

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	1 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

## Índice

Pautas básicas a considerar en la realización de la Práctica.....	2
Nota Preliminar: .....	2
0) Normas básicas: Obligatorias (generalidades) para realización de simulacros .....	2
Fig 0.1 Práctica Preparación Ensayo .....	4
Fig 0.2 Ejems dispositivos provisión de agua ( Niebla / chorro) a escala fuego .....	5
1) Análisis de la Combustión: Llama .....	6
1.1 Ensayo: Combustión llama Encendedor de gas licuado (GL: butano (C4 H10)) NO REALIZAR .....	6
Fig 1.1.1 Llama Encendedor .....	8
1.2 Ensayo: Combustión llama Vela (difusión) NO REALIZAR .....	9
Fig 1.2.1 Llama Vela (llama de difusión) .....	11
Fig Cambio de estado .....	12
Fig Tipos de combustibles.....	12
Fig Tetraedro de fuego (fuego con llama) Triangulo (fuego sin llama).....	12
Fig 1.2.2 Comportamiento Llama con espátula metálica.....	13
Fig 1.2.3 Comportamiento Llama con tejido de malla metálico .....	13
Fig 1.2.4.1 Comportamiento Llama en campana .....	14
Fig 1.2.4.2 Comportamiento Llama: Variación de % comburente (oxígeno en aire) .....	15
1.3 Ensayo: Comportamiento llama con variación del tipo de comburente NO REALIZAR .....	16
Fig 1.3.1 Ensayo ignición fosforo en atmosfera deficiente de oxigeno .....	17
2) Análisis de la Combustion: Combustibles sólidos según estado de agregación .....	18
2.1 Ensayo: Combustión Papel NO REALIZAR .....	18
Fig 2.1 Combustión papel .....	18
2.2 Ensayo: Combustión Cartón NO REALIZAR .....	19
Fig Extinción por enfriamiento .....	19
Fig2.2 Combustión Cartón .....	20
2.3 Ensayo: Combustión Tabla NO REALIZAR .....	21
Fig 2.3 Combustión tabla .....	21
2.4 Ensayo: Combustión Carbón NO REALIZAR .....	22
Fig 2.4 Combustión carbón .....	22
2.5 Ensayo: Combustión Materiales vestimenta NO REALIZAR .....	24
Fig 2.5 Combustión distintos materiales: Vestimenta.....	24
2.6 Ensayo: Combustión sólido en polvo ( > área específica) NO REALIZAR .....	25
Fig Ensayo ignición: combustion de solido en polvo .....	25
3) Análisis de la Combustión: Combustibles Líquidos .....	26
3.1 Ensayo: Combustión Líquido: Gas Oil NO REALIZAR .....	26
Fig Combustión Gas Oil.....	26
3.1 Ensayo: Combustión Líquido: Gas Oil NO REALIZAR .....	27
Fig Combustión Nafta .....	27
Fig Comportamiento Combustible liquido: Caso de Pérdida contenedor 1° .....	28
3.1 Ensayo: Combustión Líquido: Alcohol etílico en espacio confinado NO REALIZAR .....	30
Fig Comportamiento Combustible liquido: en espacio confinado .....	30
Fig Comportamiento Gases dentro del recipiente .....	31
4) Análisis de la Combustion: Combustibles Gaseosos .....	32
4.1 Ensayo: Combustión Gas NO REALIZAR .....	32
Fig Comportamiento Gases densidad relativa.....	32
Fig Gases reales (PV).....	34
4.2 Ensayo: Combustión: Fuentes de energia de activación NO REALIZAR .....	34
Fig Ftes de Ignición.....	34

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	2 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

## Pautas básicas a considerar en la realización de la Práctica

- **Informarse** previamente (ver TP 5.1 + TP 3.6 + Practica relacionada) Teoria + WWW + otros
- Realizar práctica (aplicar regla de camaradería)
- **Elaboración de informe personalizado** (Encabezado + foto tarjeta identificación)

### Nota Preliminar:

#### Método

- Aprender para conocer
- Investigar para entender
- Analizar para actuar

#### Toda tarea debe ser::

- 1º Planificada (función de los Riesgos de: la Tarea, del Ambiente y de las posibles contingencias vinculadas con la Tarea y el Ambiente)
- 2º Preparada (Recursos humanos y materiales)
- 3º Ejecutada

**El objetivo de esta práctica (realizada con elementos en gral de uso doméstico) se cumple:**

- **Preparando Práctica (sin fuego y sin combustible) (foto personalizada (tarjeta de identificación) que avale preparación práctica)**
- **Analizar info /contestar preguntas**
- **Nota:**

**▪ NO REALIZAR : significa que es solo la preparación de la práctica (con foto personalizada), SIN FUEGO Y SIN COMBUSTIBLE**

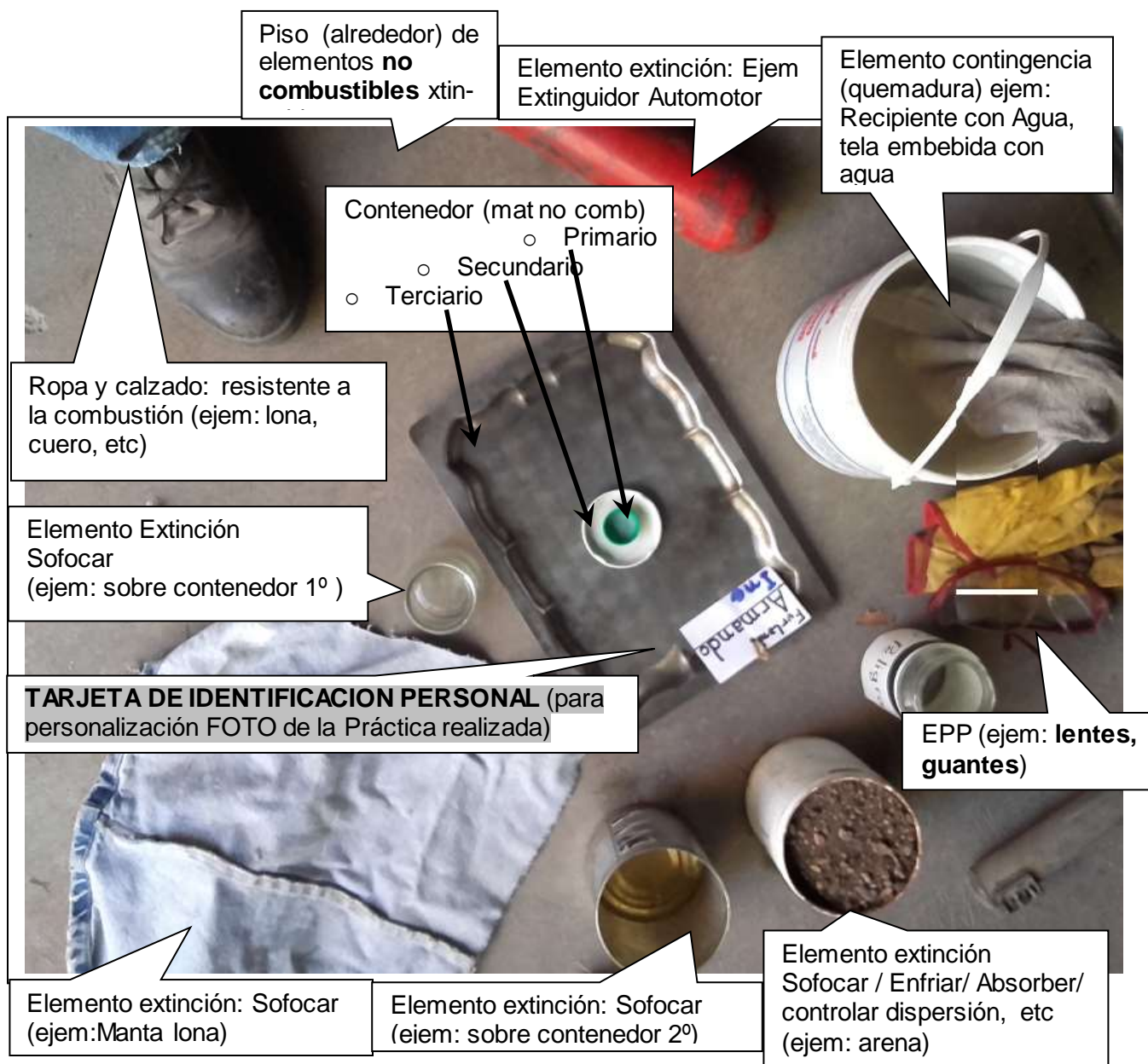
### 0) Normas básicas: Obligatorias (generalidades) para realización de simulacros

- Idem ensayos Prácticas Relacionadas (Identificación de riesgos: Incendio)
- Personal interviniente, entre otros:
  - Informarse
  - Trabajar en Sistema de CAMARADERÍA (Uno realiza ensayo , El Otro cuida para PREVENIR y MITIGAR rápidamente en caso de contingencia)
  - Utilizar ropa de: **nula o baja combustibilidad** (ejem: usar ropa de tela tipo lona (jean, prendas de algodón) no sueltas, no contaminadas con combustibles, etc (No usar telas con elevada área específica (m<sup>2</sup>/kg) , No usar telas de material sintético (alta combustibilidad, ejem: polar))
  - Tener pelo tomado (ejem: tipo rodete bajo casco) ((No usar pelo suelto: material combustible con elevada área específica (m<sup>2</sup>/kg))
  - Usar EPP (ejem: proteccion ocular, Protector facial (ejem: el realizado en Práctica Ambiente: Residuos), guantes, etc)
    - > Distancia posible (Mantener alejado cuerpo (específicamente: cara)
    - < Tiempo posible (Manos: solo contacto indirecto y el menor tpo posible)
- Área de trabajo, preparada para el caso de contingencia

UNCuyo	SSA Practica N° 00.6	Alumno:	3 de34
Fing	Practica: Seguridad		Rev: 5 (2)
Arq 5º	Incendios- Explosiones (Simulacro)		6/5/21

- Área de materiales NO COMBUSTIBLES (ejem piso de cemento/ cerámico/ baldosas, etc) alejado de cualquier material combustible (ejem: cortinas) y fuentes de calor (ejem: fuego abierto, estufas) **a distancia > 2m ( en las 3 direcciones: X, Y, Z; respecto al eje Y (Altura) > 4 m**
- **TRABAJAR A NIVEL DE PISO** (Reduce el área afectada en caso de contingencia, (Ejem: en caso de vuelco del combustible: reduce la dispersión y por lo tanto el área afectada)
- Área ventilada (la combustión produce contaminantes y reduce % oxígeno): **AL AIRE LIBRE** (ejem: patio)
- Alejar del área de ensayo (**a distancia > 2m**): cualquier material combustible (solido, liquido, gaseoso), iniciadores (ejem: caja de fósforos, encendedores, etc)) que no se utilicen estrictamente durante el ensayo
- Para el caso de contingencia: disponer en el área de ensayo
  - Caso de incendio
    - **Regla de camaraderia:** (No realizar tarea solo), es necesario Personal colaborador (con experiencia en combate de Incendios)
    - Extinguidor (PQS., CO2 ..... Disponible, ejem: extinguidor de vehículo automotor)
    - Recipiente con Arena
    - Agua
      - Fuente de agua: ejem: Manguera conectada a instalación, balde con agua,..
      - Pulverizador / Aspersor agua ( >> mayor tamaño que el de los ensayos)
  - Caso de contacto con personas:
    - Sofocar llama (ejem: con manta de lona)
    - Bajar la temperatura del area afectada: Rapidamente (ejem: balde con agua, toalla mojada, etc.)
  - Caso de ensayo de control de fuego (de acuerdo con escala del fuego plantea- do: **minima cantidad de combustible**)
    - Recipiente para sofocar fuego (de material no combustible)
    - Agua: en caso de reutilizar recipientes:
      - no utilizar recipientes que hayan contenido combustibles
      - lavar repetidas veces (> 3) antes de su uso
      - Señalizar (Identificar contenido: ejem: agua)
      - Para el caso de
        - Niebla (Pulverizador/ aspersor pequeño),
        - Chorro Pleno (recip de bajo volumen aprox 50 ml)
  - etc
- Material a ensayar: muestras lo mas pequeñas posibles (similar o menor a las dadas en los ejems) (menor cantidad de combustible, menor peligrosidad, menor riesgo)
- Trabajar siempre:
  - sobre **BANDEJA CONTENEDORA** (material no combustible) para circunscribir área de ensayo / posible contingencia
  - Con elementos **accesorios** de material no combustible
    - para **mantener** muestra a cierta distancia de fuente de calor
      - **Soportes** en los extremos de las muestras (ejem tarros)
      - **Parrilla** (ejem: alambre doblado)
    - Para **fijación** de muestra (Pesos, ejem rocas sobre soportes) para evitar que esta se desplace durante la exposición a llama)
- **No acercar las manos:**
  - **Nunca** manejar material en forma directa (durante el ensayo y posterior al ensayo) sin enfriamiento previo

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	4 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21



**Fig 0.1 Práctica Preparación Ensayo**

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	5 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21



Dispositivo  
**Agua: chorro**  
pleno  
(bajo volumen  
ejem aprox 50  
ml)

**Señalizar**  
(identificar con-  
tenido)

Dispositivo  
**Agua: Niebla**  
(Pulverizador/  
aspersor de  
bajo volumen)

**Señalizar**  
(identificar  
contenido)

**Fig 0.2 Ejems dispositivos provisión de agua (Niebla / chorro) a escala fuego**

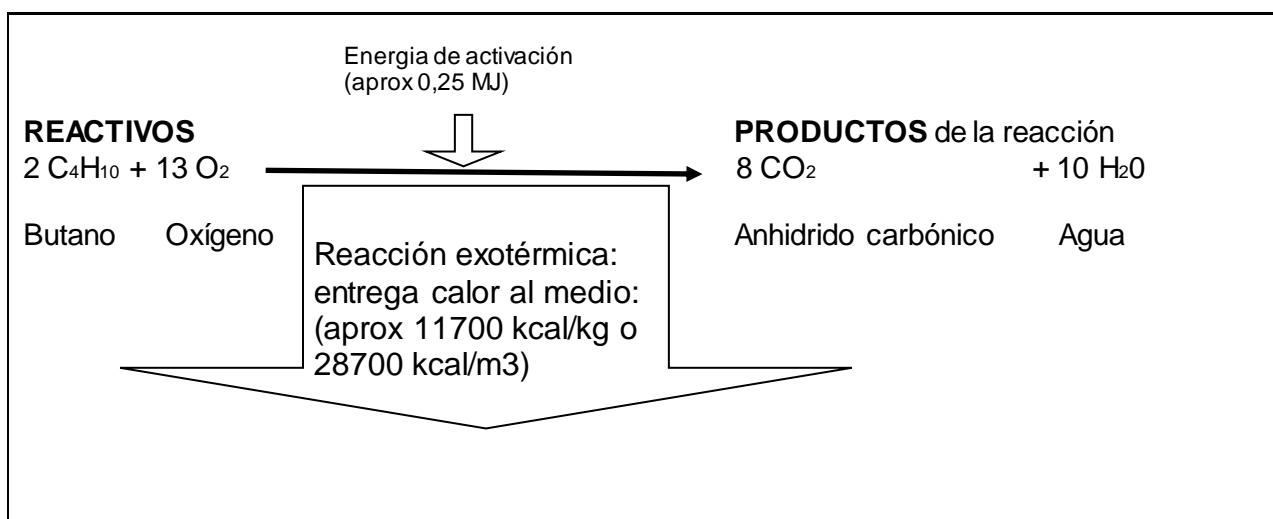
UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	6 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

## 1) Análisis de la Combustión: Llama

### 1.1 Ensayo: Combustión Llama Encendedor de gas licuado (GL: butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)) **NO REALIZAR**

#### Procedimiento

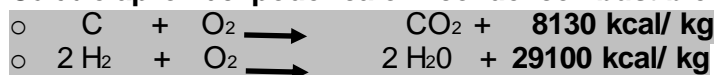
- Preparar:
    - Encendedor de Gas Licuado (Grado 3 : > cantidad de Butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) (preferiblemente de plástico transparente)
  - Observar:
    - **Combustible:** Gas Licuado (Grado 3: en su mayor parte Butano)
      - dentro del recipiente a presión interna
        - Presión de vapor a: aprox
          - 0 kg/cm<sup>2</sup> a -17 ° C
          - 2.6 kg/cm<sup>2</sup> a 20 ° C
          - 8 kg/cm<sup>2</sup> a 55 ° C
        - se observa
          - en la parte inferior: Gas en estado líquido
          - en la parte superior: cámara de evaporación del Gas
      - Fuera del recipiente cambia de estado: de liq a gas
    - **Comburente:** Oxígeno proveniente del Aire ( aprox en fracción de volumen: 21 % de Oxígeno + 78 % de Nitrogeno + 1% Otros)
    - **Energía de activación:** chispa producida por fricción
    - Combustión :
      - **Exotermica:** Entrega calor al medio
        - Calor por Convección: colocar mano por encima de llama
        - Calor por Radiación: Colocar mano al costado de llama
        - Calor por conducción: tocar superficie metálica encendedor
      - **Llama azul :** implica en general combustión completa, debido a que el gas (butano) tiene
        - aire primario (premezcla) Nota: ver orificios parte metálica ( por estos ingresa el aire primario (premezcla) debido a efecto venturi producido por la salida del gas a presión
        - aire secundario alrededor de la llama
- Nota: observar hornilla cocina (parte inferior: se observa regulador de ingreso de aire primario para premezcla) idem para quemador estufa, calefón,etc



UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	7 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

El análisis de las variables del cual depende la **Energía que se puede salir de control** así como su **Cuantificación** (Peligrosidad) son esenciales para el control de riesgos en SSA.

Cálculo **aprox** del **poder calorífico del combustible** en función de las reacciones básicas:



Cálculo **aprox** del **poder calorífico del combustible** : **BUTANO**

- **Peso Molecular (PM) compuesto= s (Cantidad x PM elemento)**
  - PM C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> (PM C= 12, PM H=1) = 4 x 12 + 10 x 1 = **58 gr/mol**
- **Fracción PM de sus componentes = PM componente / PM Combustible**
  - PM C<sub>4</sub> / PM C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>= 4 x 12 / 58= 0.83
  - PM H<sub>10</sub>/ PM C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>= 10 x 1 / 58= 0.17
- **Poder calorífico combustible aprox = s (Poder calorífico x Fracción PM)**
  - Poder calorífico C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> = 8130 kcal/ kg x 0.83 + 29100 kcal/ kg x 0.17 =
  - Poder calorífico C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> = **11700 kcal/ kg**

Cambio de Unidades (kcal / kg a kcal/ m3)

- :Ecuacion General de Estado de un Gas Ideal
  - $P V = n R T$
  - $\frac{P}{P_0} = \frac{M}{M_0} \frac{V_0}{V} \frac{T_0}{T}$ 
    - **M/V (kg/m3) = (PM/Vo) (To/T)**
      - MV C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> = (58 kg/ mol / 22.4 m3/ mol) (273 K / 288 K)
      - MV C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> = **2.45 kg/m3**

$$\circ \text{ Poder calorífico C}_4\text{H}_{10} = \mathbf{11700 \text{ kcal/ kg} \times 2.45 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{28665 \text{ kcal/m}^3}$$

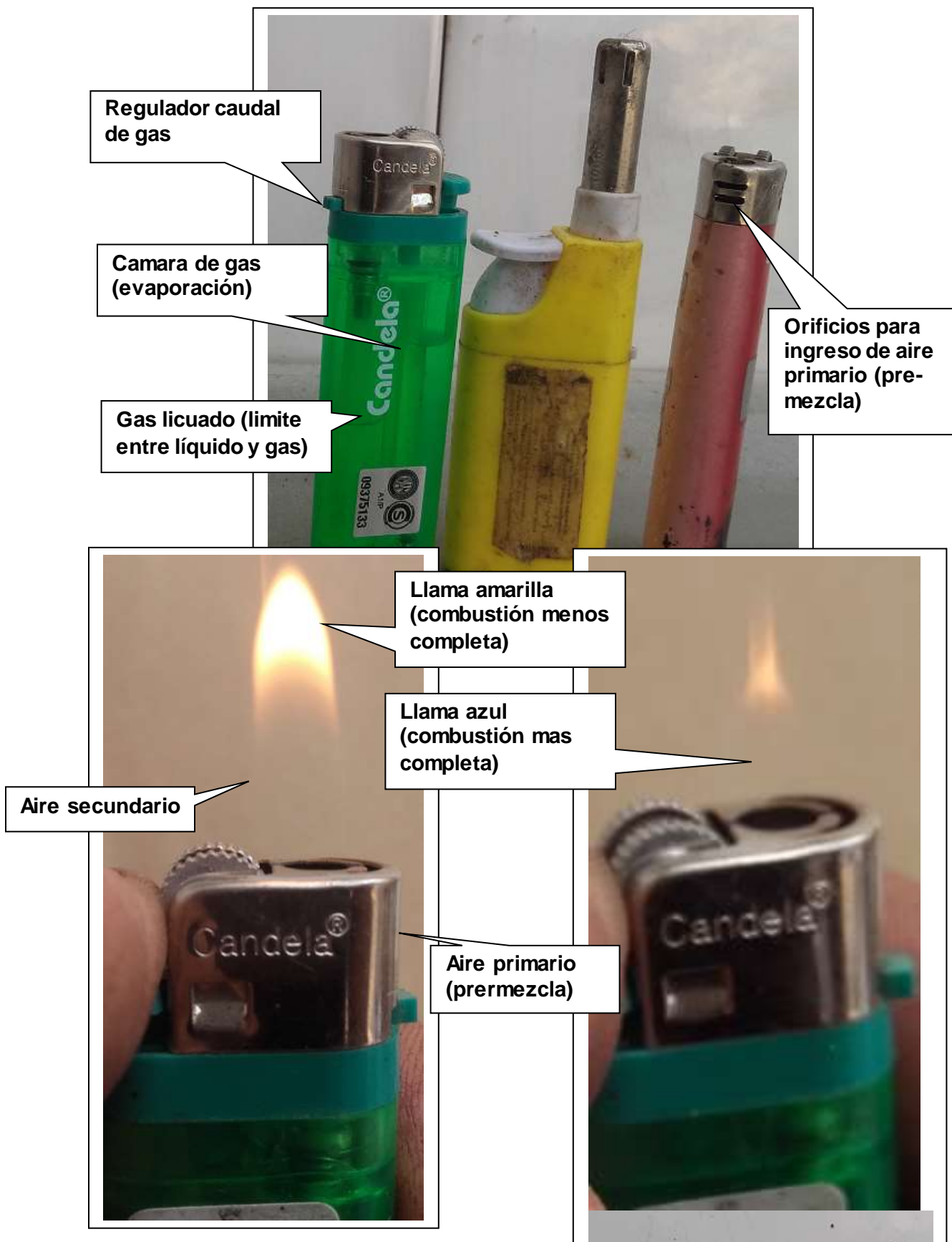
Cambio de Unidades (kcal / kg a kJ/mol)

- Nro de moles = masa/ Peso molecular
- $n = M / PM$ 
  - n C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> = 1000 gr/ 58 gr/ mol = **17.24 moles** para 1 kg de C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>
- Poder calorífico C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> = **11700 kcal/ kg** x (427 kgm/kcal)x(9,8 J/ kgm)x(1 kg/ 17.24 mol)
- Poder calorífico C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> = **2840 kJ/mol**

- **Llama amarilla** : implica en gral una combustión incompleta por falta de O<sub>2</sub>, lo que produce emision de **CO (monóxido de carbono**: ver HMSM CO): solo tiene aporte de O<sub>2</sub> alrededor de la llama (aire secundario)

<b>C</b>	<b>+ O<sub>2</sub></b>	<b>→</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>+ 8130 kcal/kg</b>	Combustion completa 2449+ 5681 = 8130 kcal/kg
<b>2C</b>	<b>+ O<sub>2</sub></b>	<b>→</b>	<b>2CO</b>	<b>+ 2449 kcal/kg</b>	1ª etapa Combustion incompleta <b>(aprox 30% del Poder calorífico)</b>
<b>2CO</b>	<b>+ 2O<sub>2</sub></b>	<b>→</b>	<b>2CO<sub>2</sub></b>	<b>+ 5681 kcal/kg</b>	2ª etapa si luego se suministra el oxigeno suficiente <b>(aprox 70% del Poder calorífico corresponde a la combustion del monóxido de carbono)</b>

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	8 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21



**Fig 1.1.1 Llama Encendedor**





UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	9 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

### **1.2 Ensayo: Combustión Llama Vela (difusión) NO REALIZAR**

#### **Procedimiento 1 (ver fig 1.2.1) Llama vela NO REALIZAR**

- Preparar:
  - Vela ( ejem: aprox Altura < 5 cm, diámetro < 12 mm) (< cantidad de combustible < riesgo) con base/ soporte de material no combustible (ejem: adosada a tapa frasco con clavo) para impedir su vuelco (previo a su uso comprobar adherencia)
  - Instalar vela con base/ soporte sobre bandeja contenedora de material no combustible
  - Encender vela
- **Observar:**
  - Cambio de estado del combustible (sol, liq, gas) (estearina de sol a liq, de liq a gas)
  - Combustión :
    - **Llama Amarilla**
    - **Llama azul**
  - Transformacion de combustible a < PM

#### **Procedimiento 2 (ver fig 1.2.2) Comportamiento llama con espátula metálica NO REALIZAR**

- Preparar:
  - Espátula metálica
- **Observar:**
  - Colocar Espátula metálica (ejem: cuchara metálica) sobre llama: Observandose que al quitar calor de la combustión ( a través del elemento conductor) hay
    - Menor intensidad de la combustión
    - Deposición de Carbono elemental sobre la superf de metálica (combustión incompleta)

#### **Procedimiento 3 (ver fig 1.2.3) Comportamiento llama con tejido de malla metálica NO REALIZAR**

- Preparar :
  - Tejido de malla metálico (ejem colador) Sobre llama vela poner tejido metálico (ejem: colador)
- **Observar:**
  - Que la llama no pasa a través de la malla metálica ( al quitar calor por conducción pasan los gases sin combustionar)
  - Si se acerca una fuente de calor del otro extremo ( ejem fósforo) estos gases se vuelven a encender

#### **Procedimiento 4.1 (ver fig 1.2.4.1) Comportamiento llama: con variación del % de comburente NO REALIZAR**

- Preparar
  - campana (ejem frasco de vidrio transparente invertido) (FIG 1.2.4.1)
  - Bandeja con agua
  - Vela
  - Colocar campanas sobre vela encendida
- **Observar:**
  - La llama de la va disminuyendo por falta de O<sub>2</sub>
  - Diferencia de nivel de agua producido por variacion de la pres interior (debido al consumo de O<sub>2</sub>)
  - controlar tiempo de extinción de llama y relacionarlo con volumen campana

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	10 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

▪

**Procedimiento 4.2 (ver fig 1.2.4.2) Comportamiento llama: con variación del % de combu-  
rente NO REALIZAR**

- Preparar
  - campana Grande (ejem botella PET (2,25 lt) recortada en el fondo, con tapa)
  - Vela
- Colocar campanas sobre vela encendida **(la campana de Pet debe estar bien centrada ya que es material combustible y no debe tener contacto con la llama)**
  -
- **Observar:**
  - La llama de la va disminuyendo por falta de O<sub>2</sub>
  - controlar tiempo de extinción de llama
  - Relacionar tiempo de extincion con volumen campana
  - Mantiene relacion con procedimiento anterior campana pequeña

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	11 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

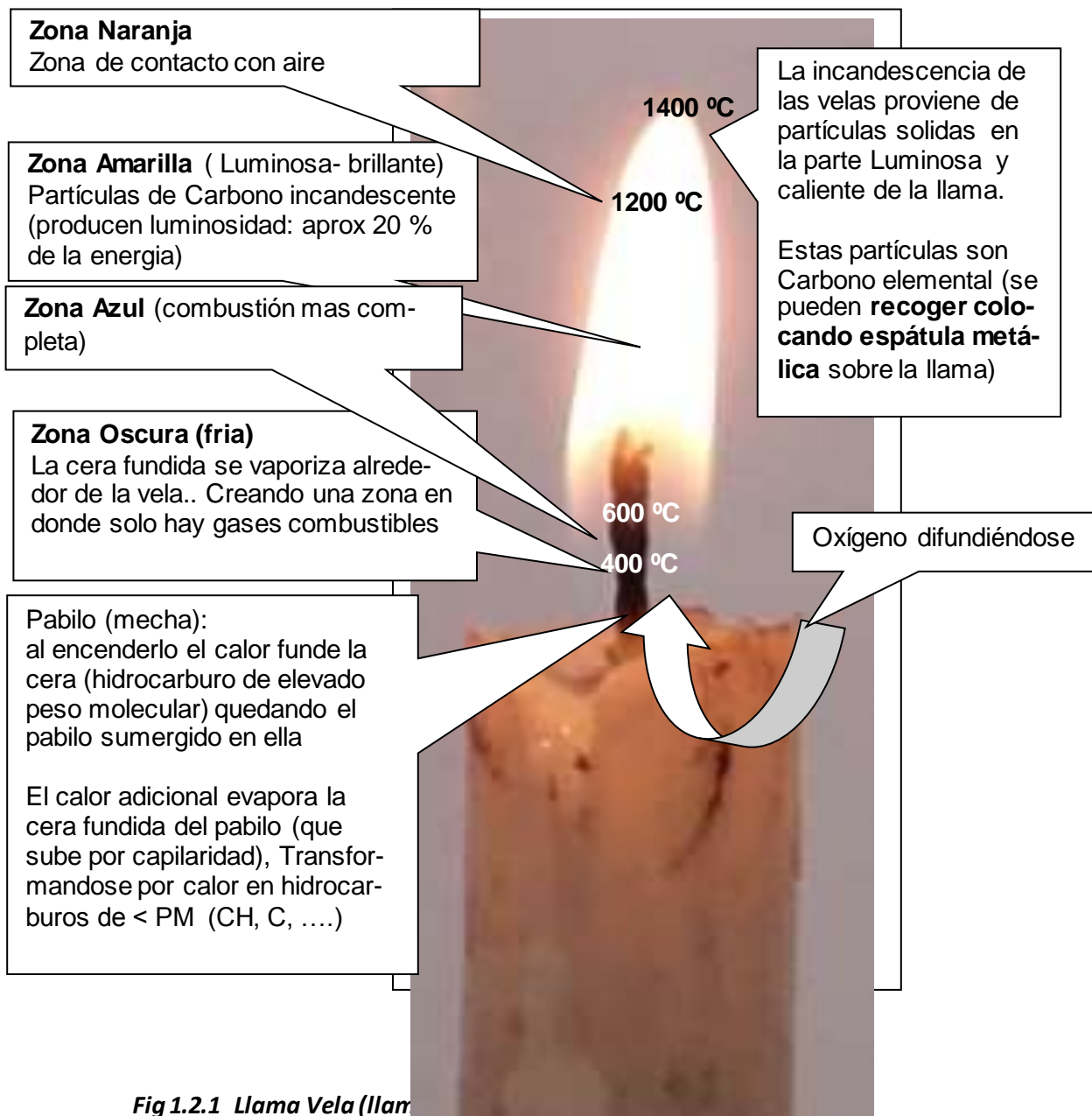
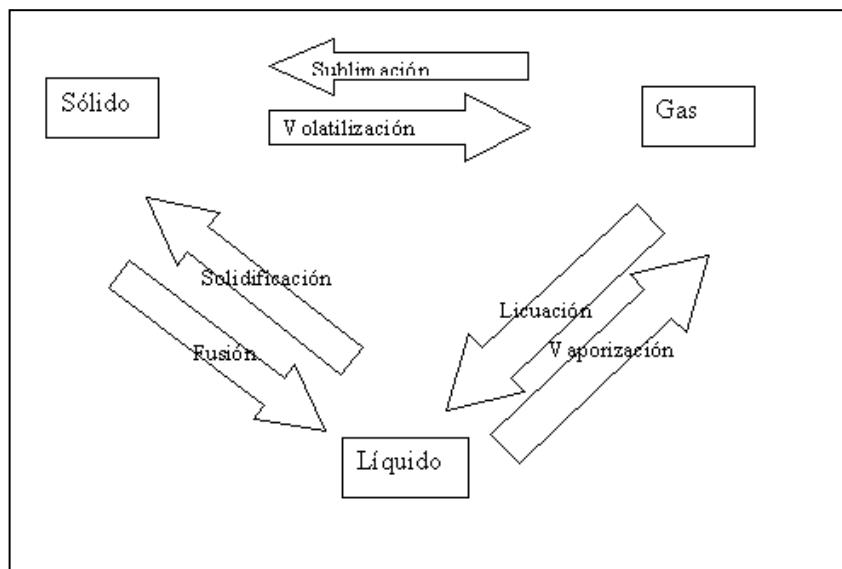


Fig 1.2.1 Llama Vela (Illumination)

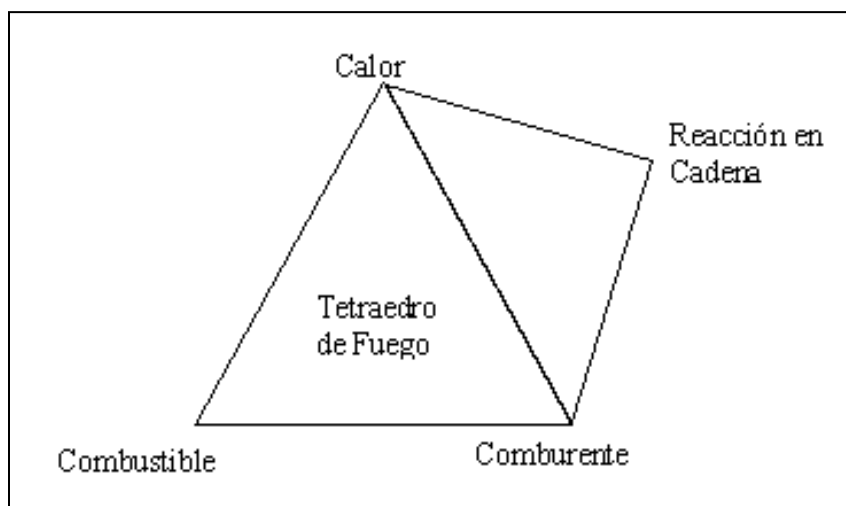
UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	12 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21



**Fig Cambio de estado**

Combustibles	Componentes						Observaciones
Sólidos	C	H	S	N	H <sub>2</sub> O	Minerales	Producen cenizas por los minerales << Poder calorífico ejem Antracita < 7800 kcal/kg Escoria y cenizas cubren el combustible y dificultan oxidación
Líquidos	C	H	S	N	H <sub>2</sub> O		No tienen minerales- No producen cenizas < Poder calorífico por que tienen que evaporar agua ejem Nafta 11200 kcal/ kg
Gaseosos	C	H	S	N			No contienen agua > poder calorífico ejem Propano 12013 kcal/kg

**Fig Tipos de combustibles**



**Fig Tetraedro de fuego (fuego con llama) Triangulo (fuego sin llama)**

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	13 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

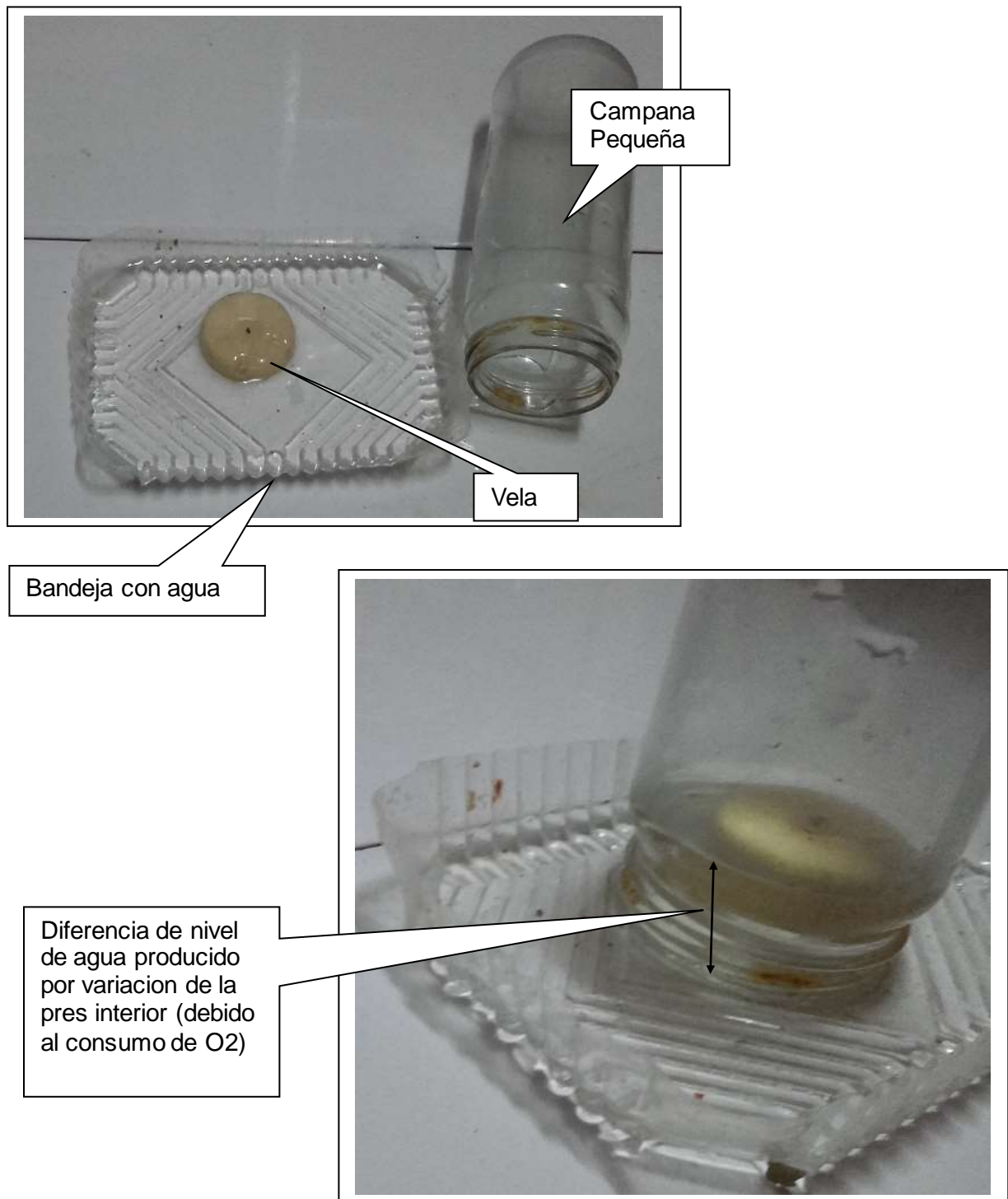


**Fig 1.2.2 Comportamiento Llama con espátula metálica**



**Fig 1.2.3 Comportamiento Llama con tejido de malla metálica**

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	14 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21



**Fig 1.2.4.1 Comportamiento Llama en campana**

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	15 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21



**Fig 1.2.4.2 Comportamiento Llama: Variación de % comburente (oxígeno en aire)**

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	16 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5º	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

### 1.3 Ensayo: Comportamiento llama con variación del tipo de comburente **NO REALIZAR**

#### Ignición Fósforo

- Considerando un fósforo de seguridad ejem: barrita de madera (álamo)
  - impregnada con anticombustible (ej: silicato sódico, fosfato amonico o potasico como retardantes)
  - extremo impregnado con combustible (parafina) para facilitar inflamación cabeza del fósforo (**Sustancia oxidante** : ej: **Clorato de potasio** + Sustancia inflamable ej: azufre)
  - que al ser raspada (calor por rozamiento) contra superficie (vidrio molido + **Fósforo**) se produce calor que implica la disociación del **agente oxidante (colorato de potasio)** el que libera oxígeno que pasa a combinarse con el **Fósforo (P)** que libera mas calor haciendo que el resto del oxígeno reaccione con el **Azufre** (en el momento de la inflamación la temp aprox es 2000 °C  $P + O_2 \rightarrow PO_2$ )

Se enciende en atmosfera deficiente de oxígeno: \*1 **SI- NO** porque: \_\_\_\_\_

#### **Procedimiento 1.3.1 (Ver fig 1.3.1) NO REALIZAR**

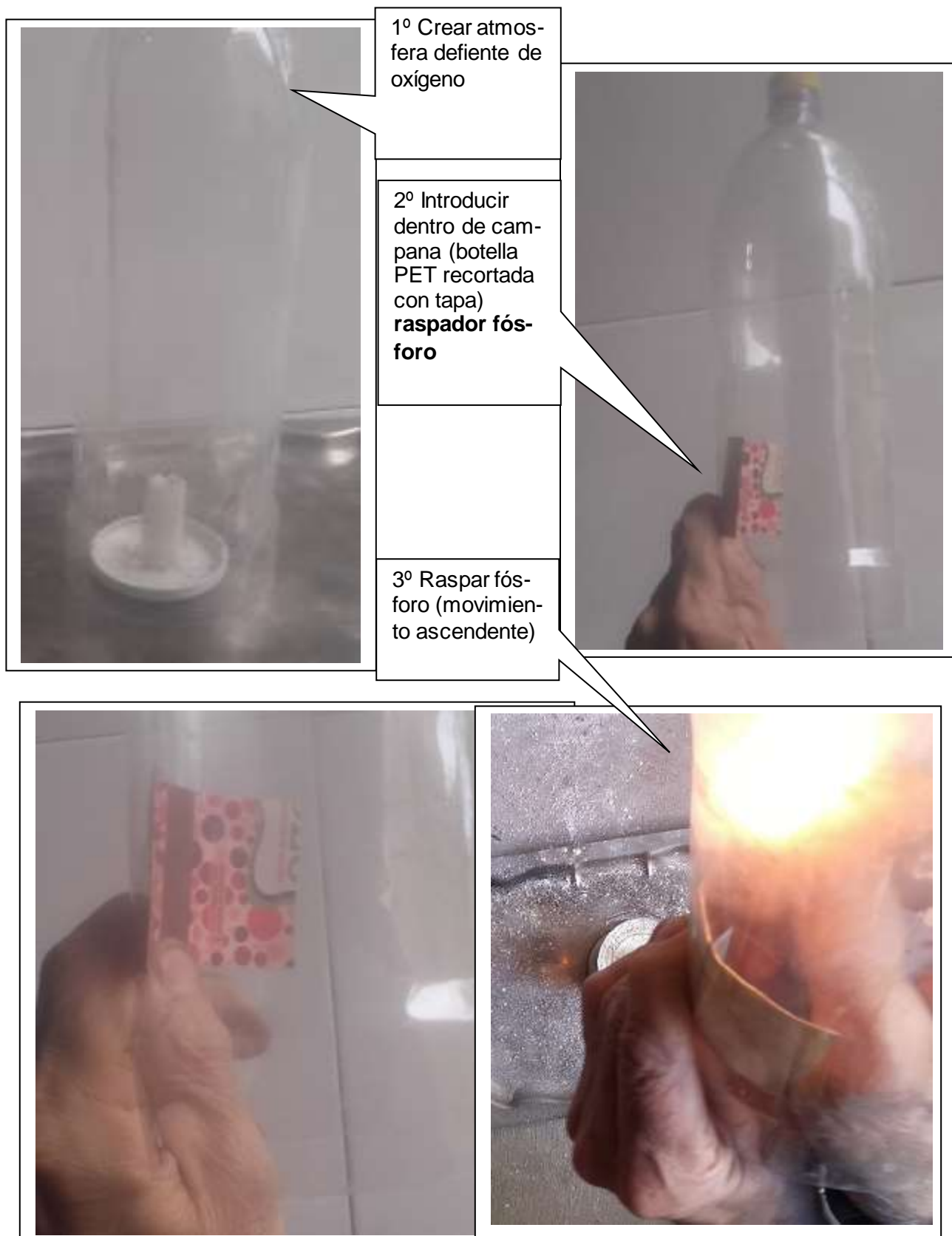
- Preparar:
  - fosforos y raspador por separado (según fig)
  - Atmosfera deficiente de oxigeno ( ver procedimiento anterior: campana grande)Espatula metálica
  - Raspar fosforo dentro de campana grande
- **Observar:**
  - Al raspar fósforo se enciende
  - Y rápidamente se apaga por deeficiencia de O2

#### **Procedimiento 1.3.2 (NO REALIZAR)**

- Preparar:
  - Usar EPP ( lentes+ Prot facial+ Guantes+.....)
  - Área de impacto: Martillo sobre superf rigida
  - Mezcla:
    - Sacar clorato de potasio de extremo fósforo (aprox 3 fosforos)
    - Sacar fósforo de lado caja de fosforos
    - Mezclar sin generar fricción
    - Colocar mezcla en papel aluminio y envolverlo
  - Colocar envoltorio entre 2 elementos rígidos
  - Golpear con martillo
- **Observar:**
  - Al impactar se produce explosión
    - orden de veloc reaccuón en km/seg
    - > veloc del sonido: 340 m/seg
-



UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	17 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21



**Fig 1.3.1 Ensayo ignición fosforo en atmosfera deficiente de oxigeno**

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	18 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

## **2) Análisis de la Combustión: Combustibles sólidos según estado de agregación**

### **Procedimiento**

- Preparar:
  - Muestras a ensayar: Combustibles sólidos constituidos: con fibras de madera (papel, carton, tabla) de dimensione reducidas (aprox largo: 10 cm, ancho 6 cm) (< cantidad de combustible))
  - Fuente de calor: Vela (aprox Altura < 10 cm, diametro < 12 mm) (< cantidad de combustible) con base/ soporte de material no combustible (ejem: adosada a tapa frasco)

### **2.1 Ensayo: Combustión Papel NO REALIZAR**

#### **Ensayo Papel (ejem: papel de diario)**

- Colocar muestra sobre soportes y fijarla (ejem pesos sobre muestra)
- Comprobar que la fuente de calor quede a la distancia adecuada de la muestra: (Regular altura (ejem con tapas metálicas))
- Exponer a llama
  - Encender vela
  - Localizar vela debajo del centro del material a ensayar (manipularla desde la base/ soporte)
- **Observar**
  - Ver tiempo de exposición aprox:
  - Hay emisión de gases por pirolisis del material,
  - Rapidamente perfora el material, lo que produce > aporte de comburente, produciendo combustión generalizada sobre todo el cuerpo del material
  - **Extinción:** ejem
    - Por eliminación del combustible (al ser una muestra pequeña, de baja masa) se extingue el fuego al acabarse el combustible:



**Fig 2.1 Combustión papel**

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	19 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

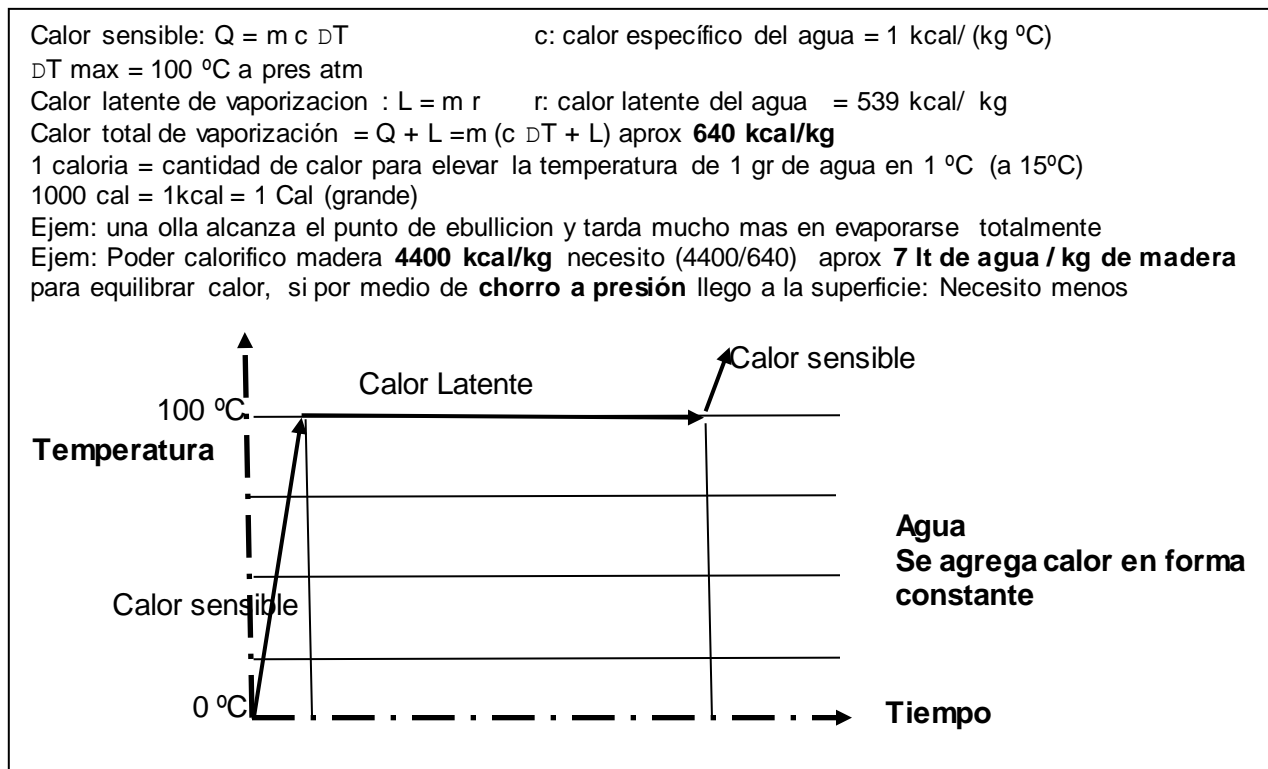
## 2.2 Ensayo: Combustión Cartón **NO REALIZAR**

### Ensayo Cartón (ejem: carton corrugado)

- Colocar muestra sobre soportes y fijarla (ejem pesos sobre muestra)
- Comprobar que la fuente de calor quede a la distancia adecuada de la muestra: (Regular altura (ejem con tapas metálicas))
- Exponer a llama
  - Encender vela
  - Localizar vela debajo del centro del material a ensayar (manipularla desde la base/ soporte)
- **Observar :**
  - Ver tiempo de exposición aprox:
  - Hay emisión de gases por pirolisis del material
  - se perfora el material, lo que produce > aporte de comburente, produciendo combustión generalizada sobre todo el cuerpo del material (aún cuando se saque fuente de calor) Mas lento que el anterior
  - **Extinción:** ejem:
    - Por pulverización de agua (Aspersor)
      - Por **sofocacion**

$p V = n R T = \frac{m}{PM} (p_0 V_0 / T_0) T$  aprox  
 ~~$10330 \text{ kg/m}^2$~~  .  $V = (1 \text{ kg} / 18 \text{ kg/mol}) (\frac{10330 \text{ kg/m}^2}{10330 \text{ kg/m}^2} \times 22.4 \text{ m}^3 / 273 \text{ K}) 373 \text{ K}$   
 $V = \text{aprox } 1.7 \text{ m}^3/\text{kg}$  ( significa que 1 litro de agua al vaporizarse ocupa 1700 litros)

- Por **Enfriamiento**



**Fig Extinción por enfriamiento**

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	20 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21



Pesos (material no combustible) en los extremos del material a ensayar para evitar que durante la combustión no se desplace fuera de la bandeja de contención)

Material a ensayar: Carton (ejem: Cartón corrugado)



Extinción con agua pulverizada (aspersor) .  
 Por sofocación ( desaloja aire: 1700 lts de vapor/ kg de agua) y por enfriamiento (extrae 640 kcal/ kg)

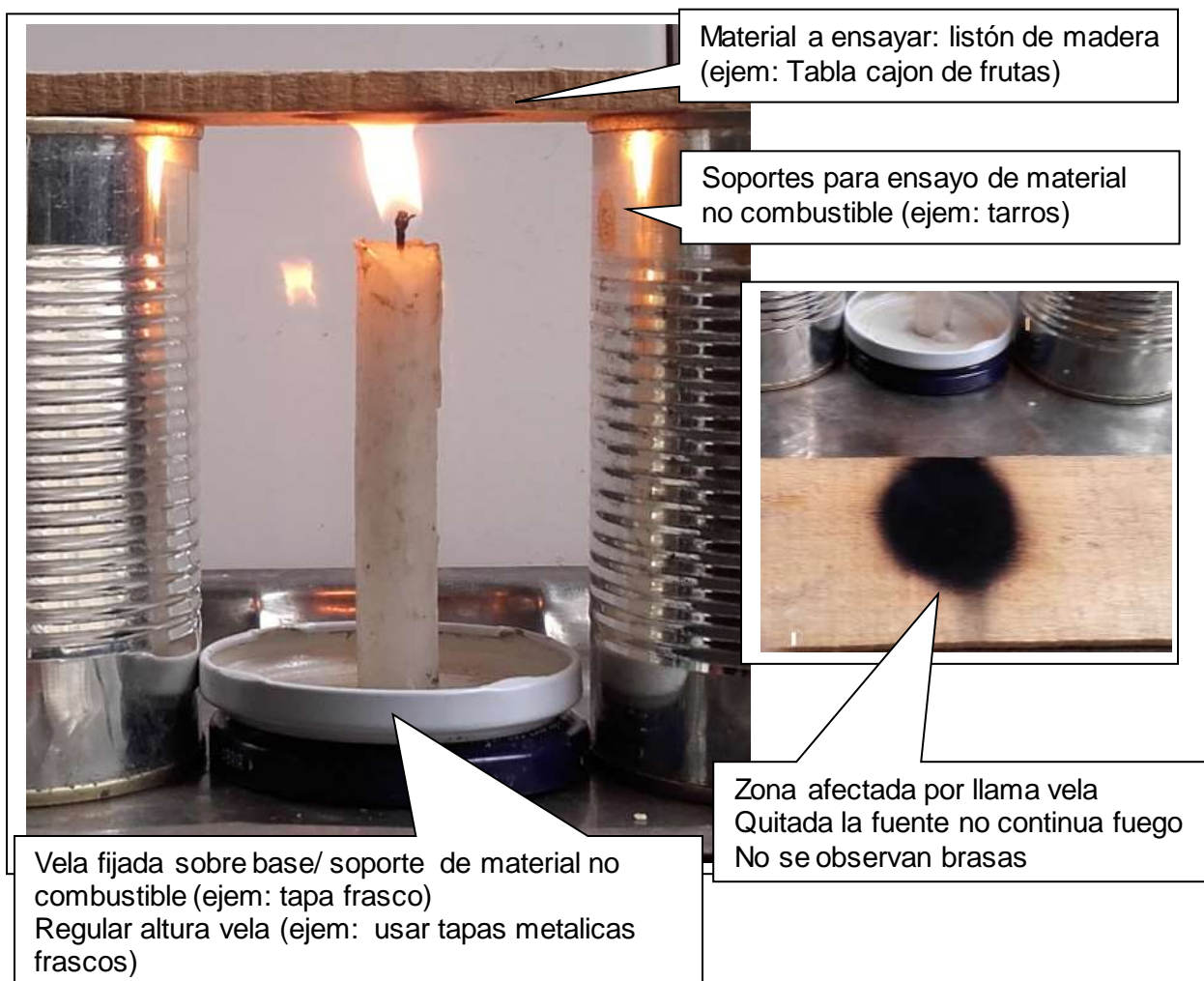
**Fig2.2 Combustión Cartón**

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	21 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

### 2.3 Ensayo: Combustión Tabla **NO REALIZAR**

#### Ensayo Tabla (ejem: tabla cajón de ancho aprox 6 cm y espesor aprox 5 mm)

- Colocar muestra sobre soportes y fijarla (ejem pesos sobre muestra)
- Comprobar que la fuente de calor quede a la distancia adecuada de la muestra: (Regular altura (ejem con tapas metálicas))
- Exponer a llama
  - Encender vela
  - Localizar vela debajo del centro del material a ensayar (manipularla desde la base/ soporte)
- **Observar :**
  - Ver tiempo de exposición aprox: **Retirar fuente de calor** (retirar vela) antes de formación de llama sobre el material
  - Superficie afectada:
    - Hay emisión de gases por pirólisis pero no alcanza para mantener combustión
    - Carbon en superficie, Ver si hay formación de brasa
    - **Extinción:** ejem por retiro fuente de calor



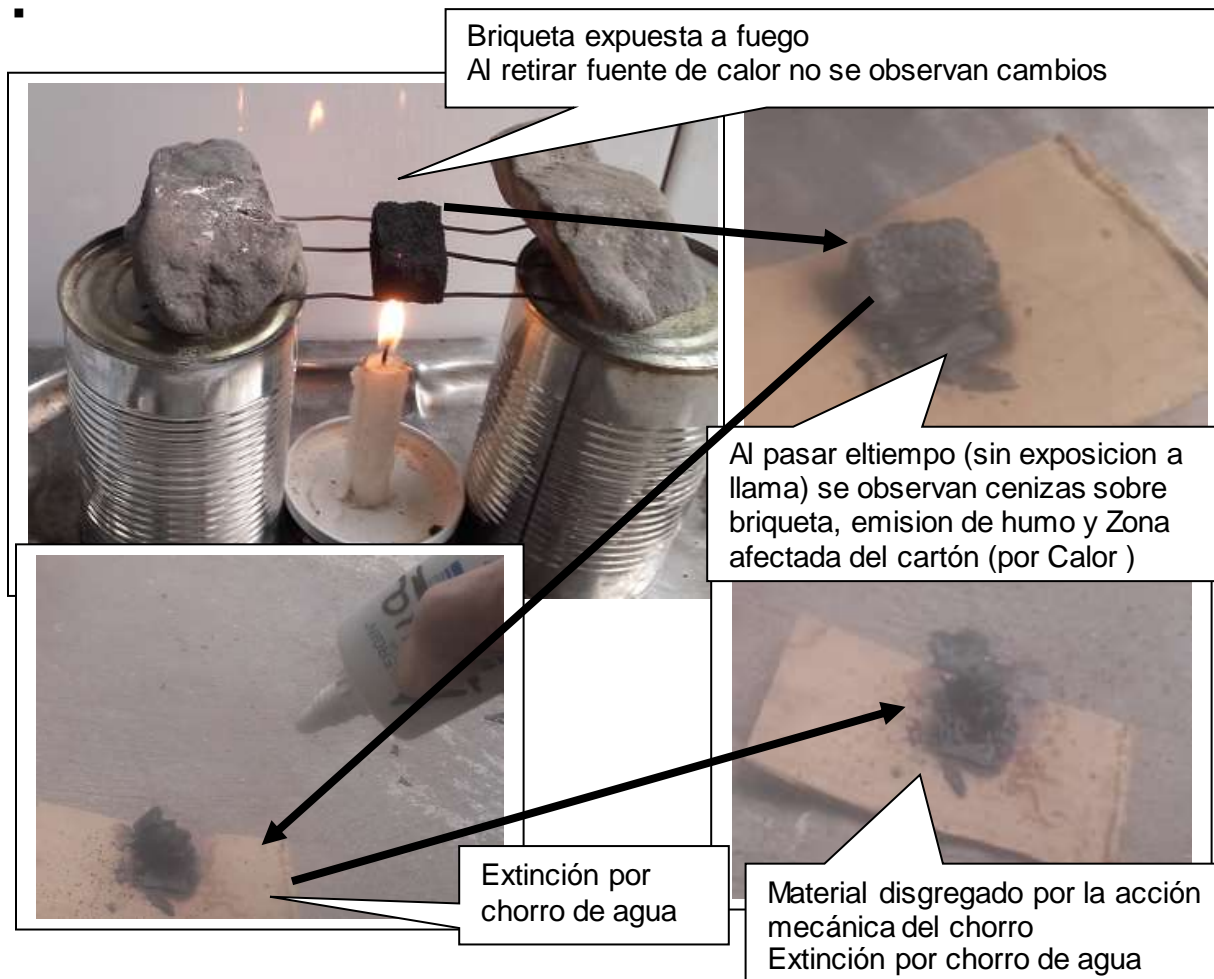
**Fig 2.3 Combustión tabla**

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	22 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

## 2.4 Ensayo: Combustión Carbón **NO REALIZAR**

### Ensayo Carbón (ejem: Briqueta)

- Colocar parrilla (ejem: alambre doblado) sobre soportes metálicos
- Colocar pesos sobre parrilla (para evitar que esta se desplace)
- Colocar muestra (carbón ) sobre parrilla
- Comprobar que la fuente de calor quede a la distancia adecuada de la muestra: Regular altura (ejem con tapas metálicas)
- Exponer a llama
  - Encender vela
  - Localizar vela debajo del centro del material a ensayar (manipularla desde el soporte metálico)
- **Observar :**
  - Ver tiempo de exposición aprox: **Retirar fuente de calor** (retirar vela)
  - No se observa cambio a simple vista
  - El material sigue emitiendo calor
  - Con el tiempo se observa una superficie con cenizas
  - **Extinción:** por enfriamiento, con chorro de agua para llegar mecánicamente lo mas internamente posible (pasar capa aislante de cenizas)
- Nota: Fuego de superficie o sin llamas (**caso de triangulo de fuego**) : oxidación de la superficie con ausencia de llama (brasa, incandescencia, rescoldo) La cinética de la reacción es baja y la combustión superficial progresa hacia el núcleo central de la masa que arde



**Fig 2.4 Combustión carbón**

UNCuyo	SSA Practica N° 00.6	Alumno:	23 de34
Fing	Practica: Seguridad		Rev: 5 (2)
Arq 5º	Incendios- Explosiones (Simulacro)		6/5/21

### Ejercicios

Completar: Colocar nro de < a > según característica indicada

<b>Combustible</b>	<b>Área específica (m<sup>2</sup>/ kg)</b>	<b>Resistencia a la combustión</b>
--------------------	--	------------------------------------

Papel

Carton

Tabla

Carbon

Vincular (con el tipo de combustion mas representativo para el caso particular del ensayo)

<b>Combustible</b>	<b>Combustion con llamas</b>	<b>Combustion sin llamas</b>
--------------------	------------------------------	------------------------------

Papel

Carton

Tabla

Carbon

Vincular (con el tipo de extinción mas eficiente para asegurarse de controlar fuego)

<b>Combustible</b>	<b>Agua a chorro</b>	<b>Agua pulverizada</b>
--------------------	----------------------	-------------------------

Papel

Carton

Tabla

Carbon

Porque dejan cenizas los combustibles solidos: \_\_\_\_\_

El agua contenida en Los combustibles solidos :  **aumenta o disminuye**  la cantidad de calor para iniciar la combustion (iniciar pirolisis) porque: \_\_\_\_\_

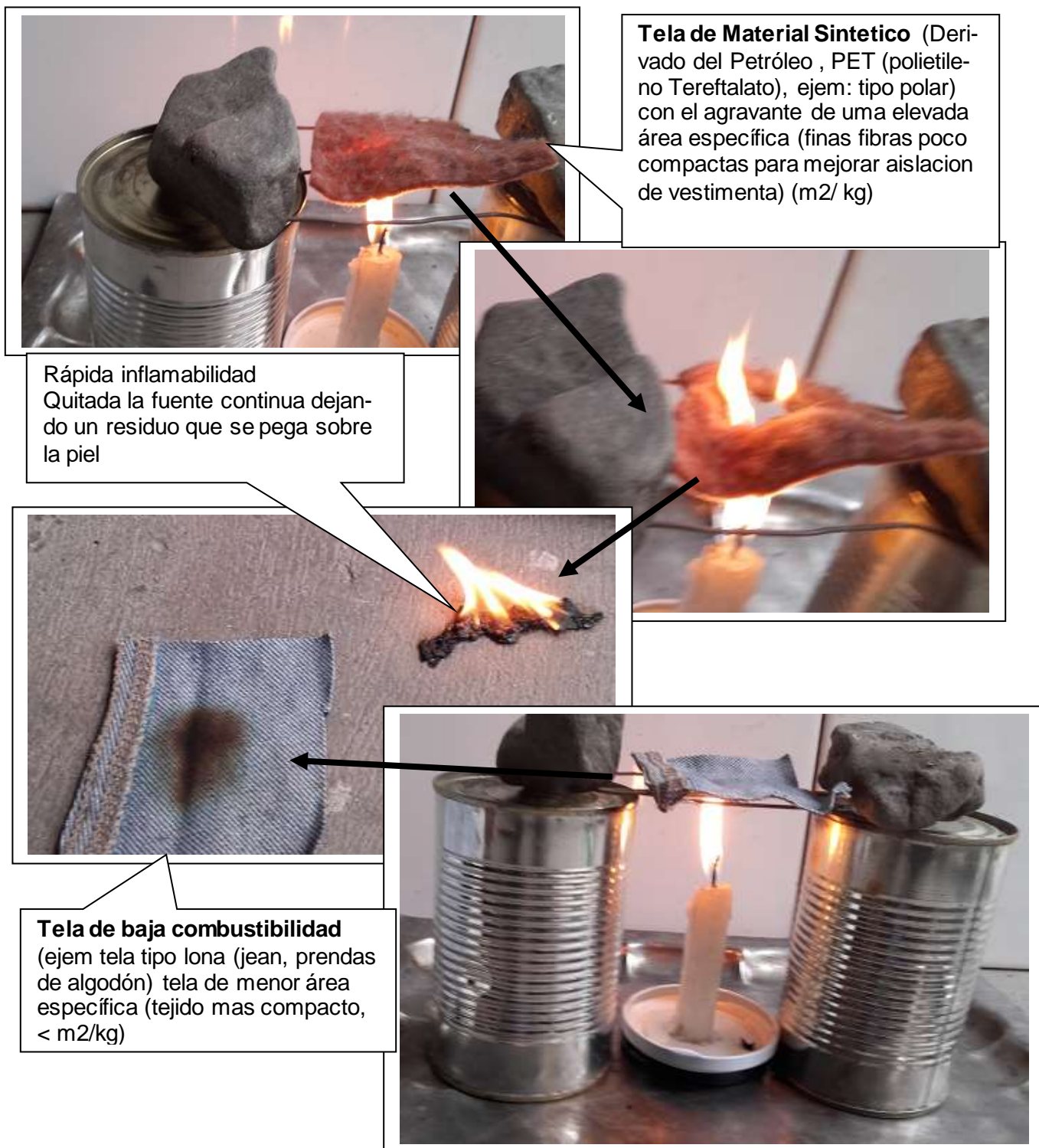
Ventajas y desventajas

- o del agua pulverizada par extinguir este tipo de fuegos

- o del agua a chorro para extinguir este tipo de fuego

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	24 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5º	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

**2.5 Ensayo: Combustión Materiales vestimenta ~~NO REALIZAR~~**



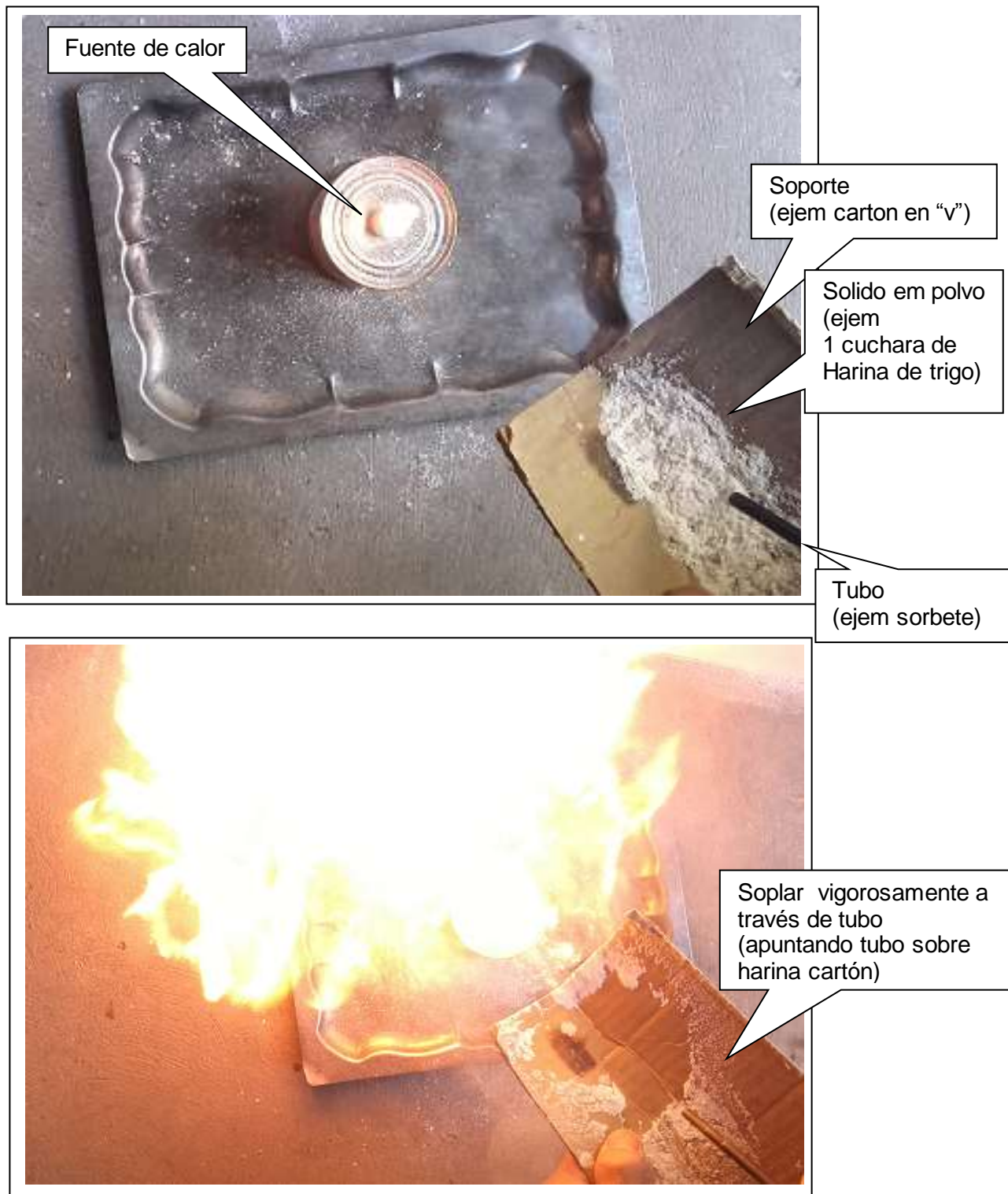
**Fig 2.5 Combustión distintos materiales: Vestimenta**



UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	25 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

**2.6 Ensayo: Combustión sólido en polvo (> área específica) NO REALIZAR**

**Procedimiento:**

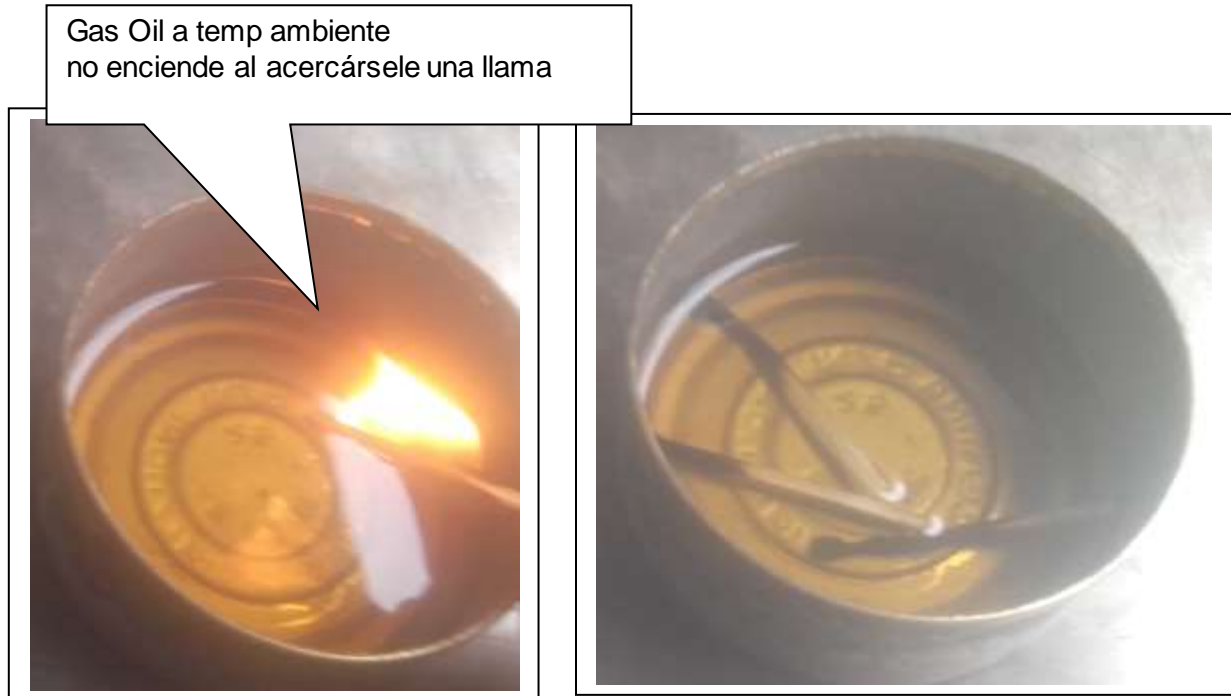


**Fig Ensayo ignición: combustion de solido en polvo**

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	26 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

### **3) Análisis de la Combustión: Combustibles Líquidos**

#### **3.1 Ensayo: Combustión Líquido: Gas Oil NO REALIZAR**



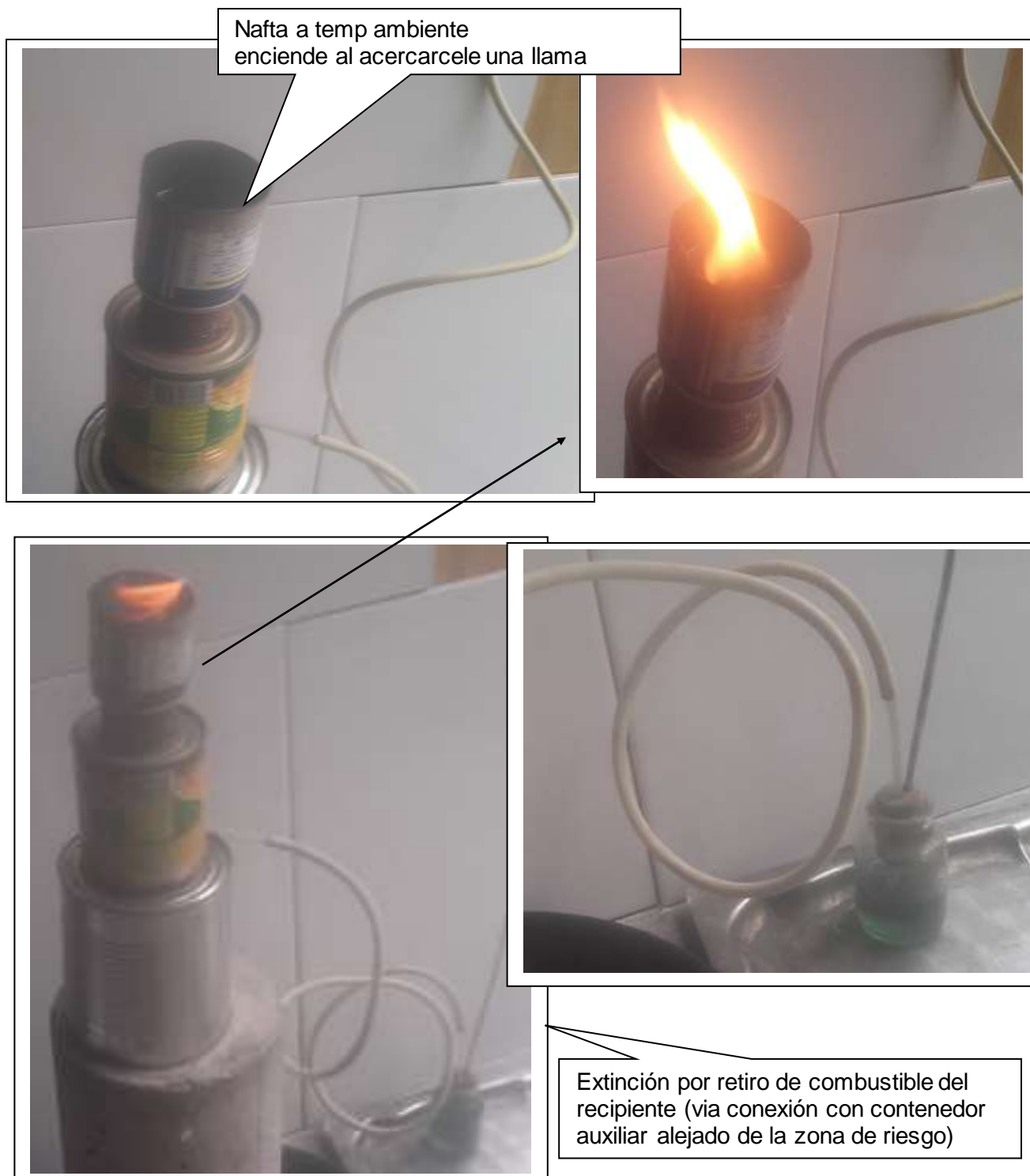
***Fig Combustión Gas Oil***

#### **Ejercicio**

Si la temperatura ambiente es de 20°C la temperatura de inflamación del Gas Oil es > o <

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	27 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

**3.1 Ensayo: Combustión Líquido: Gas Oil** **NO REALIZAR**



**Fig Combustión Nafta**

**Ejercicio**

Si la temperatura ambiente es de 20°C la temperatura de inflamación de la Nafta es > o <

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	28 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21



Vol de nafta derramado (fuera de contenedor 1°) 5 cm<sup>3</sup>

Cubre rapidamente la supeficie de contenedor 2<sup>a</sup> ( aprox 40 cm x 30 cm)

Norma: los combustibles líquidos deben disponer de pileta de contencion de vol > 1,5 vol del contenedor 1°

Área placa

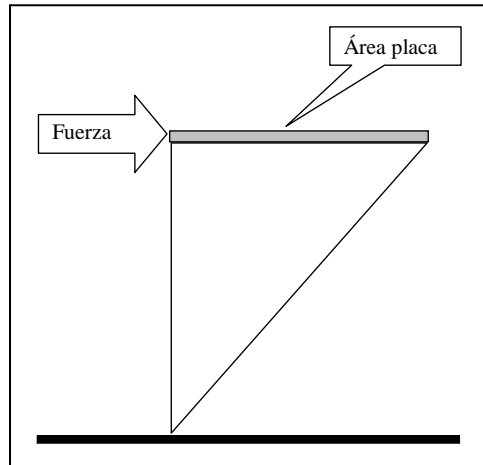
**Fig Comportamiento Combustible liquido: Caso de Pérdida contenedor 1°**

Nota. Viscosidad es la fricción interna de un fluido (Fuerza que se necesita para mover una placa de Fuerza  $\mu$  a un veloc de 1 m/s)

Líquidos		Gases
<p>Agua, gasolina</p> <p>&lt; Viscosidad</p> <p>Fluyen con facilidad</p> <p>Fluidos que tienen &lt; viscosidad</p>	<p>moleculares mas debiles</p>	
<p>Miel, aceite para</p> <p>&gt; viscosidad</p> <p>Fluyen con &gt; dificultad (fluidos epesos)</p> <p>Tienden a adherirse a la superficie que esta en contacto</p> <p>Fluidos que tienen fuerzas intermoleculares fuertes tienen &gt; viscosidad</p>		
<p>Disminuye la viscosidad con el aumento de temperatura</p>		<p>Aumenta la viscosidad con el aumento de temperatura</p>

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	29 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

Liquido	Viscosidad a 20°C (N s/m <sup>2</sup> )x 10 <sup>-3</sup>
Etanol (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH)	1.2
Agua	1.01
Sangre	4



UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	30 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

### 3.1 Ensayo: Combustión Líquido: Alcohol etílico en espacio confinado **NO REALIZAR**

#### Procedimiento:

- Colocar 3 cm<sup>3</sup> de Alcohol etílico dentro de botella PET
- Tapar
- Mojar toda la superficie interior del recipiente
- Destapar
- Acercar boca botella a fuente de calor
- Observacion:
  - Se produce combustión dentro de la botella:
    - deflagración (ya que la botella no esta cerrada) sino puede producirse una explosión
    - Emisión de sonido
    - Mezcla de gases combustibles y comburente y gases propios de la combustion son expulsados fuera de la botella (efecto reacción)



El **chorro de gases** expulsados por la boca de la botella sigue combustionando fuera de la misma: **apaga llama vela**



**Fuerza de reacción** por salida de gases por boca



*Fig Comportamiento Combustible líquido: en espacio confinado*

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	31 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

**Procedimiento:**

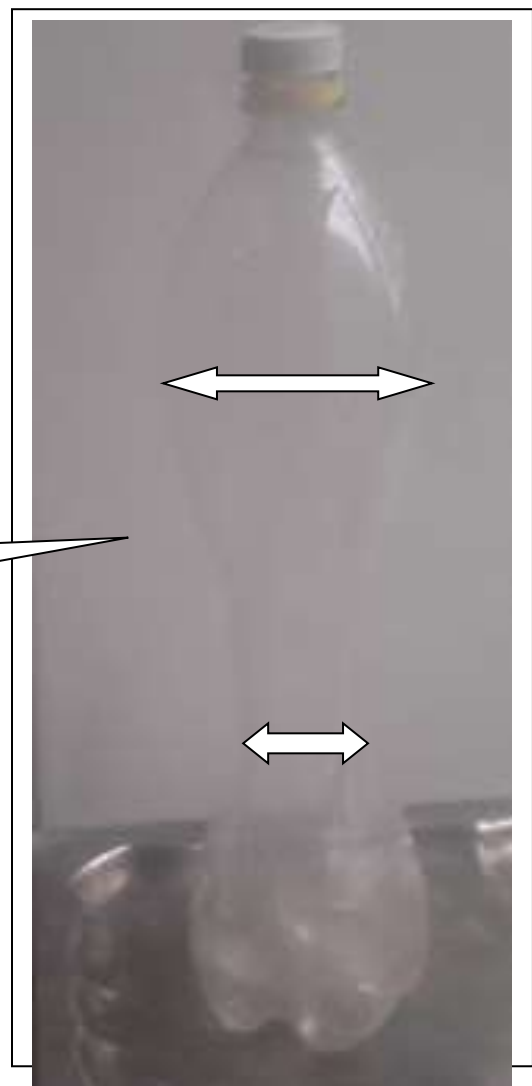
- Con el alcohol que resta
- Tapar
- Mojar toda la superficie interior del recipiente
- Destapar
- Acercar boca botella a fuente de calor
- Observación:
  1. No se produce combustión
  2. Nota: dentro de la botella ha quedado además del combustible los gases de la combustión (combustión la cual consumo el oxígeno)
  3. Si a través de tubo (que llegue al fondo botella) se sopla aire: este desaloja los productos de la combustión y se puede observar nuevamente la deflagración



**Procedimiento:**

- Tapar botella: luego de la deflagración (presión atmosférica)
- Observación
  4. La combustión entrega calor al medio: gases productos de la combustión
  5. Al enfriarse los gases ocupan un menor volumen, reduciendo así la presión interior y produciendo el colapso del recipiente
  - 6.

Colapso del recipiente  
( $p V = n R T$ )



**Fig Comportamiento Gases dentro del recipiente**

UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	32 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

#### **4)Análisis de la Combustion: Combustibles Gaseosos**

##### **4.1 Ensayo: Combustión Gas NO REALIZAR**

Caño (material no combustible)  
Tapado en un extremo

Introducir gas (encendedor, accionar valvula sin accionar chispero) dentro de Caño (boca hacia arriba)

Acercar boca caño a llama :  
1. boca hacia arriba  
2. boca horizontal (se enciende extremo)

Girar caño hacia abajo  
○ La intensidad de la llama aumenta

Girar caño hacia arriba:  
○ La intensidad de la llama disminuye y se extingue

**Fig Comportamiento Gases densidad re-**



UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	33 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

**lativa**

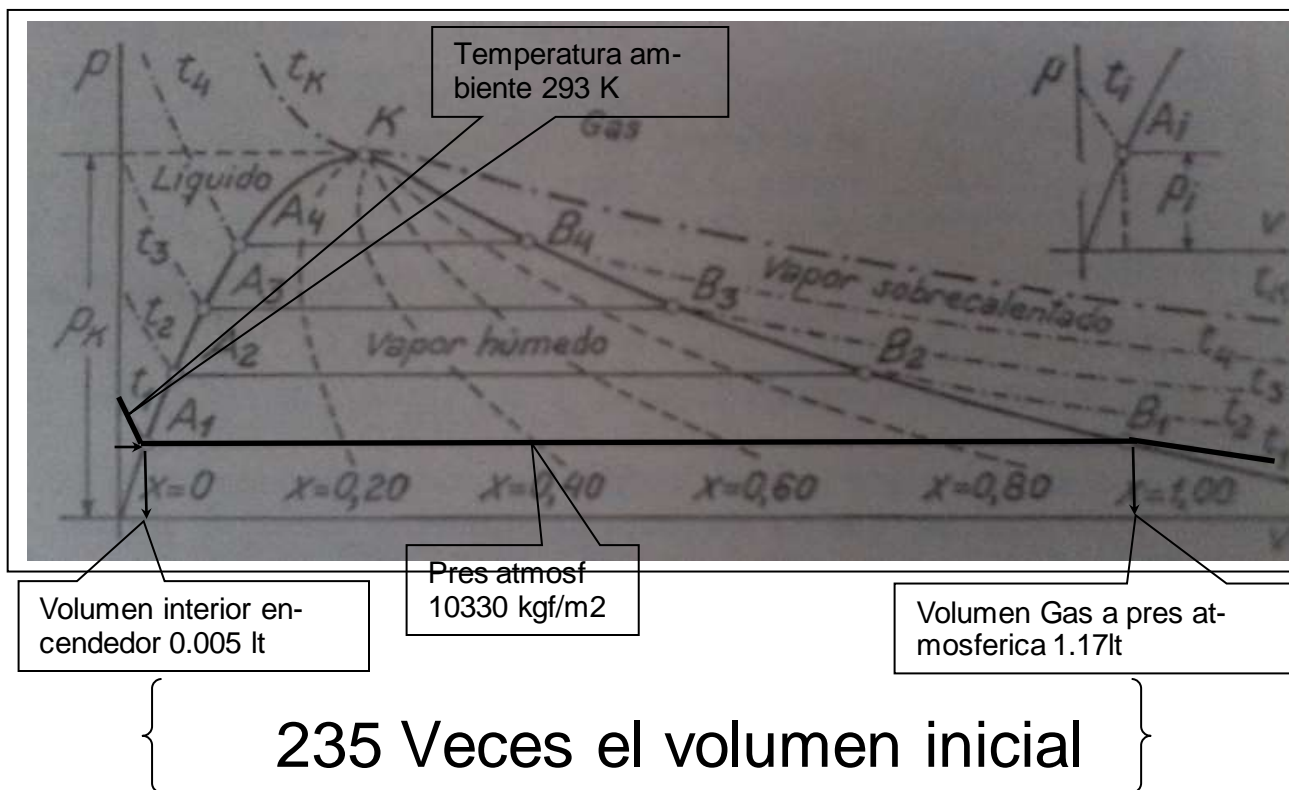
**Calcular:**

cual es el volumen de gas a pres atmosferica y temperatura ambiente (aprox 20 °C) del Gas licuado (Butano C4 H10)) contenido en encendedor:de figura anterior sabiendo que

- o Volumen encendedor es aprox 5 ml
- o Peso especifico Butano es 0.567 kg/ lt

Vol encendedor	5 ml	0.005 lt
Peso especifico butano	0.567 kg/ lt	
Peso butano	$2.835 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$	
Peso molecular Butano C4 H10	$4 \times 12 + 10 \times 1 = 58 \text{ kg/MOL}$	
Temperatura ambiente	20 ° C	$273+20 = 293 \text{ K}$
Volumen molar	22.4 m3/MOL	
Presion atmosferica	10330 kg/m2	
Volumen Gas a pres atmosf It	$(2.835 \cdot 10^{-3} \text{ kg} / 58 \text{ kg/MOL}) \times (22.4 \text{ m}^3/\text{MOL} / 273 \text{ K}) \times 293 \text{ K}$ <b>1.17 lts</b>	$p V = (m/ PM) (p_0 V_0 / T_0) T$
Relacion de volúmenes	$1.17 \text{ lt} / 0.005 \text{ lt} = 235 \text{ veces el volumen inicial}$	

**Representar** en fig transformacionaprox



UNCuyo	SSA	Practica N° 00.6	Alumno:	34 de34
Fing	Practica: Seguridad			Rev: 5 (2)
Arq 5°	Incendios- Explosiones (Simulacro)			6/5/21

**Fig Gases reales (PV)**

**4.2 Ensayo: Combustión: Fuentes de energía de activación NO REALIZAR**



Estamos hablando de 0.25 MJ

**Fig Ftes de Ignición**