (que es una vara hecha de plexiglás), y el agua que surte la manguera.

Luego, se toma el cuñete donde está contenida la mezcla, se deposita en la parte posterior del canal, la cual tiene la compuerta cerrada para almacenar el líquido, después, se abre la compuerta, dejando fluir la mezcla a través del canal, hacia el depósito de madera que contiene el drenaje previamente tapado con un tapón de madera para no dejar correr la mezcla hacia el drenaje, ya que de lo contrario, no se podrían estudiar los resultados. Luego, se mide la altura de la curva hecha por la mezcla cada 30 centímetros, A lo largo del canal, para posteriormente elaborar un gráfico. El caso de la última mezcla, se hizo fluir tres veces, la primera vez, con 0 (cero) grados de inclinación, la segunda con 10°, y la tercera con 15°, ya que al ser la más densa, es la que más dificultad tiene para fluir hasta el depósito de madera y posteriormente formar un abanico o cono de deyección, entonces se necesitaba inclinar el canal para estudiar el recorrido completo, además, éstos fenómenos ocurren en la naturaleza con cierto grado de inclinación, por la misma causa, entonces al someter al canal a ciertos grados, podemos hacer una simulación más precisa.

Por ejemplo, en el caso de la primera mezcla (0.1kg de caolín / litros de agua) se tomaron los 4,65 kilogramos de caolín, calculados por las fórmulas, con el cilindro graduado, se mezcla con el agua de la manguera con el mezclador, se mide el peso del cuñete con un peso (instrumento que mide el peso - masa X gravedad) y ya estaría lista la mezcla para fluir a través del canal.

Nosotros elaboramos 6 mezclas distintas probando las densidades, a cada una se le tomaron fotos de distintas posiciones, la más densa se experimentó con varios ángulos de altura ya antes mencionados ya que era lo único que ofrecía resistencia a las inclinaciones las demás por su condición de líquida se desplazaba sin problemas con un ángulo de 0 grados.

Concentración 0.2kg/l

En nuestra segunda concentración de caolín, la mezcla se desplazó hacia el depósito de drenaje al experimento anterior, de densidad 0.2 kg/l, se necesitó un poco más de tiempo que la primera vez la en el drenaje a través del canal de plexiglás.

RESULTADOS



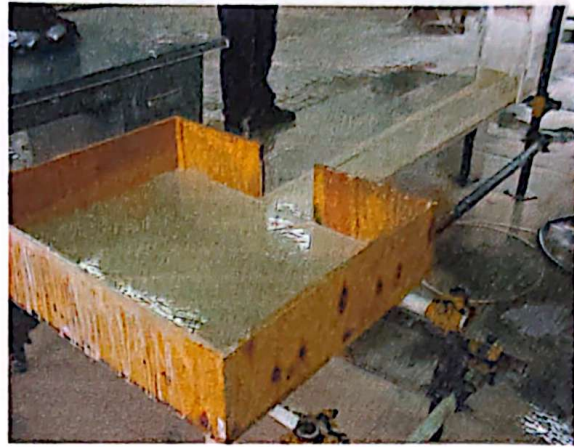
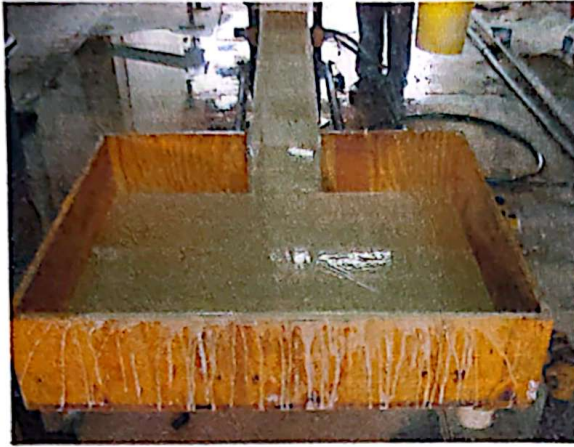
Concentración 0.1kg/lt

Esta es nuestra primera concentración, donde se puede observar que debido a su densidad muy baja, se desliza con gran rapidez hasta el depósito de madera en una pendiente de 0° , en consecuencia no se produjo ningún abanico ni cono de deyección donde se depositan los sedimentos y desechos de los aludes torrenciales.



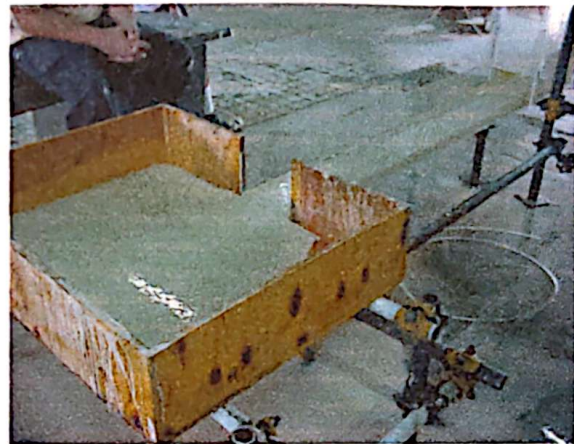
Concentración 0.2kg/lt

En nuestra segunda concentración, los resultados obtenidos fueron muy parecidos al experimento anterior, de densidad 0.1 Kg/lt., lo que varía un poco es el tiempo que tarda la mezcla en deslizarse a través del canal de plexiglás.



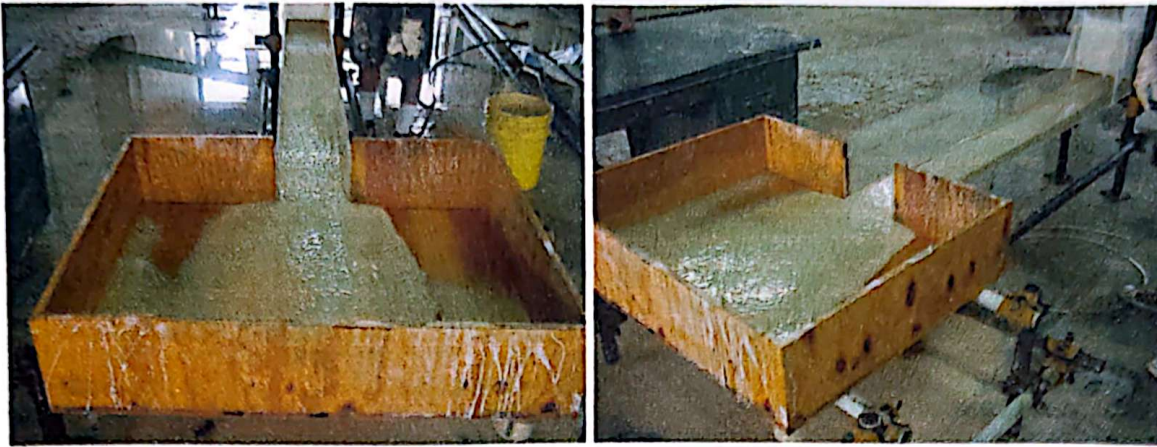
Concentración 0.3kg/lt

La tercera concentración, continuamos trabajando con una pendiente de 0° debido a que sus resultados seguían siendo parecidos, la mezcla se desliza con rapidez en el canal de plexiglás, sin consecuencias de un abanico o cono de deyección, como se puede observar en la foto.



Concentración 0.4kg/lt

Esta concentración ya presentaba una resistencia, pero no suficiente como para crear un abanico o cono de deyección. Su desplazamiento fue más lento que los anteriores, pero no lo suficiente. Aunque débil, la mezcla comienza a presentar características aptas para la formación del fenómeno de alud.



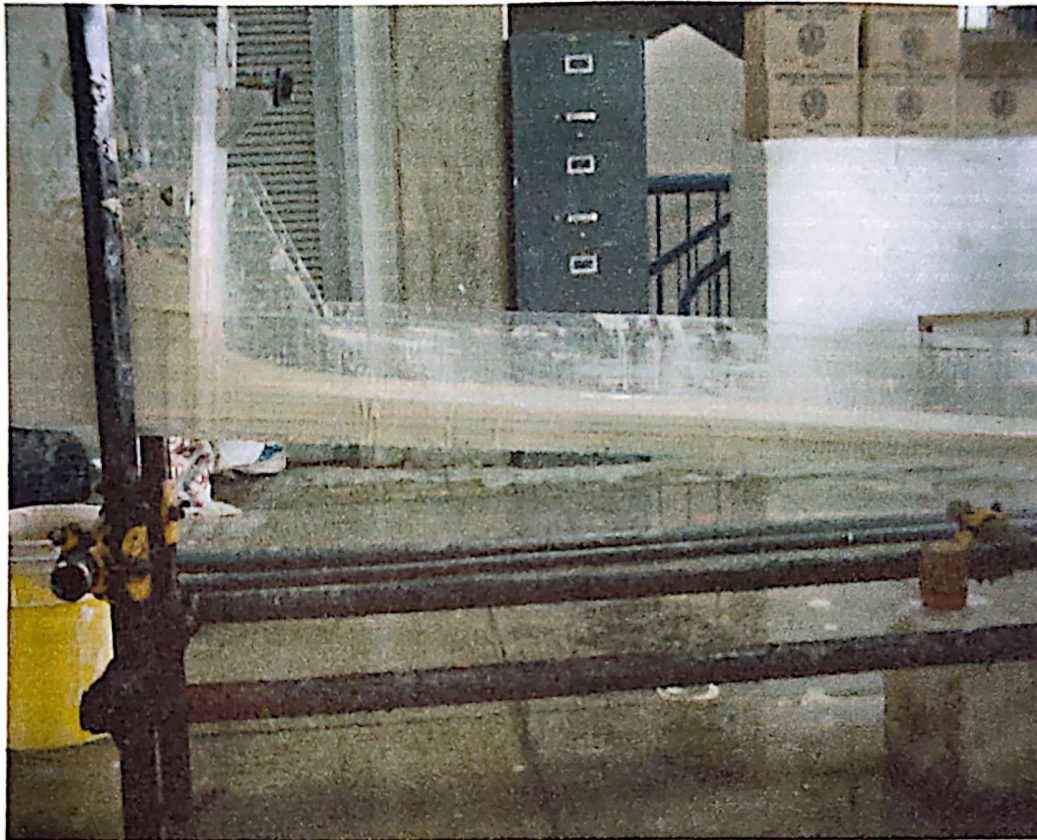
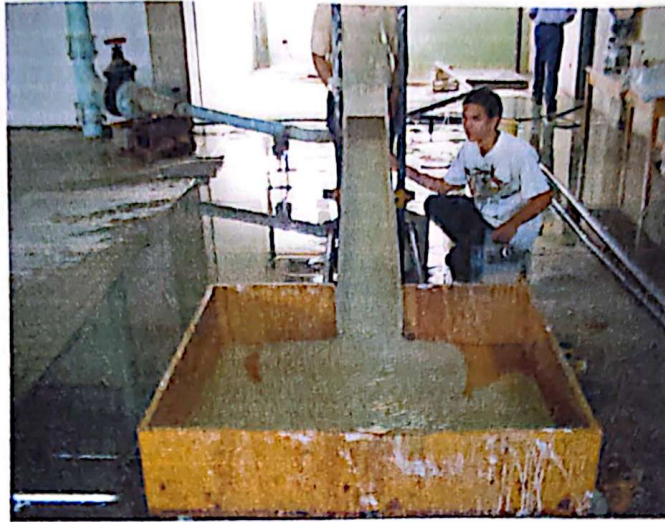
Concentración 0.5kg/lt

Esta concentración, ofrecía obviamente más resistencia y su desplazamiento era más lento. En este experimento se ve claramente la silueta del abanico. A diferencia de los demás experimentos, la mezcla no ocupó todo el deposito de madera



Concentración 0.6kg/lt

Esta concentración, por fin presenta la suficiente resistencia en un ángulo de 0° , lo cual podemos experimentar con otros ángulos; como podrán ver en la foto la mezcla de 0.6Kg/lt. sólo llega hasta un poco más de la mitad del canal de plexiglás ya que es demasiado densa como para llegar al final de este.



Concentración 0.6 kg/lit 10°

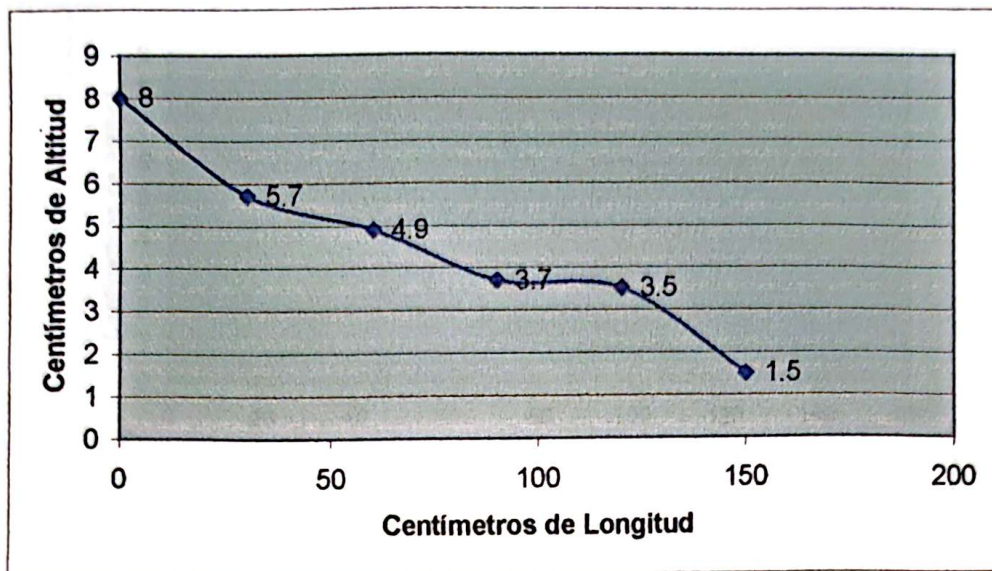
En esta parte del experimento se toma la mezcla de 0.6 kg/lit y se la eleva hasta formarse un ángulo de 10° con respecto al suelo, dada la inclinación del canal, esta vez la mezcla de caolín llegó al deposito de madera formándose un abanico lo cual se puede observar claramente en la foto.



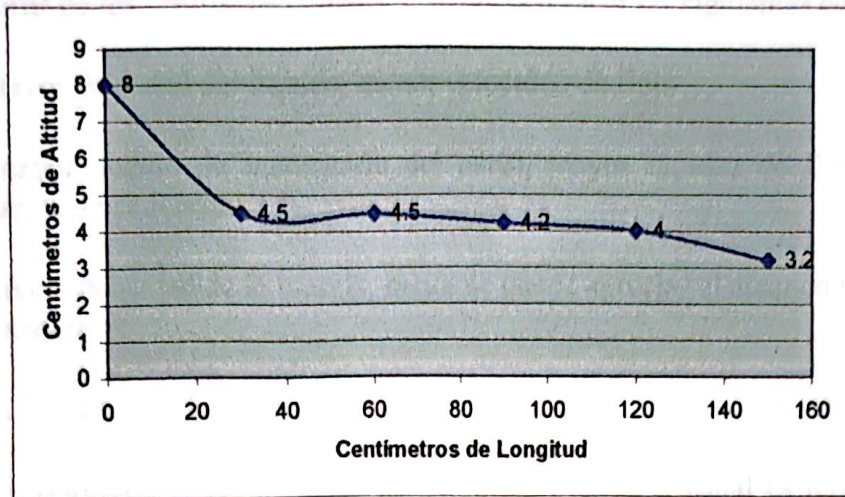
Concentración 0.6 kg/lit 15°

Al hacerlo una vez mas pero con mayor inclinación con respecto al suelo se nota mas marcado en cono de deyección que se forma al igual que la velocidad con que se desliza por el canal la mezcla de caolín. A pesar de la velocidad que experimento la mezcla sobre el canal, se puede ver la silueta del abanico (menos definido que en el experimento anterior)

Comportamiento de el flujo de la solución a través del canal de plexiglás a una inclinación de 10°



Comportamiento del flujo de la solución a través del canal de plexiglás a una inclinación de 15°



CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- A mayor densidad del líquido, menor velocidad de flujo
- A mayor ángulo de inclinación del canal, mayor rapidez de fluido, y mayor esfuerzo de cedencia.
- A mayor densidad de la mezcla, mejor se puede apreciar el abanico en el depósito de madera
- A mayor densidad, mayor poder de arrastre.
- Si la velocidad experimentada por la mezcla sobre el canal es muy elevada, la forma de abanico pierde definición.

DISCUSIÓN

Gracias a los experimentos realizados, podemos entender de una manera más clara y precisa, las causas y efectos de los aludes torrenciales, así como también se pueden crear medidas preventivas para un posible desastre futuro.

Pudimos ver más de cerca el comportamiento de las fuerzas hidrológicas, y su capacidad para destruir regiones enteras, con sus respectivas consecuencias.

Vimos también como influye el agua en la formación de masas de barro capaces de formar aludes, y esto explica como actuaron las constantes lluvias sobre la región capital y específicamente en el estado Vargas.

Se puede decir que los resultados obtenidos fueron los esperados, ya que es sabido que a mayor densidad de la mezcla, menor será la distancia que recorrerá en el canal, debido a su menor capacidad para fluir. Siempre al pesar el cuñete, antes de vaciar la mezcla que hubiese en él, se podían elaborar ciertas hipótesis, así como también al palpar la mezcla, y percibir su densidad.

A pesar de ser un experimento hecho en un laboratorio, al visualizar en una mayor escala lo que sucedía en el canal de plexiglás en el momento en el que la mezcla fluía a través de él, se puede tener de alguna manera una idea, por más remota que sea, de las catástrofes ocurridas, así como también da pie para reflexionar acerca del cierto nivel de importancia que debería darle el gobierno venezolano a los desastres naturales, ya que el hombre nunca podrá estar por encima de ellas, por más allá que se encuentre en la escala evolutiva animal, lo cual es algo que es muy difícil de hacerle entender, y por ello existen personas inocentes que pagan por los errores cometidos injustamente, como por ejemplo los miles de damnificados que quedaron sin hogares, o en centros de acopio improvisados por la comunidad, como colegios o iglesias.

Por ello no se debe dejar pasar por alto aspectos como construir centros de acopio, desalojar personas que residan en zonas de peligro, y otras medidas pertinentes para prevenir, o estar preparado para otra ocasión igual, similar o quizás hasta peor que lo ya sufrido.

BIBLIOGRAFÍA

Hunter, Rouse. *Hidráulica- Mecánica Elemental de Fluidos*. Editorial Dossat, Madrid, 1962

Sotelo Avila, Gilberto. *Hidráulica General-Volumen 1- Fundamentos*. Editorial Limusa, México, 1974

Suarez Villar, Luis Miguel. *Presas de corrección de torrentes y retención de sedimentos*. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, Republica de Venezuela, 1983

ANEXOS

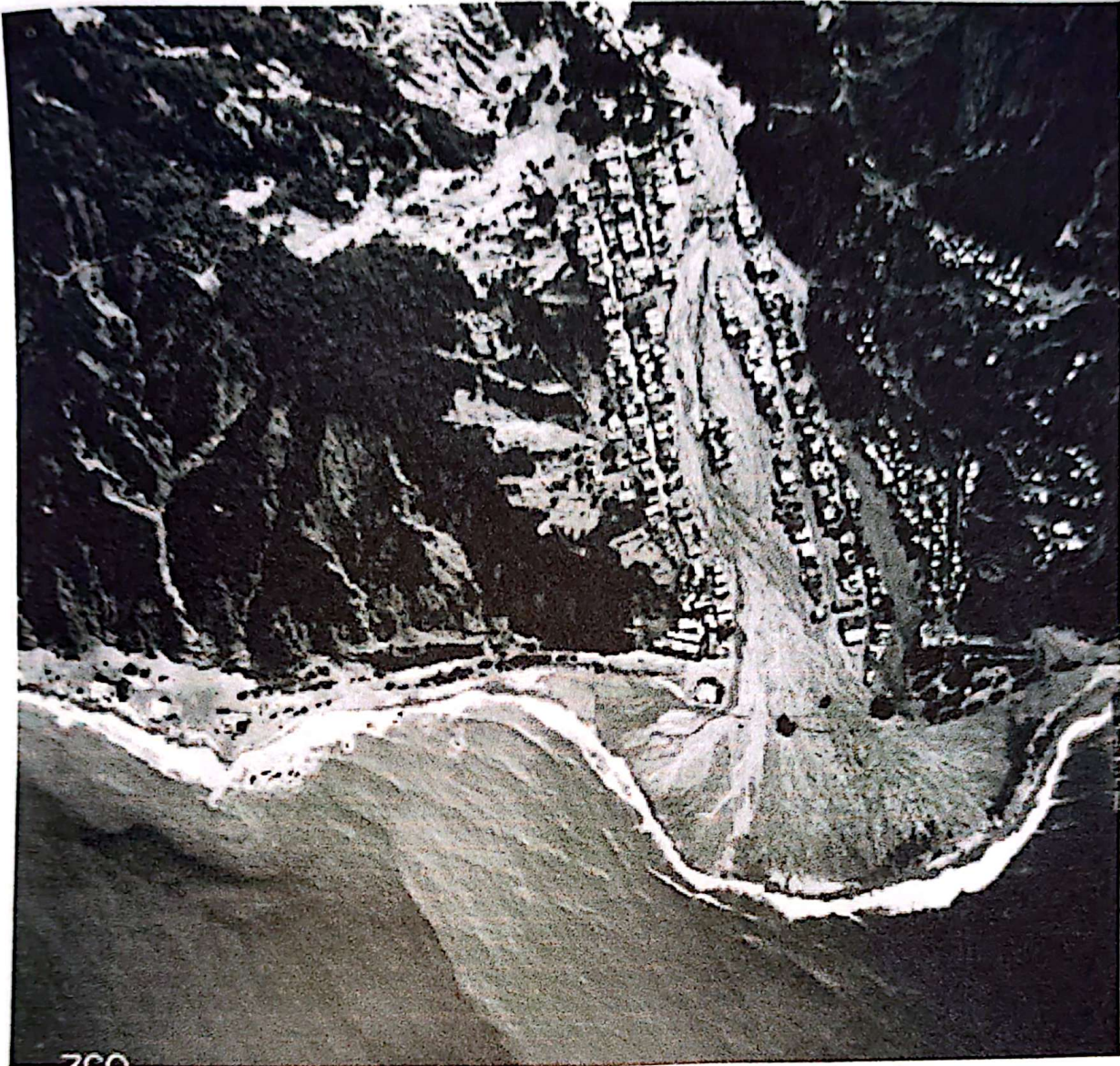


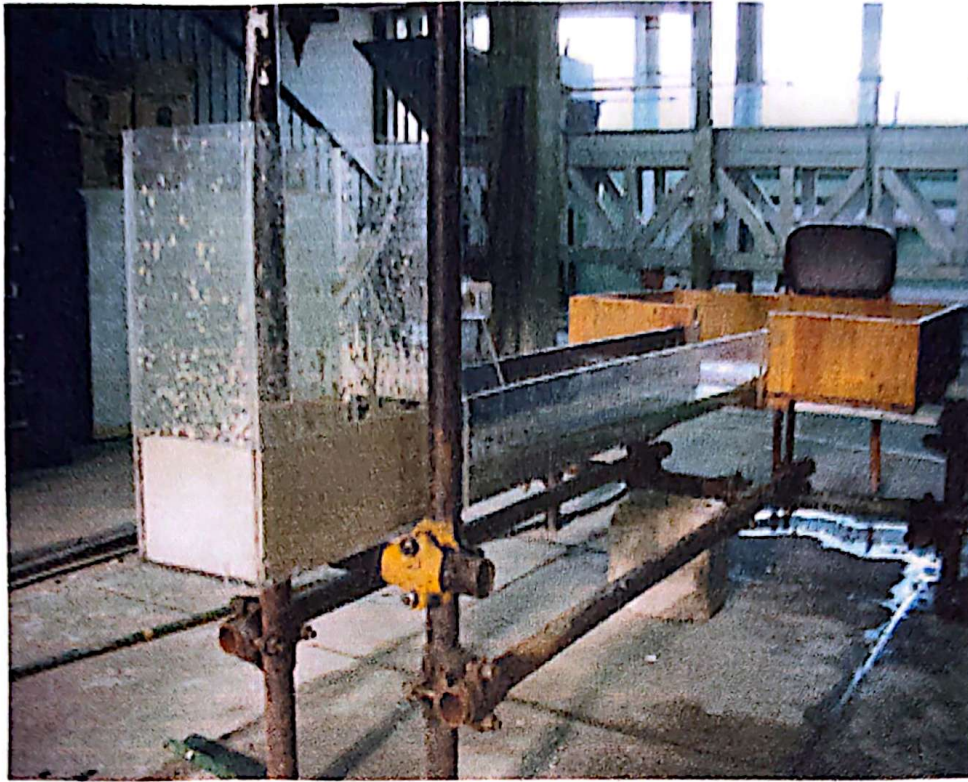
Foto satelital de Carmen de Uria



Abanico aluvial coloreado. (vista desde arriba)



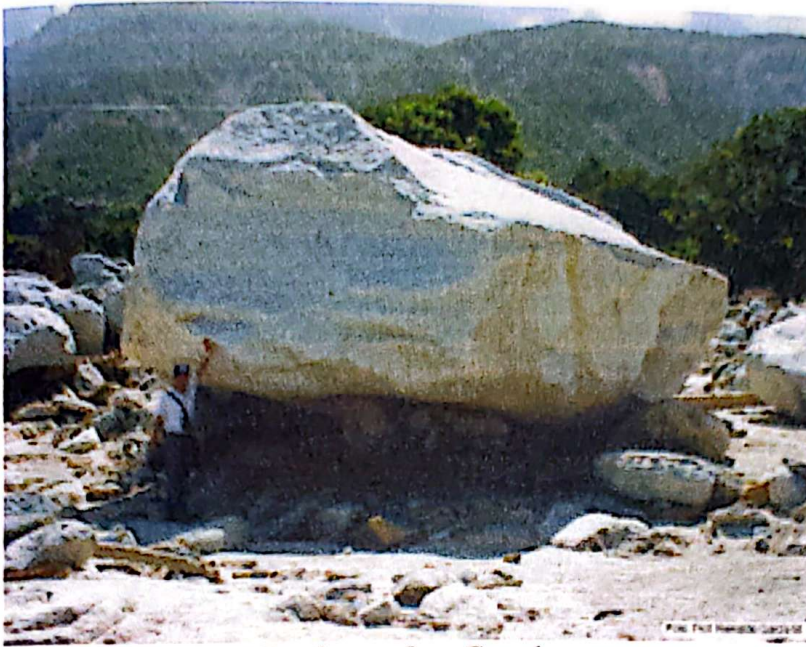
Abanico aluvial coloreado. (vista lateral ¾)



Canal de plexiglás (vista desde atrás)



Alan y Guillermo vertiendo la mezcla en el deposito del canal



Piedra en Los Corales



Camioneta Caribe 442 sumergida en el barro en Tanaguarena