

I

**PUNTO OPTIMO DE FUNCIONAMIENTO DE
LAS BOMBAS DE FISION NUCLEAR Y SUS
EFECTOS**

—CALCULO TERMODINAMICO—

ELOY BELTRAN BELTRAN

-INDICE-

1. ANTECEDENTES	003
1.1 ETAPAS TERMODINAMICAS	003
1.2 FENOMENOS	005
2. CALCULO TERMODINAMICO.	008
3. TEORIA DE FUNCIONAMIENTO.	012
3.1 DAÑOS DIRECTOS INSTANTANEOS	012
3.2 DAÑOS DIRECTOS NO INSTANTANEOS	023
3.3 DAÑOS INDIRECTOS INSTANTANEOS	035
3.3.1 EJEMPLOS DE AREAS BOMBA 20kt	037
3.3.2 EFECTOS DE LA SOBREPRESION	042
3.4 DAÑOS INDIRECTOS NO INSTANTANEOS	047
3.4.1 EJEMPLOS DE AREAS BOMBA 20kt	047
3.4.1.1 ABSORCION DIRECTA	047
3.4.1.2 ABSORCION INDIRECTA	055
3.4.2 EFECTOS DE LA RADIACION.	056
4. CALCULO OPTIMO DE FUNCIONAMIENTO	078
4.1 POTENCIA: 0-200kilotones	078
4.2 POTENCIA: 0-20Megatones	087
5. ACCIDENTES	095
6. DETALLES EN LA EXPLOSION	099
7. FENOMENOS PRODUCIDOS Y CALCULOS EFECTUADOS (fenómenos en el aire y la superficie)	121
8. CONSECUENCIAS DE UNA GUERRA NUCLEAR.	175

1. -ANTECEDENTES-

La explosión de una bomba atómica es un fenómeno físico muy complejo, en el que interviene la liberación de una enorme cantidad de energía en forma de calor y radiación de todas las longitudes de onda. Como consecuencia, se producen procesos convectivos en el aire y la materia sólida (polvo) del suelo se levanta en la vecindad de la explosión. Los procesos que sufre se enumeran tal que así:

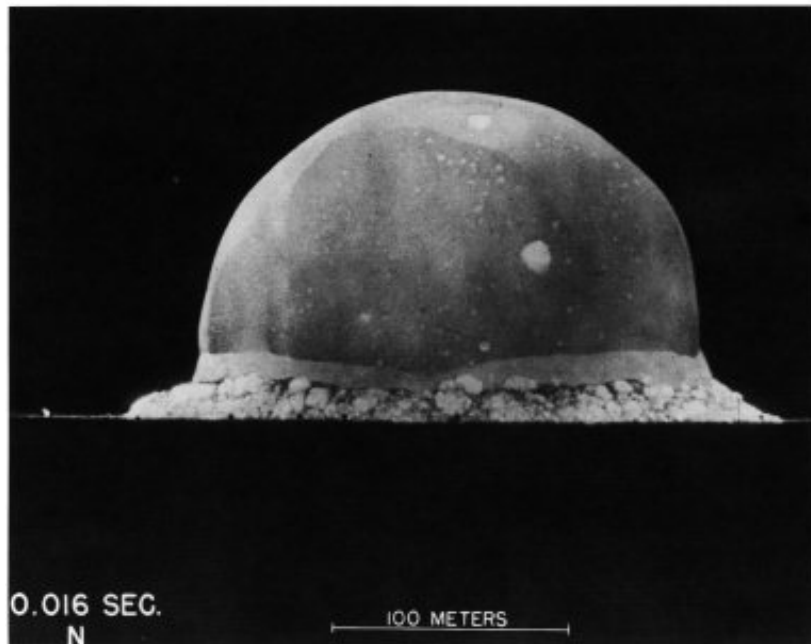
1.1 -ETAPAS TERMODINAMICAS-

1) En alguna decena de milisegundos una parte (el 50% aproximadamente) del total de energía liberada por fisión se deposita por radiación electromagnética (destello blanco) en la masa de aire contenida en un volumen V_0 que es un semiesfera de radio r_0 en caso de que la detonación sea en tierra, o una esfera en caso de que se haya detonado en el aire (generalmente para maximizar los daños por sobrepresión), volviéndose después incandescente dicha bola de fuego, de color rojo. El rapidísimo calentamiento tiene lugar prácticamente a volumen constante y supondremos que de manera uniforme en todo su volumen en alguna decena de milisegundos.

Podemos calcular la presión p_1 y la temperatura T_1 de esta bola de fuego, conocida la presión atmosférica p_0 , la temperatura ambiente antes de la explosión T_0 , y el volumen de aire implicado V_0 suponiendo que el aire, incluso en estas condiciones extremas se comporta como un gas ideal.

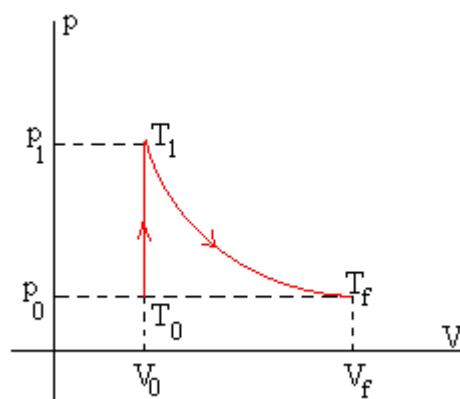
(Tengase en cuenta, que si la bomba es detonada en el aire, la presión y temperatura ambiente cambian, posiblemente la composición estequiométrica del aire también lo haga).

Ejemplo de bola de fuego de una bomba de unos 20Kilotones detonada en tierra, sobre los 30metros de altitud sujeta en una torre, no lanzada por avion.



2) Una vez formada la bola se expande adiabáticamente hasta que su presión se iguala a la presión atmosférica, $p_f=1 \text{ atm}$ (en el caso de estar en tierra)

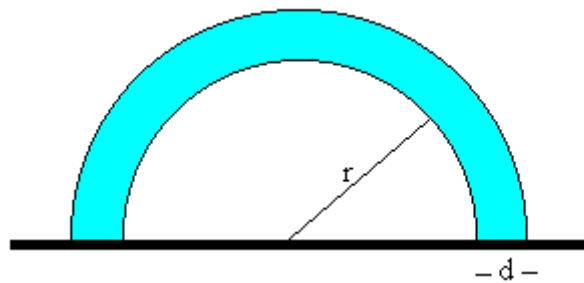
Calcularemos empleando esta transformación, el volumen final V_f y la temperatura final T_f . Calculado V_f determinaremos el radio final r_f de la semiesfera.



3) Esta rapidísima expansión provoca un desplazamiento del aire (onda expansiva) situado a distancias mayores que se propaga a la velocidad del sonido v_s .

También se podrá calcular el grosor o la anchura de la onda expansiva (d) dependiendo del punto de observación escogido, es decir, desde la distancia (D) que hay desde el centro de la explosión hasta el punto de observación.

Tengase en cuenta que la onda expansiva nace cuando el volumen inicial de la bola de fuego se iguala en presión al volumen final, a consecuencia de esta diferencia de presiones, ocurre un desplazamiento de aire en forma de una onda de choque que se propaga reduciendo su grosor (d) a medida que se desplaza.



1.2 -FENOMENOS-

En sobrepresiones grandes, se observan varios fenómenos, como el vaivén de los objetos, ya que una vez la onda de choque ha transcurrido, puede dejar presiones menores a 1 atmósfera (negativas en origen), lo que provoca que haya succión después.

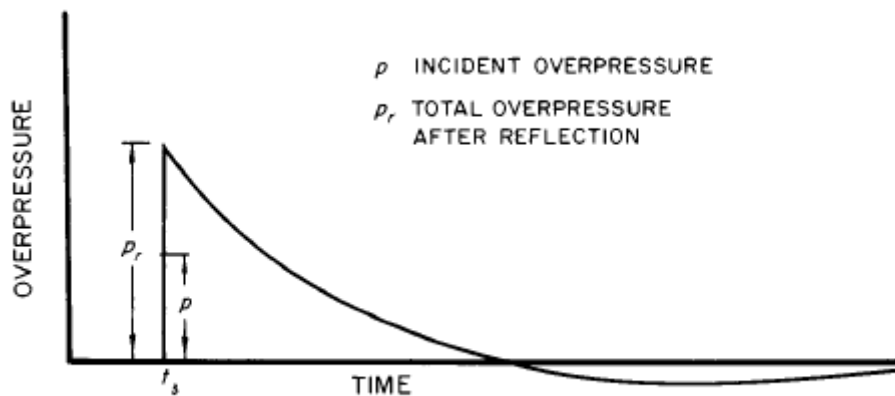


Figure 3.22. Variation of overpressure with time at a point on the surface in the region of regular reflection.

Tambien puede ocurrir otro fenomeno, (Cuando la Bomba es detonada en tierra o aire, la onda de choque se refleja en el suelo, sube hacia arriba, pudiendo dañar a aviones (objeto de experiencias de los pilotos del ENOLA GAY (detonada en el aire), donde comentan haber sentido dos choques en la estructura del bombardero, una fuerte, y otra mas liviana, a consecuencia de la onda que rebotó en el suelo.

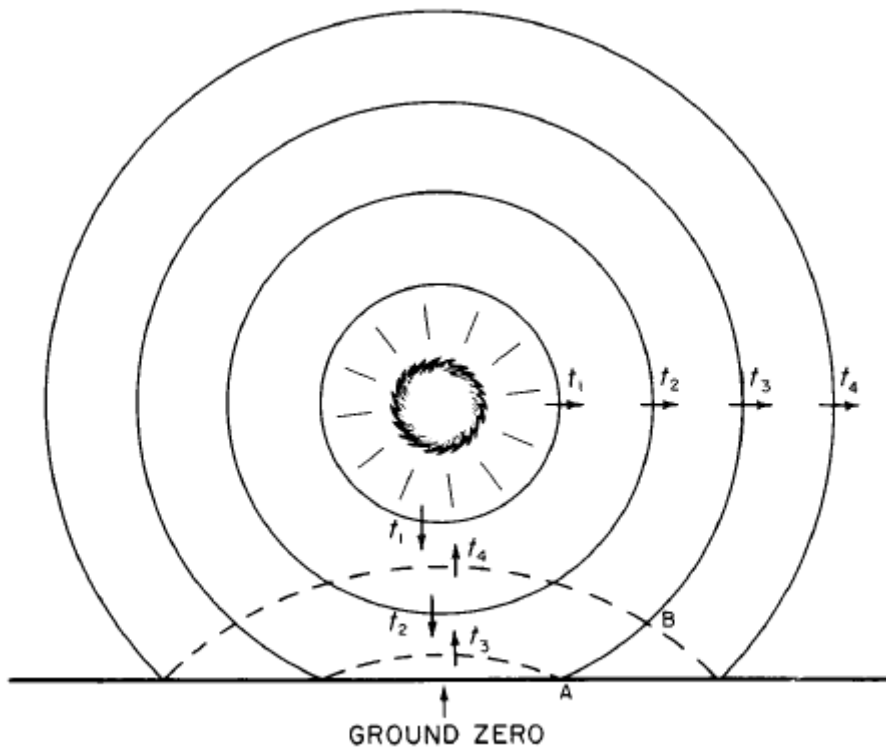
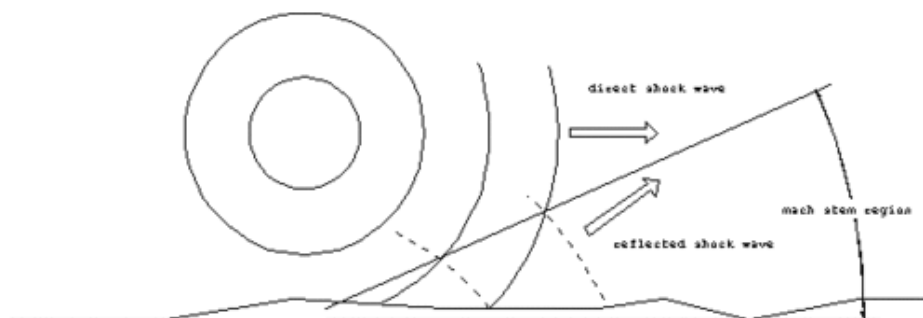


Figure 3.21. Reflection of blast wave at the earth's surface in an air burst; t_1 to t_4 represent successive times.

Tambien se produce una doble onda cuando esta es detonada en tierra o en el aire a determinadas distancias en funcion de la potencia de la misma, que inciden con especial virulencia en la superficie del terreno, siendo doble mortífera.) Ya que ambas ondas de choque se unen a determinadas distancias del epicentro



Pero en una superficie llana, el fenomeno de doble onda se aprovecha mejor cuando esta detona en tierra, algo demasiado selectivo, como derribo de objetos de gran solidez.



Figure 5.87b. Typical public bus damaged by a nuclear explosion, Nevada Test Site; this bus, like the one in the left background, was overturned, coming to rest as shown after a displacement of 50 feet.

Otro Fenomeno viene dado por la distancia de propagacion de la onda de choque, que en funcion de su potencia , a ciertas distancias aparecen los fenomenos de succion (presiones negativas) comentados anteriormente, mientras que en distancias proximas a la detonacion no la hay.

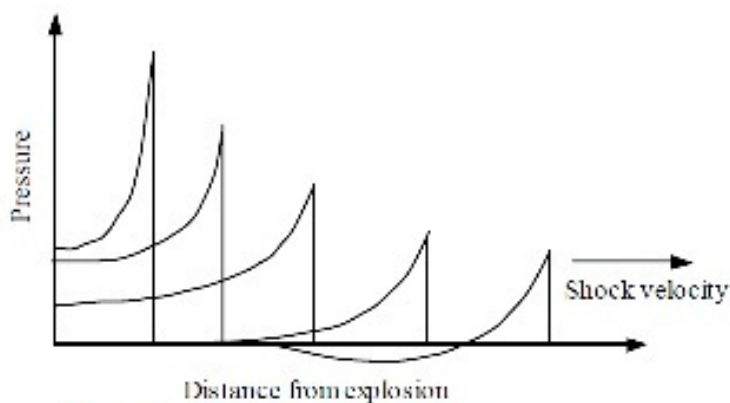


Figure 1: Blast wave propagation

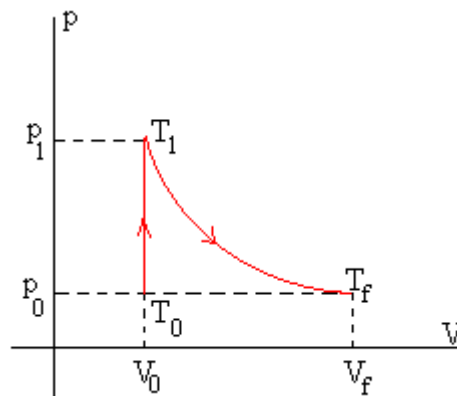
2. CALCULO TERMODINAMICO DE UNA BOMBA DE FISION NUCLEAR: -DETONACION EN TIERRA-

Datos necesarios para resolver el problema

- 1 kilotón = $4.18 \cdot 10^{12}$ J
- Densidad del aire a presión atmosférica y temperatura ambiente 1.0 kg/m^3
- Peso molecular del aire 28.9 g/mol
- Temperatura ambiente antes de la explosión 17° C
- Calor específico a volumen constante de los gases diatómicos $c_v = 5R/2$
- Constante R de los gases perfectos $R = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{l}/(\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.315 \text{ J}/(\text{K mol})$
- Velocidad del sonido $v_s = 330 \text{ m/s}$

*El calor recibido o perdido por un cuerpo $Q = m \cdot c \cdot (T_f - T_i)$. Donde m es la masa en kilos (o el numero de moles), c el calor específico, T_f es la temperatura final y T_i la temperatura inicial en Kelvins.

*La transformacion adiabática $p \cdot V^\gamma = cte$



1° Calentamiento a volumen constante:

El 50% de los 20 kilotonnes es la energía que calienta al aire contenido en la semiesfera de radio $r = 200 \text{ m}$

El calor cedido es: $Q = 0,50 \cdot 20 \cdot 4,18 \cdot 10^{12} \rightarrow Q = 4,18 \cdot 10^{13} \text{ J}$

El volumen de dicha semiesfera es $V_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = \frac{16}{3} \cdot \pi \cdot 10^9 \text{ l}$

*Masa de aire contenida en dicha semiesfera $m = \rho_0 \cdot V_0 = \frac{16}{3} \cdot \pi \cdot 10^9 g$ $\rho_0 = 1 kg/m^3$

pero decidimos trabajar con gramos.

*En un proceso a volumen constante $Q = m \cdot C_v \cdot (T_1 - T_0)$

*Si la temperatura ambiente antes de la explosión era de $T_0 = 17^\circ C = 290 K$, después de la explosión es (despejando T_1) de la ecuación $Q = m \cdot C_v \cdot (T_1 - T_0)$

$$T_1 = \frac{Q}{C_v \cdot m} + T_0 \quad T_1 = \frac{4,18 \cdot 10^{13} J}{\frac{5 \cdot R}{2} \cdot \frac{16}{3} \cdot \pi \cdot 10^9 g} + T_0 \quad T_1 = \frac{4,18 \cdot 10^{13} J}{\frac{5 \cdot 8,315 J/K \cdot mol}{2} \cdot \frac{16}{3} \cdot \pi \cdot 10^9 g} + 290 K$$

$$T_1 = 3758 K$$

De la ecuación de los gases ideales, obtenemos la presión final

$$p_1 \cdot V_0 = n \cdot R \cdot T_1$$

El número de moles n es el cociente entre la masa y el peso molecular $n = m/28,9$,

tomamos $R = 0,082 atm \cdot l / K \cdot mol$ para que la presión p se mida en atm.

$$p_1 = \frac{n \cdot R \cdot T_1}{V_0} \quad \text{Trabajando en (m) gramos y en (V) litros}$$

$$p_1 = \frac{\frac{16}{3} \cdot \pi \cdot 10^9 g}{28,9 g/mol} \cdot 0,082 atm \cdot l / K \cdot mol \cdot 3758 K}{\frac{16}{3} \cdot \pi \cdot 10^9 l} = 10,67 atm$$

$$p_1 = 10,7 atm \quad \text{aproximadamente.}$$

2° Expansion adiabática:

$p_1 \cdot V_0^\gamma = p_0 \cdot V_f^\gamma$ donde γ es el índice adiabático de un gas ideal.

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{C_v + R}{C_v} = \frac{7}{5} \quad \text{Para un gas ideal diatómico } \gamma = \frac{7}{5} .$$

De la ecuación de la transformación adiabática despejamos el volumen final V_f

$$V_f = \sqrt[\gamma]{\frac{p_1 \cdot V_0^\gamma}{p_0}} \quad \circ \quad V_f = \left(\frac{p_1 \cdot V_0^\gamma}{p_0} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \quad V_f = \sqrt[\frac{7}{5}]{\frac{10,67 atm \cdot \left(\frac{16}{3} \cdot \pi \cdot 10^9 l \right)^{\frac{7}{5}}}{1 atm}} = 9,1079938 \cdot 10^{10} l$$

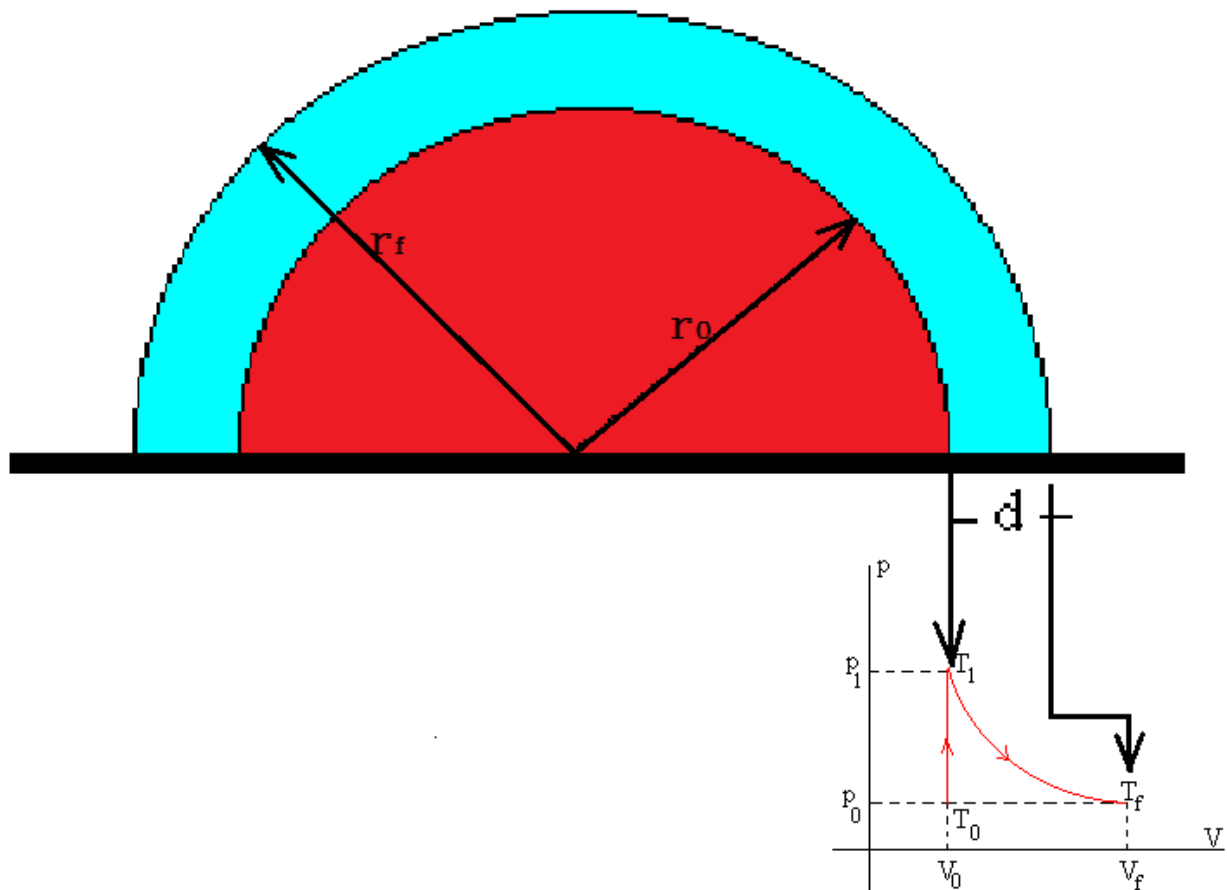
Este volumen corresponde a una semiesfera de radio $r_f = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot V_f}{2 \cdot \pi}}$

$$r_f = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot \frac{9,1079938 \cdot 10^{10} \text{ l}}{1000 \text{ l/m}^3}}{2 \cdot \pi}} \quad r_f = 351,4 \text{ m}$$

La temperatura final del aire después de la expansión adiabática, se obtiene aplicando la ecuación de los gases ideales $p_0 \cdot V_f = n \cdot R \cdot T_f$ despejamos T_f

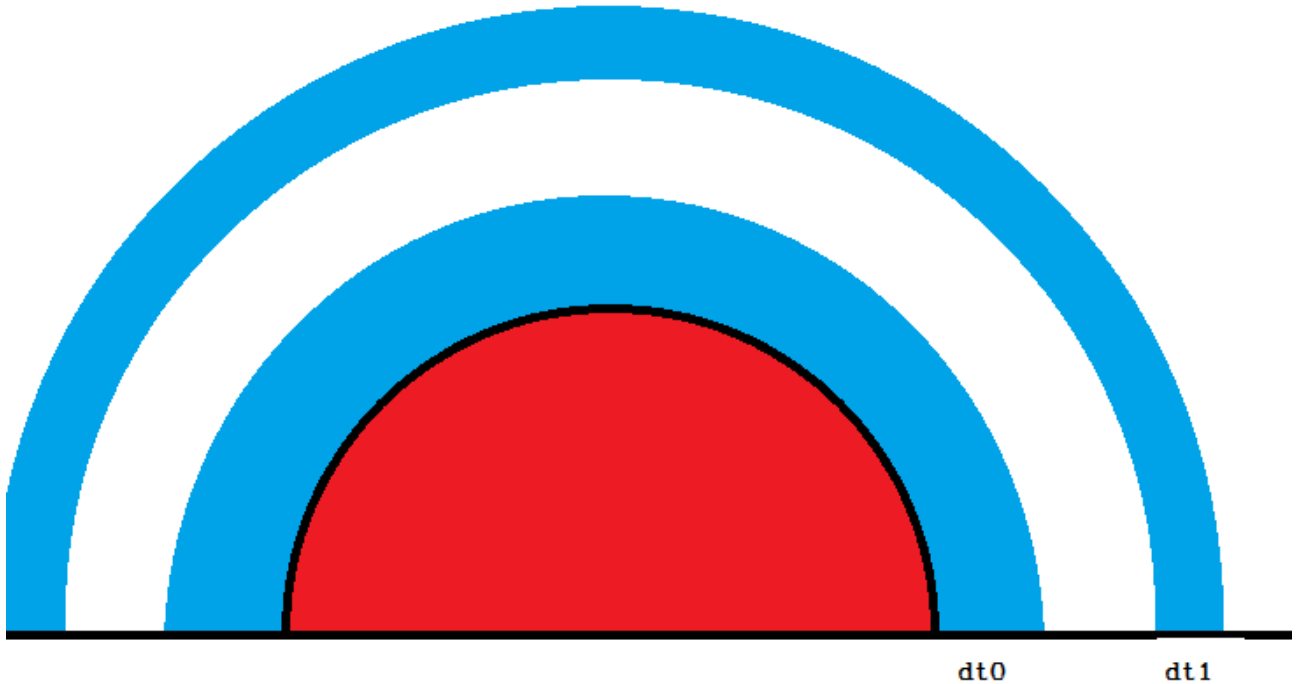
$$T_f = \frac{p_0 \cdot V_f}{n \cdot R} \quad T_f = \frac{1 \text{ atm} \cdot 9,107 \cdot 10^7 \text{ m}^3}{\frac{1,6755 \cdot 10^7 \text{ Kg}}{28,9} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{l/K} \cdot \text{mol}} \quad T_f = 1911 \text{ K}$$

A partir de ese momento se genera una onda de choque con un grosor (d) inicial , que es la resta del radio final expandido respecto del radio inicial.



3º Propagacion de la onda de choque:

La capa semiesférica $V_f - V_0$ origina una onda de choque que se propagará radialmente a la velocidad del sonido. A medida que aumenta el radio r , la capa será cada vez más estrecha. $dt_0 > dt_1$ y a esa capa se le llama, grosor de la onda de choque:



A una distancia r del centro de la explosión, la anchura d de la capa será.

$$V_f - V_0 = \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (r+d)^3 - \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$$

Por ejemplo, si $r=11$ km (la distancia del observador), el valor de (d) será

$$d = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot V_f - 3 \cdot V_0 + 2 \cdot \pi \cdot r^3}{2 \cdot \pi}} - r$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 9,107 \cdot 10^7 \text{ m}^3 - 3 \cdot 1,6755 \cdot 10^7 \text{ m}^3 + 2 \cdot \pi \cdot 11000^3 \text{ m}^3}{2 \cdot \pi}} - 11000 \text{ m} \quad d = 0,0975 \text{ m}$$

El tiempo t que tarda en llegar los efectos de la explosión al observador será $t=r/v_s$, donde v_s es la velocidad del sonido. Aproximadamente, $t=33.3$ s.

Referencias: *Problemas propuestos en la IX Olimpiada Española de Física*. Revista Española de Física 12(3) 1998, págs 48-49.

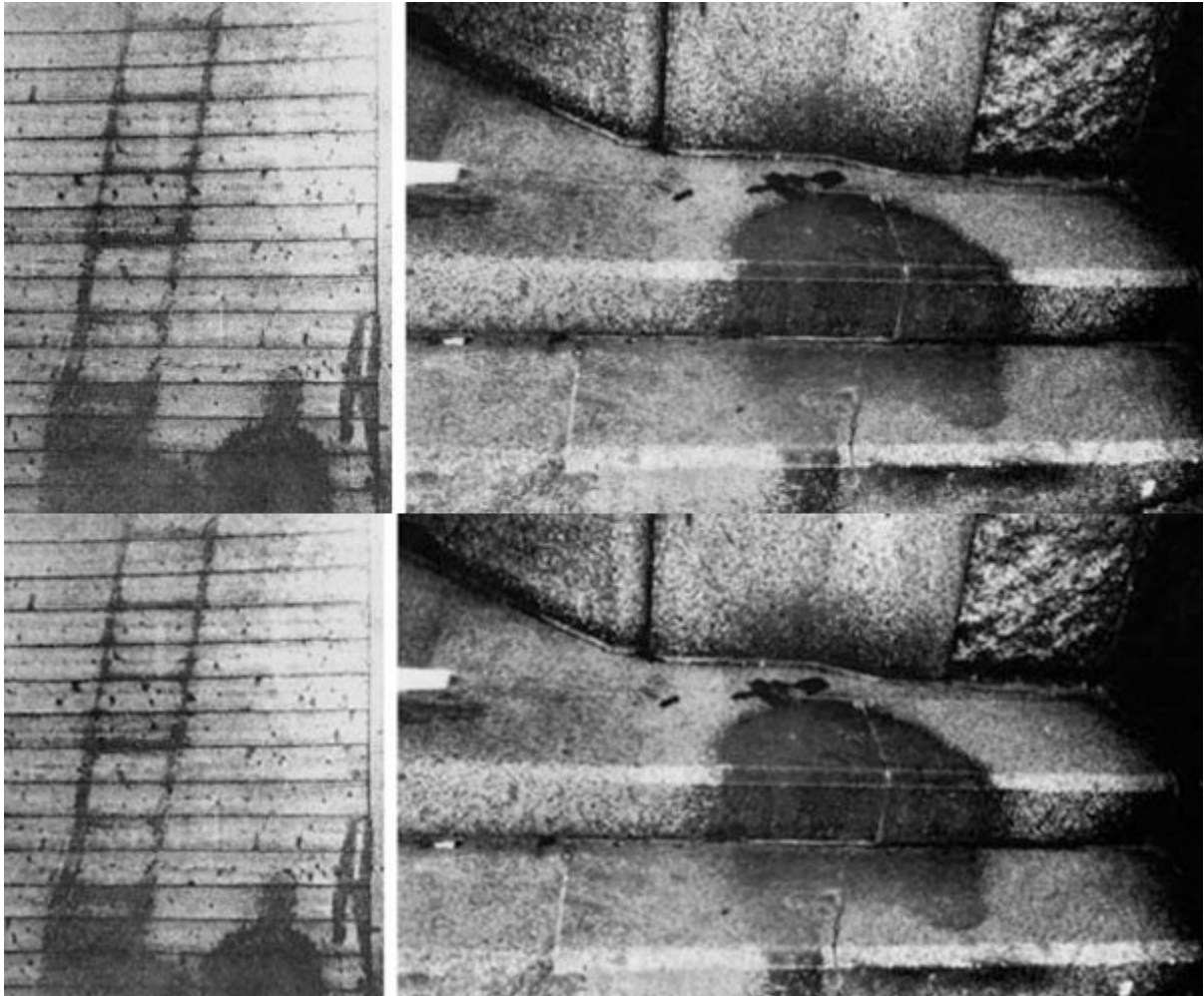
3. -TEORIA DE FUNCIONAMIENTO-

La bomba tiene un objetivo, causar bajas y daños, por tanto sus efectos se distinguen en daños directos e indirectos.

Los daños directos, son instantaneos y no instantaneos:

3.1 -DAÑOS DIRECTOS INSTANTANEOS-

Los daños directos instantaneos se dan cuando la radiacion gamma provoca junto con la bola de fuego una volatilizacion y evaporacion de objetos, debido al intenso calor, la evaporacion es instantanea, antes incluso de que llegue la onda de choque, generalmente (todo se inflama), y los rastros en paredes que pueden dejar son sombras de personas que estaban y se volatilizaron en cuestion de segundos en cenizas.



El proceso de muerte de un ser humano es el siguiente:

1º Exposición rayos:



2º Inflamación de ropa y piel



3° Inflamacion del pelo, quemaduras 3° grado, desprendimiento de ojos.



4° Quemaduras en el 100% del cuerpo vaciado de las cuencas de los ojos.



5°Cuerpo calcinado en pie en 1 segundo despues de la detonacion. Y su posterior sombra reflejada en la pared.



En cuanto a los cuerpos calcinados encontrados en el suelo, muchos estan desfigurados por el intenso calor :



Generalmente los cuerpos carbonizados toman esta posicion:



Dibujo de Yamashita Masato-20-El cuerpo quemado de un niño de 4 o 5 años apunta al cielo.

Se corroboran la posicion: luego las manos se retraen post mortem en rigoris, tras el encojimiento de los musculos internos







La inflamacion es espontanea:



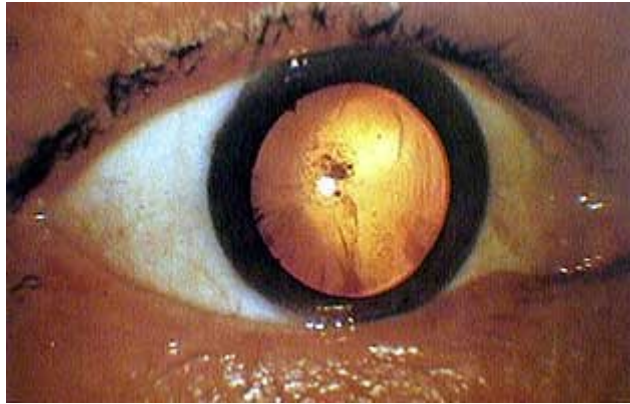
Por eso en los cuerpos calcinados la mandibula se encuentra abierta, porque gritan de dolor al ser la muerte instantanea.



Tambien se encuentran trozos calcinados de piel, en sitios mas cernanos a la Zona
Normalmente la posicion de las madres era esta:



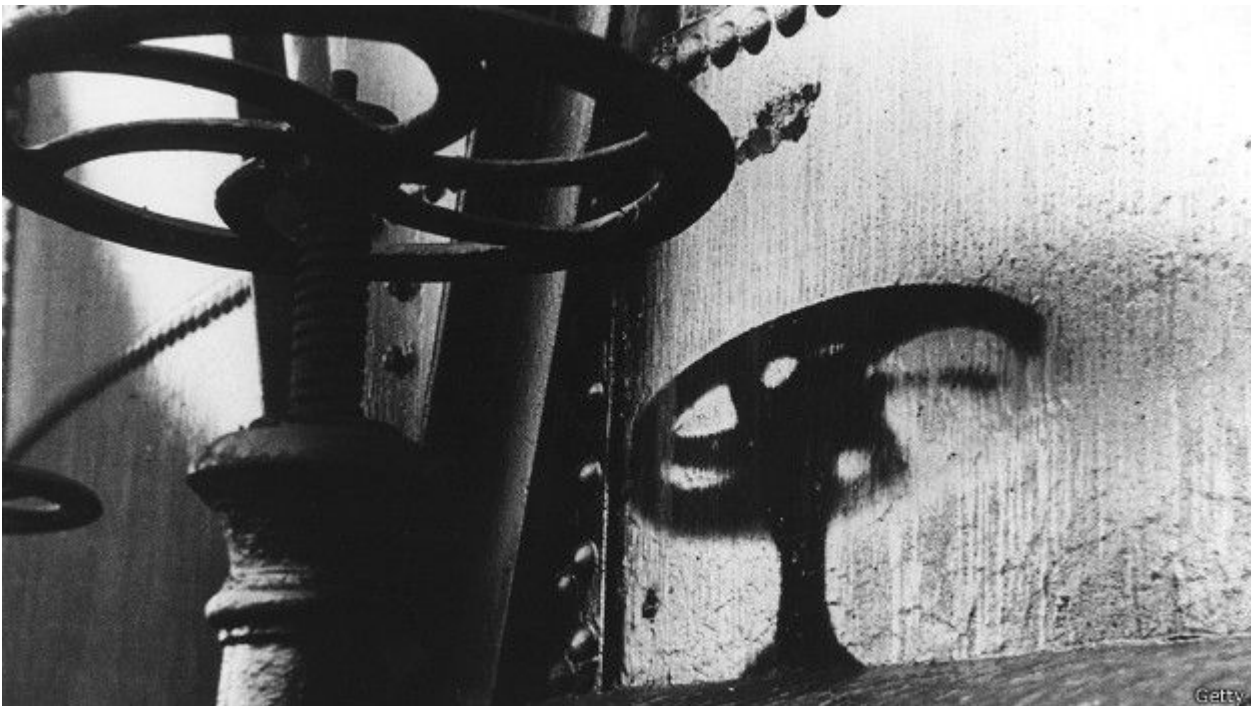
Otro efecto instantáneo son sobrevivientes en 2 Km que quedaron ciegos, y miles de personas sufrieron cataratas por radiación como la de esta imagen, algunas aparecieron años después como una secuela, para una potencia de 20 kilotones.



En cuanto a objetos solidos solo presentan sombras y los que siguen son deformados o no segun su robustez:



Centro de la Paz y la Memoria de Hiroshima



Getty



Los vidrios si sufrieron deformacion:

Tambien debido al impulso electromagnetico de la detonacion, los relojes con baterias se paran en el momento, hay fotos pero no son relevantes. Antes (en 1945) no habia muchos componentes electronicos, pero hoy dia se pararian las motos, coches radios , etc, a parte de una ionizacion intensa en el aire provocado por los rayos X, impidiendo que los radares detecten cualquier forma en el aire. Esa ionizacion tambien afectarian a las lineas de transmision electrica y a las telecomunicaciones, creando un oscurecimiento electrico.

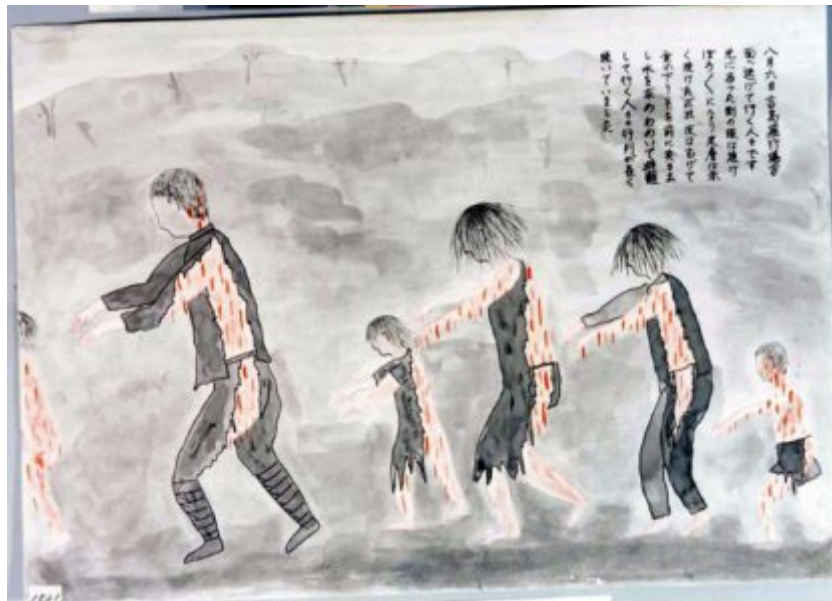
3.2 -DAÑOS DIRECTOS NO INSTANTANEOS-

Los daños directos no instantaneos son provocados por la radiacion gamma provocando directamente quemaduras de 3° grado en la piel, provocando la muerte instantanea en algunos, en la mayoria no, normalmente la piel se les descuelga en tiras ensangrentadas dando un aspecto fantasmagorico, ya que caminan con los brazos extendidos porque dicen sentir alivio (frescor), muchos de los cuales les cuelgan los ojos del nervio optico en aquellos que miraron directamente la fuente de rayos gamma a consecuencia del desprendimiento del parpado y de la piel fina que la sustenta. Otros directamente les provoca la evaporacion instantena de las cuencas de los ojos. En ambos casos la gravedad es tal que las multiples emorragias ocasionan la muerte en escasos 60 minutos como maximo.

En la siguiente imagen Tasaka Hajime-15- una madre pide agua desesperadamente para su hijo, ambos quemados y con la piel colgando.



Masao Kobayashi-45-gente caminando con los brazos al frente como una procesión de fantasmas.



Ikegame Haruo-20-A varios kilómetros de la explosión, gente deambulando con el cuerpo quemado y la piel colgando.





Los bebes cuelgan como en las fotos:





En cuanto al detalle de los colgajos de piel:



Otros con mas detalle







EL detalle del nervio optico colgante:



En cuanto a la cara:

En niños la cara se les hinchaba como una pelota, donde no se podían identificar los ojos la nariz ni la boca.

Bastante notable que fueran al río a sentir alivio, ya que varios kilómetros cuadrados se inflamaron de repente, y todo era un infierno. Hay otras fotos menos relevantes que así lo demuestran y que no se muestran, pero era evidente que el gran número de cadáveres colapsaba los ríos, o los cubículos de agua donde se amontonaba la gente llenos de agua.

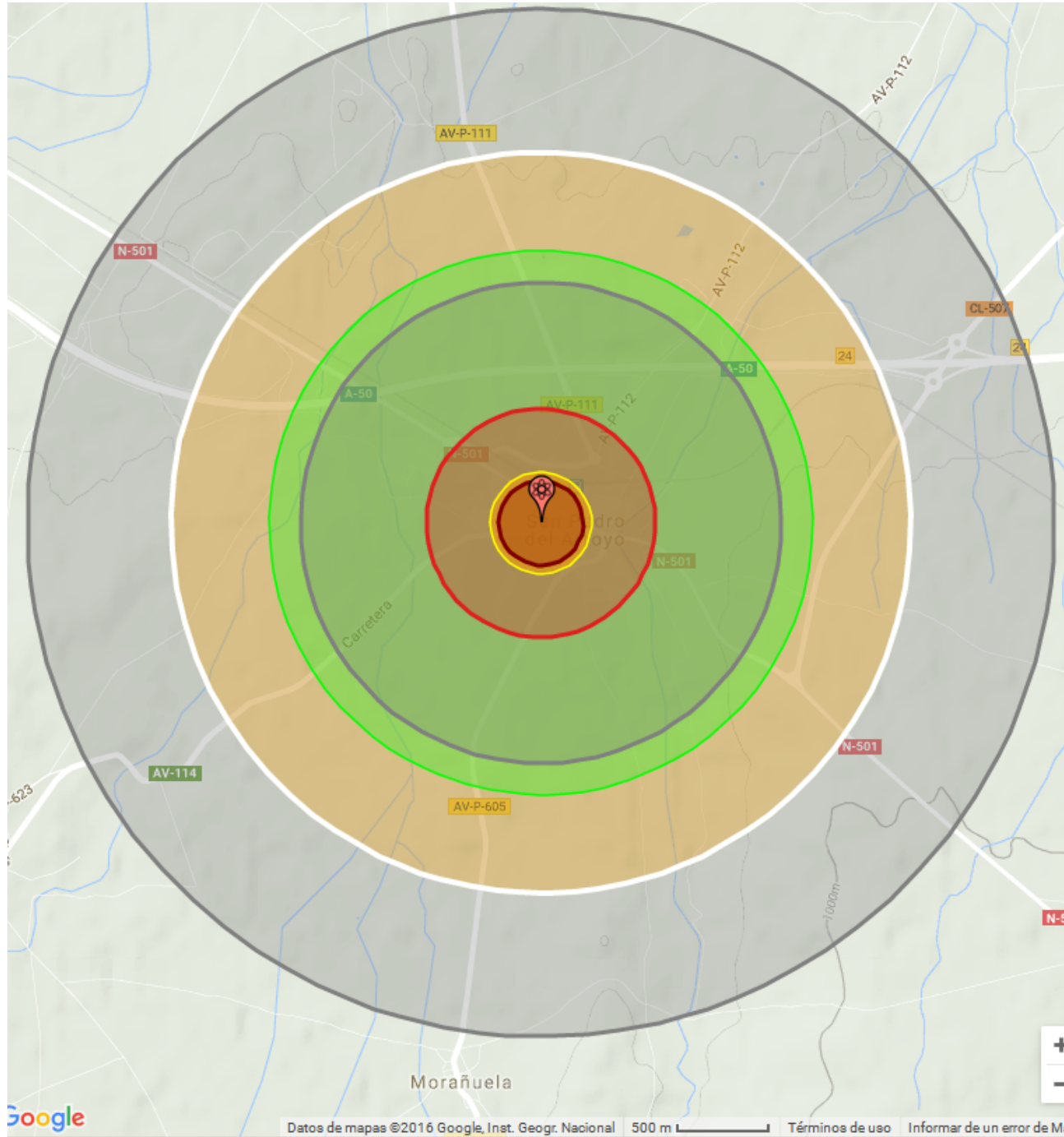
Otro niño recoge a su hermano calcinado, y lo transporta en su bicicleta, aparentemente está lo suficientemente rígido, prácticamente en estado sólido calcinado al no doblarse, cuando este cuerpo se apoya en una escasa aérea en el centro de su cuerpo como se muestran algunas de las imágenes que se describieron en Hiroshima.



Las quemaduras de tercer grado se extienden a través de las capas de la piel , y son a menudo indoloras porque destruyen los nervios del dolor . Pueden causar graves cicatrices o invalidez , y pueden requerir la amputación . La probabilidad de 100 % para quemaduras del 3er grado es con un rendimiento de 8,9 cal/cm² .

En el caso de una bomba detonada en superficie de 20kt (circulo blanco)

*RADIO 1910 metros quemaduras de 3º grado 8,9cal/cm² y 11,5km² de area afectada.



EL radio de accion aumenta si la bomba es detonada en el aire a su altitud opt.

3.3 -DAÑOS INDIRECTOS INSTANTANEOS-

Daños indirectos instantaneos, son provocadas, como efecto indirecto a consecuencia del desprendimiento de rayos gamma, el calentamiento de una gran masa de aire que desplaza adiabaticamente hasta presión ambiente (calculado el efecto termodinámico), a partir de ahí, indirectamente se ha creado una onda de choque, que afectara directamente a estructuras solidas y humanos en función de su presión, pero la onda de choque es un efecto indirecto a consecuencia de la liberación de energía gamma.

Las diferentes sobrepresiones se clasifican en:

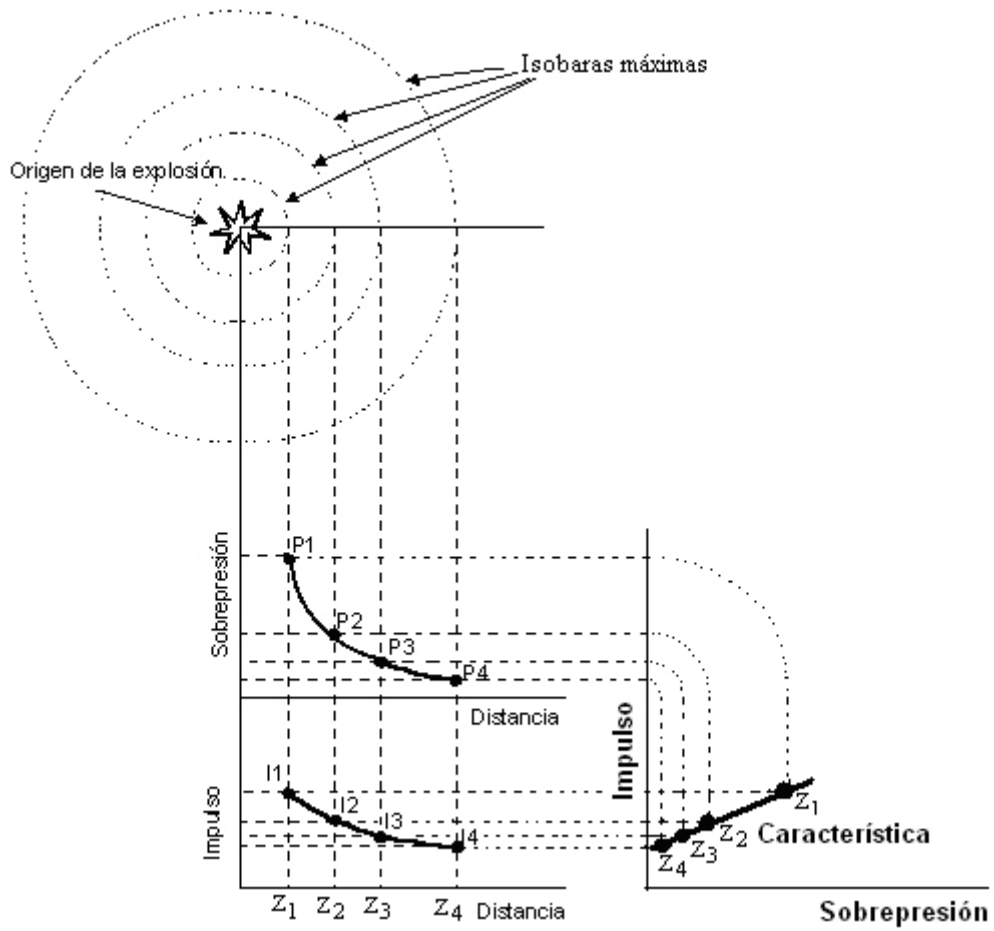
*200psi, (típica presión que tiene una caldera de locomotora) Destrucción 100%

*20psi (Mayoría de edificios destruidos) edificios de hormigón construidos en gran medida gravemente dañados o demolidos; víctimas mortales se aproximan al 100%

*5psi de sobrepresión, la mayoría son colapsos de edificios residenciales, las lesiones son universales, las muertes se han generalizado.

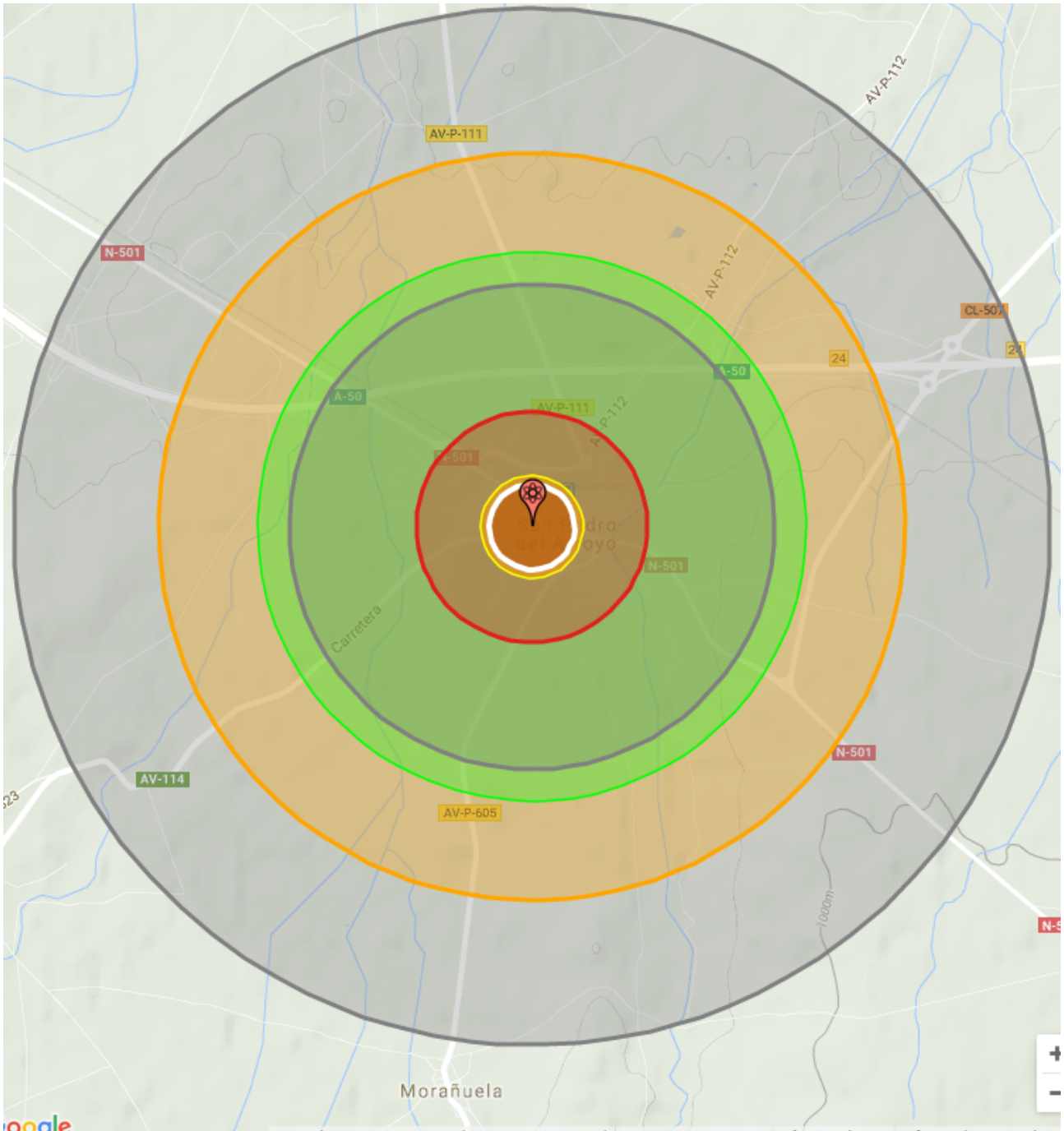
*1,5psi de sobrepresión, se puede esperar que las ventanas de cristal se rompan. Esto puede causar muchas lesiones en una población de los alrededores que se acerca a una ventana después de ver el destello de una explosión nuclear.

Aquí se muestra las capas isobáricas máximas para determinadas sobrepresiones P_1, P_2, P_3 y P_4 en función de su distancia, Donde también representadas el impulso con la letra I mas abajo, se determina la característica Impulso/Sobrepresión

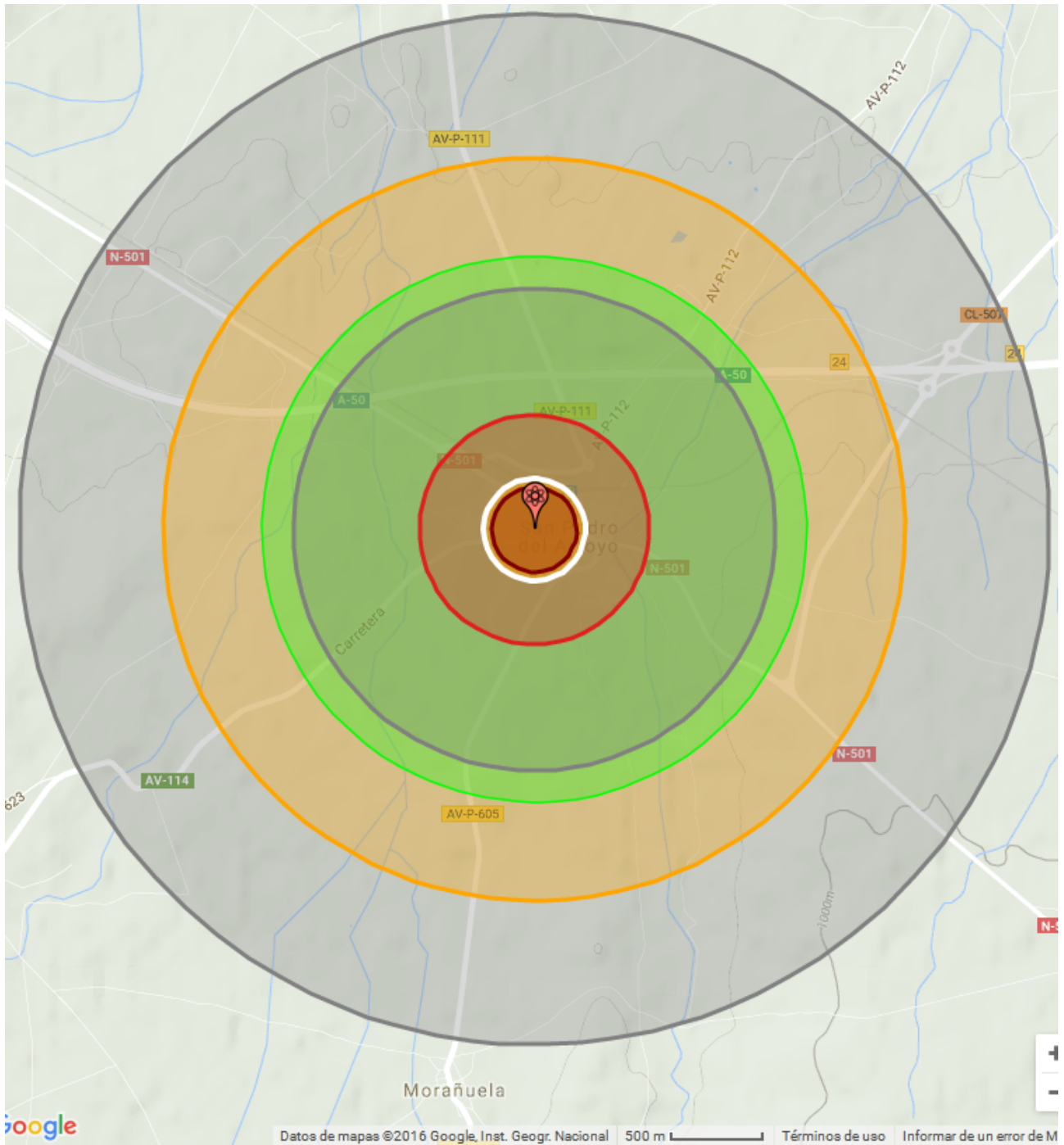


3.3.1 -EJEMPLO DE AREAS BLANCAS BOMBA DETONADA EN LA SUPERFICIE 20kt-

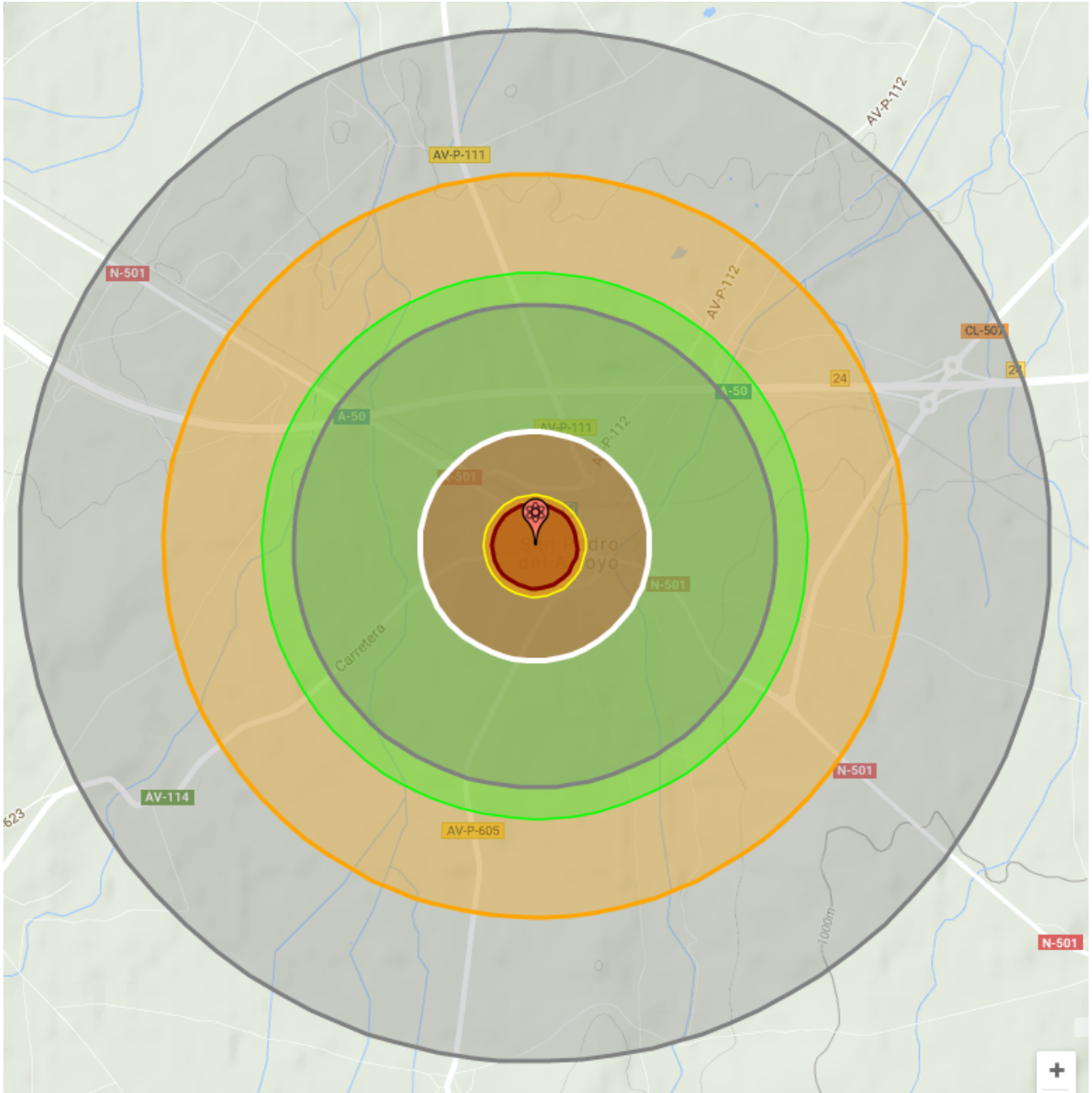
*RADIO DE 200PSI AREA BLANCA (220m de radio) 0,15Km2 afectados



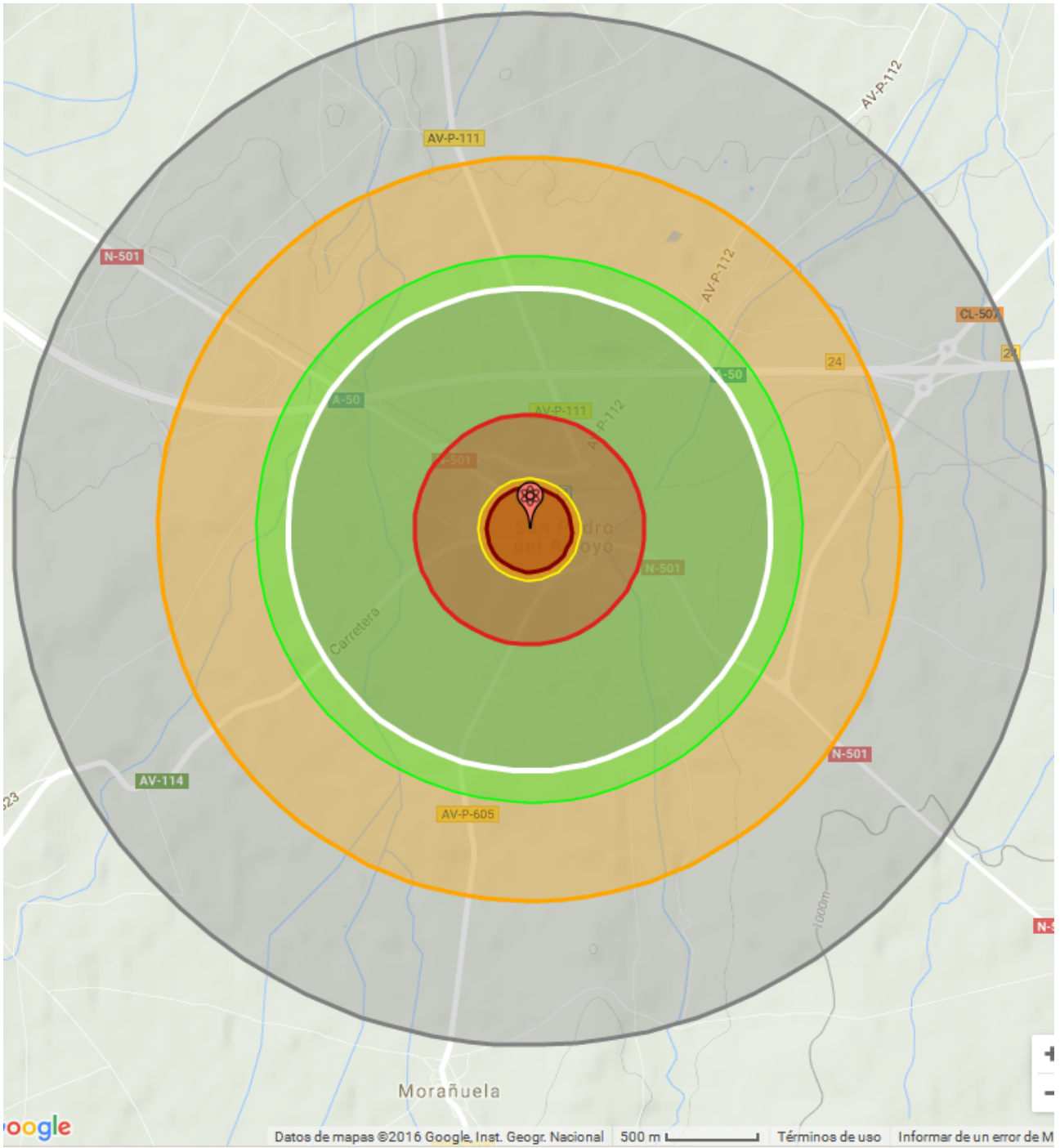
*RADIO DE LA BOLA DE FUEGO 260 metros de radio Area blanca. 0,22km2 afectados



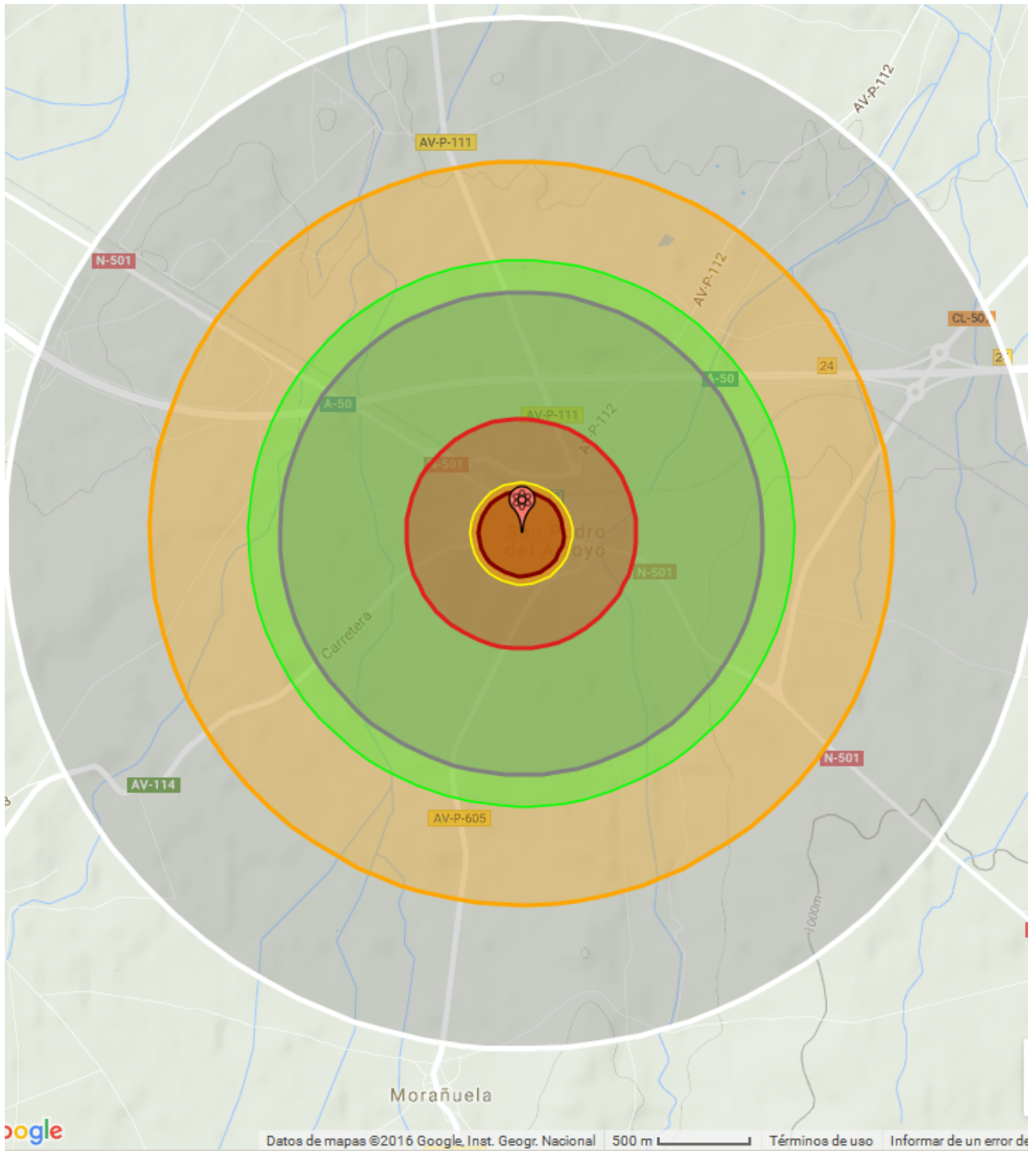
*RADIO A 20PSI, 590metros de radio y 1,1km2 afectados:



*RADIO DE 5PSI (1240metros de radio) y 4,85km2 afectados



*RADIO DE 1,5 PSI (2650metros de radio) y 22,1 km² afectados



3.3.2 -EFECTOS DE LA SOBREPRESION-

Blast generalizado:

Es debido a la violencia de la explosión y tiene efectos mortales. Puede que no ocasione lesiones externas, pero mortalmente se encuentran afectados la totalidad de los órganos internos: el cuerpo puede aparecer íntegro y, en ocasiones, con graves lesiones en extremidades, tórax, cráneo y abdomen. Existe tatuaje en las zonas del cuerpo expuestas al foco de explosión. El blast generalizado se origina cuando el cuerpo se encuentra cerca del foco explosivo o las explosiones son muy violentas y se caracteriza: por rotura de aorta, inexistencia de lesiones externas; hemorragias y depresiones, especialmente en la caja torácica y en los pulmones.



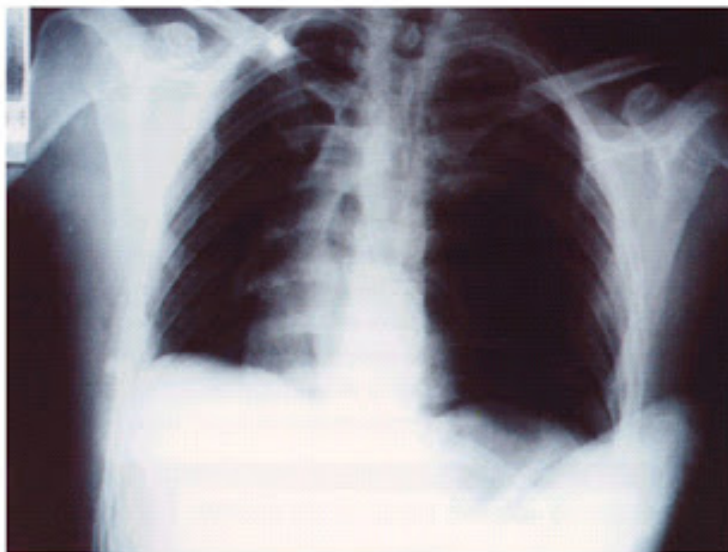
Figura 2.- Depresión infundibuliforme de la caja torácica (*pectus excavatum*).

BLAST TORACICO (PULMONAR, CARDIACO Y ESOFAGICO)

Las lesiones pulmonares están presentes en casi todos tipos de blast. La localización más frecuente es en el Lóbulo inferior y Borde inferior y Borde anterior de los pulmones, así como en la superficie externa convexa. Las costillas hacen impacto sobre la superficie pulmonar: se puede evidenciar la impresión costal.

Si él lesionado sobrevive, al principio las lesiones pulmonares no son muy evidentes: Él paciente este pálido, algo cianótico y con extenso dolor. Más tarde pueden aparecer esputos sanguinolentos y tos.

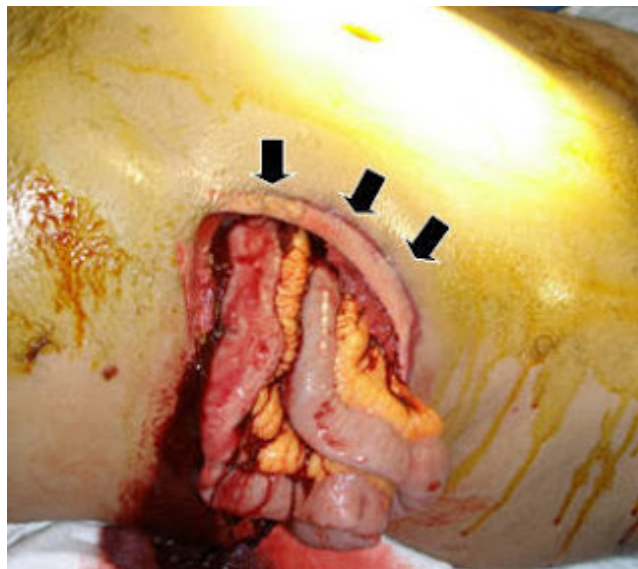
Las lesiones cardiacas pueden manifestarse como hemorragias miocárdicas, rupturas cardiacas y lesiones de infarto por obstrucción coronaria.



▲ Foto n° 1. Muerte por explosión de bomba-ropa. Blast torácico pulmonar: neumotórax a tensión. Obsérvese el desplazamiento del mediastino hacia hemitórax derecho. (Cortesía del Dr. Tejoira Alvarez).

BLAST ABDOMINAL

No suele aparecer de manera aislada y con frecuencia se asocia al blast torácico. La fuerza explosiva se transmite a través de la pared hacia las distintas vísceras, moviliza el aire intestinal a una presión muy elevada y ocasiona fenómenos mecánicos que afectan a las vísceras huecas. Se puede encontrar hemorragias gástricas o intestinales, ya sean subserosas o submucoas; estallidos y perforaciones de las vísceras abdominales huecas; estallidos y desgarros de vísceras macizas que presentan el mismo aspecto que las ocasionadas por precipitación y puede ocasionar rotura testicular.



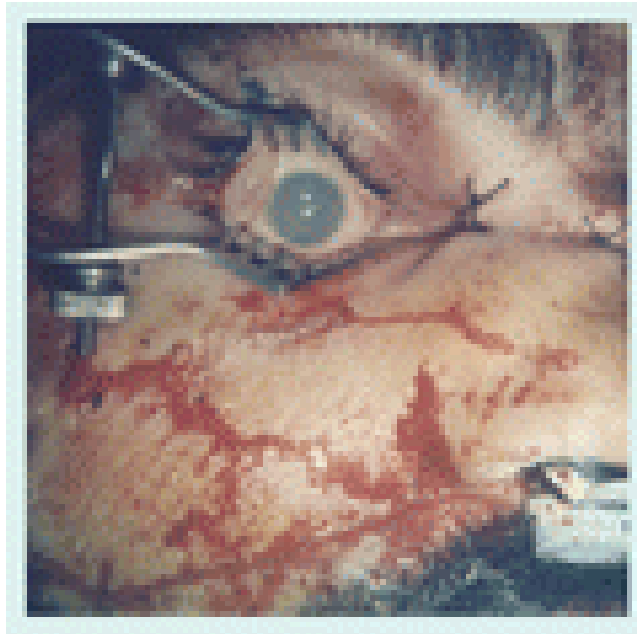
BLAST CEREBRAL

Las lesiones cerebrales del blast están producidas por acción de la onda de presión u onda expansiva sobre la presión venenosa encefálica causando hipertensión.

Puede causar edema papilar y coma profundo.

BLAST OCULAR

Caracterizado por hemorragia de vítreo, conjuntival y rotura del globo ocular.



BLAST AUDITIVO

Las lesiones auditivas se establecen en dos tiempos: De hiperpresión y de hipopresión por aspiración. La más común entre las lesiones que exhiben los sobrevivientes de una explosión es la rotura timpánica.

BLAST INJURY

Son las lesiones producidas como consecuencia de la propagación de la onda explosiva a través del organismo. Por ejemplo: atentados con bombas y explosiones por accidente domestico (gas).



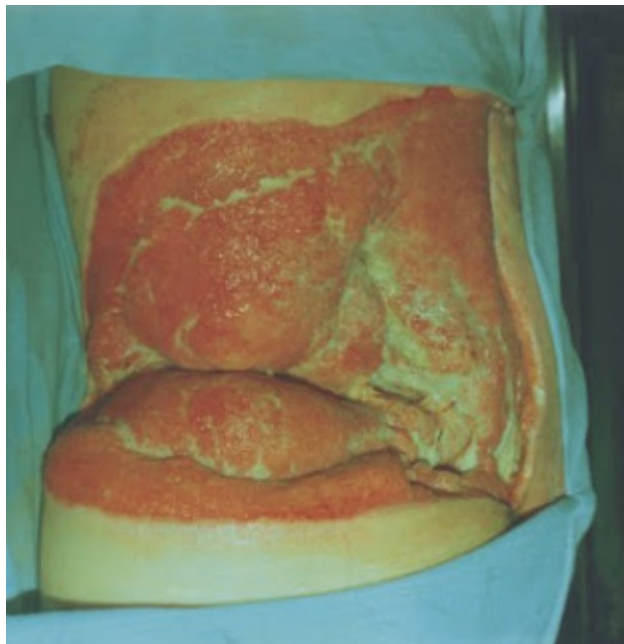
▲ Foto n° 4. Muerte por explosión de moto-bomba: fractura de cúbito y radio, metralla (clavos) y aluminio fundido impregnando el antebrazo derecho. La víctima se encontraba afrendando su costado derecho al foco de explosión.

ONDA EXPANSIVA

Al penetrar en el cuerpo, la onda de choque somete a las vísceras corporales a una elevada sobre presión y a un violento desplazamiento. Esto provoca la rotura de la superficie de materiales densos, como la pared gastrointestinal.

Además, de los daños causados en tales superficies, los vasos sanguíneos que riegan, estos órganos estallan, originando graves hemorragias internas. Por otra parte, el paso de la onda expansiva hace que los tejidos se muevan a diferente velocidad según su densidad, lo que causa daños severos.

Los órganos que contienen aire o aire y líquido, tales como el oído, el pulmón o el intestino, son más vulnerables a las explosiones que los órganos sólidos.



Para maximizar los daños por sobrepresión las bombas se suelen detonar a varios metros de la superficie, la eficiencia depende de un objetivo común, ya que la altura de detonación favorecerá una serie de objetivos comunes en diferentes sobrepresiones, si se quiere un efecto máximo a 1,5 psi, la altura de detonación será mayor que la maximización de efecto que provoca a 20psi. Es decir, la diferencia de provocar la rotura de una ventana a la muerte efectiva de personas del 100%.

3.4 -DAÑOS INDIRECTOS NO INSTANTANEOS-

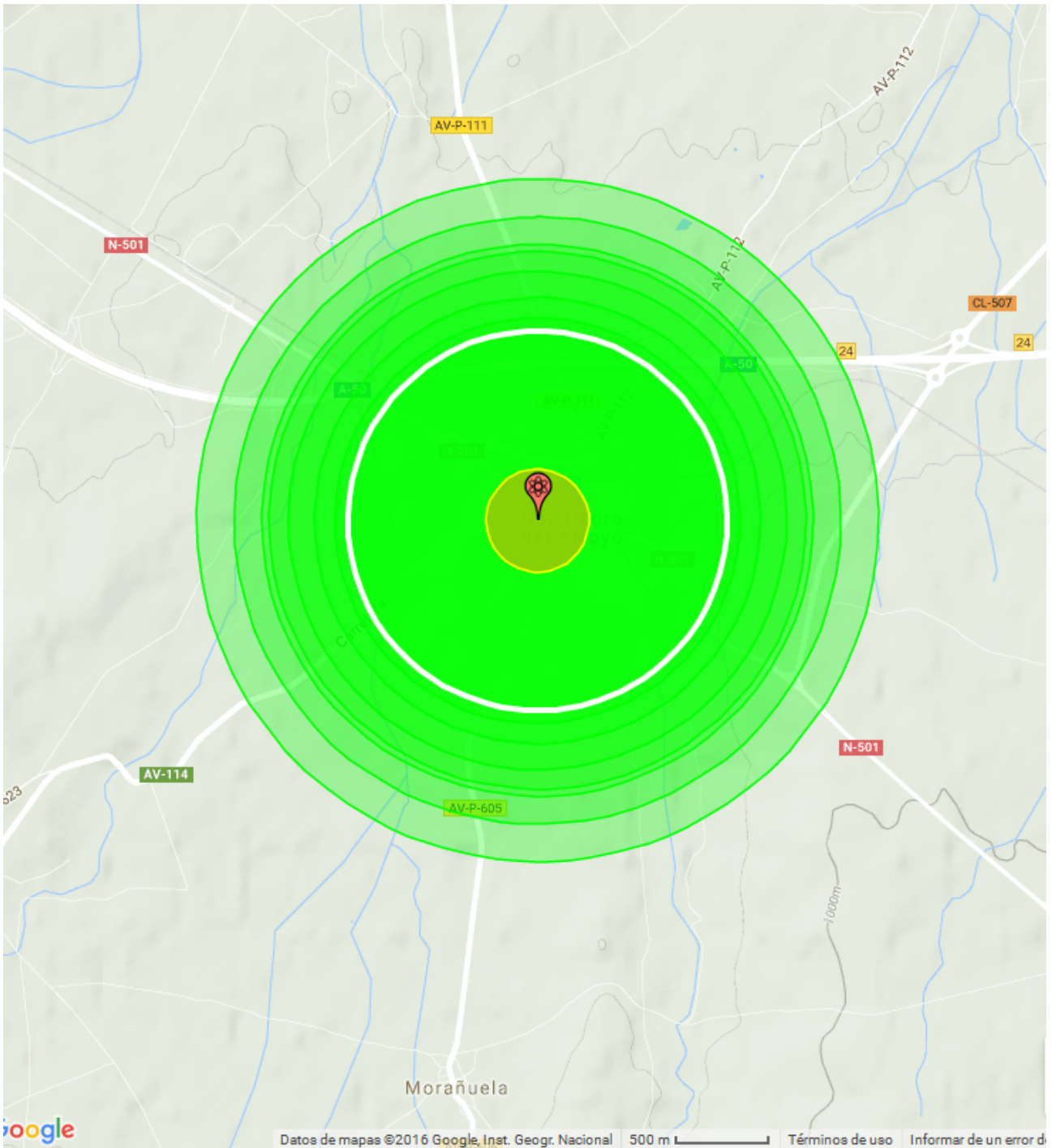
Daños indirectos no instantaneos:

3.4.1 -EJEMPLOS AREAS EN BOMBA DE 20kt-

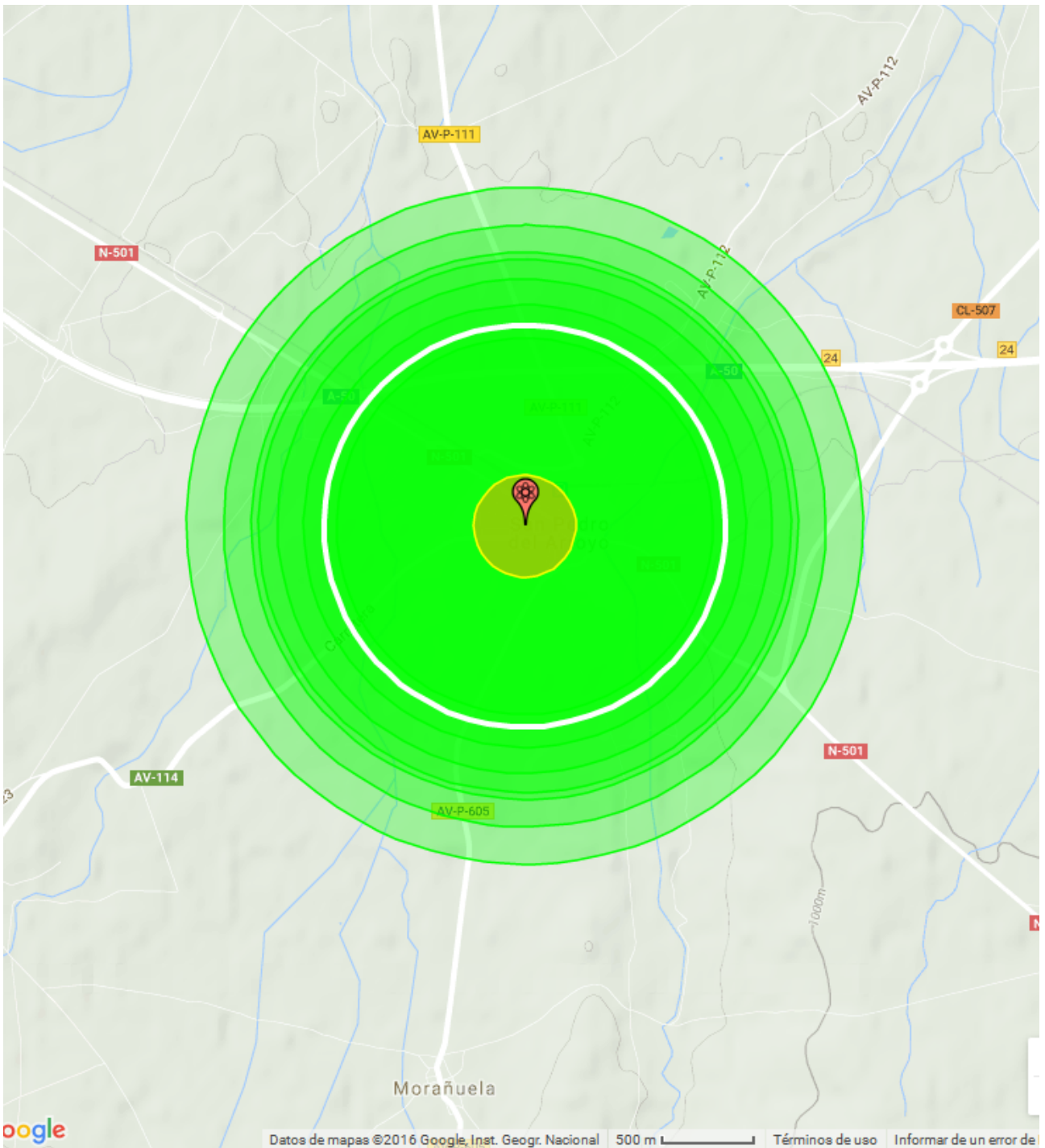
3.4.1.1 ABSORCION DIRECTA

La radiacion absorvida directamente a causa de una bomba de fision de 20Kt detonada en superficie.

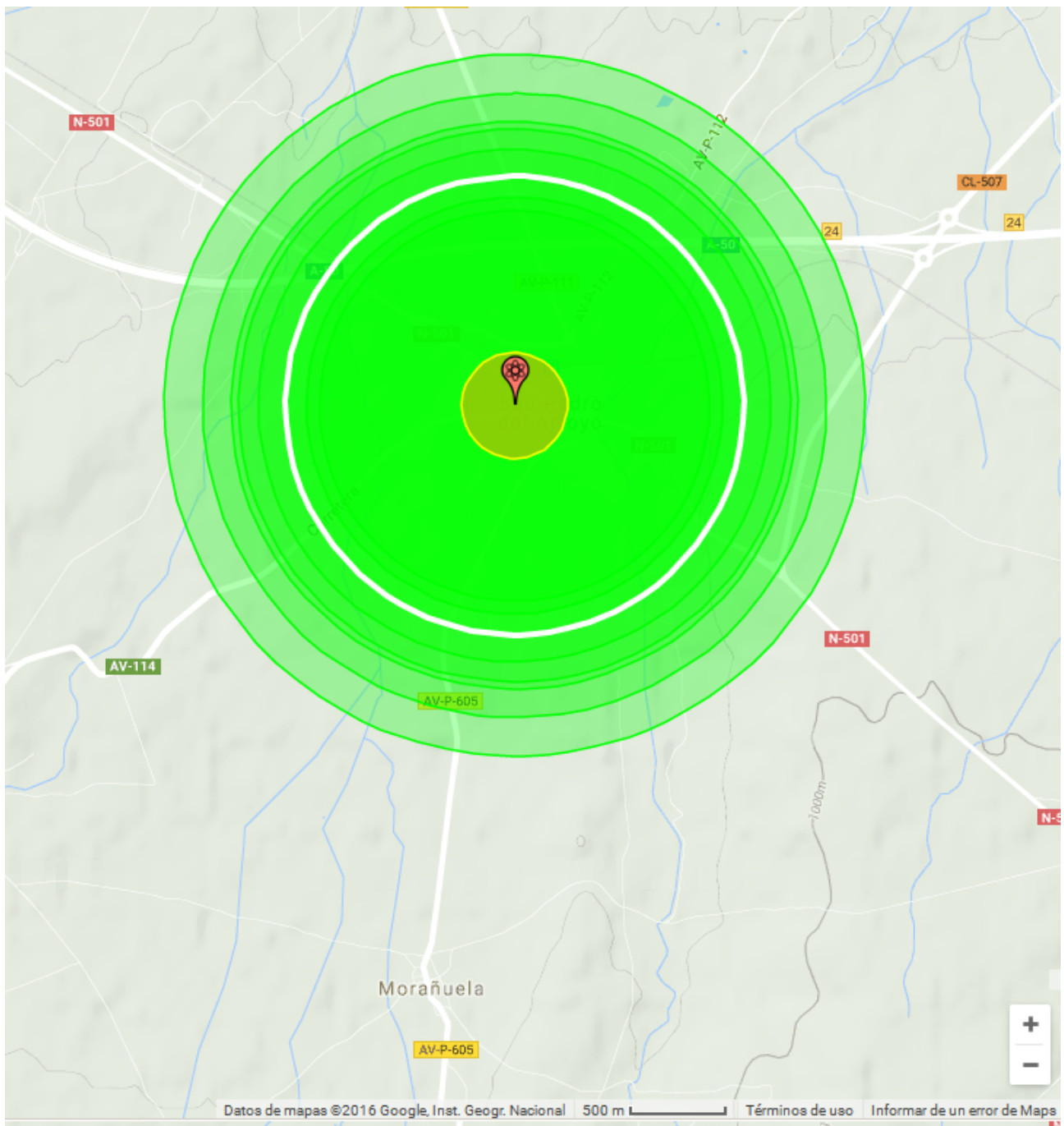
*(5000REM) RADIO 970 metros y 2,94km² afectados:



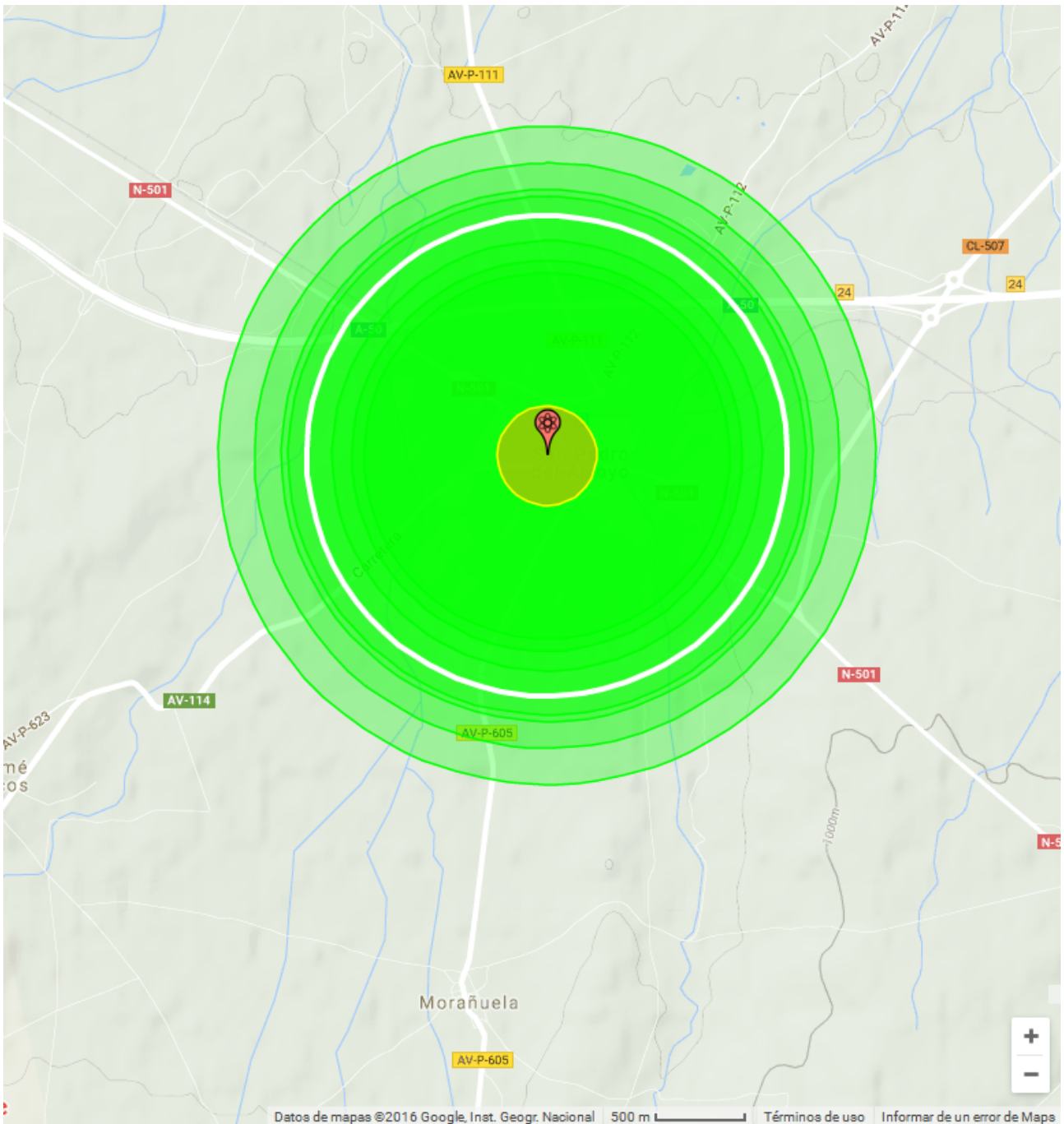
*(3500REM) RADIO 1030metros y 3,35km2 afectados



*(2000REM) RADIO 1140metros y 4,06km2 de area afectada

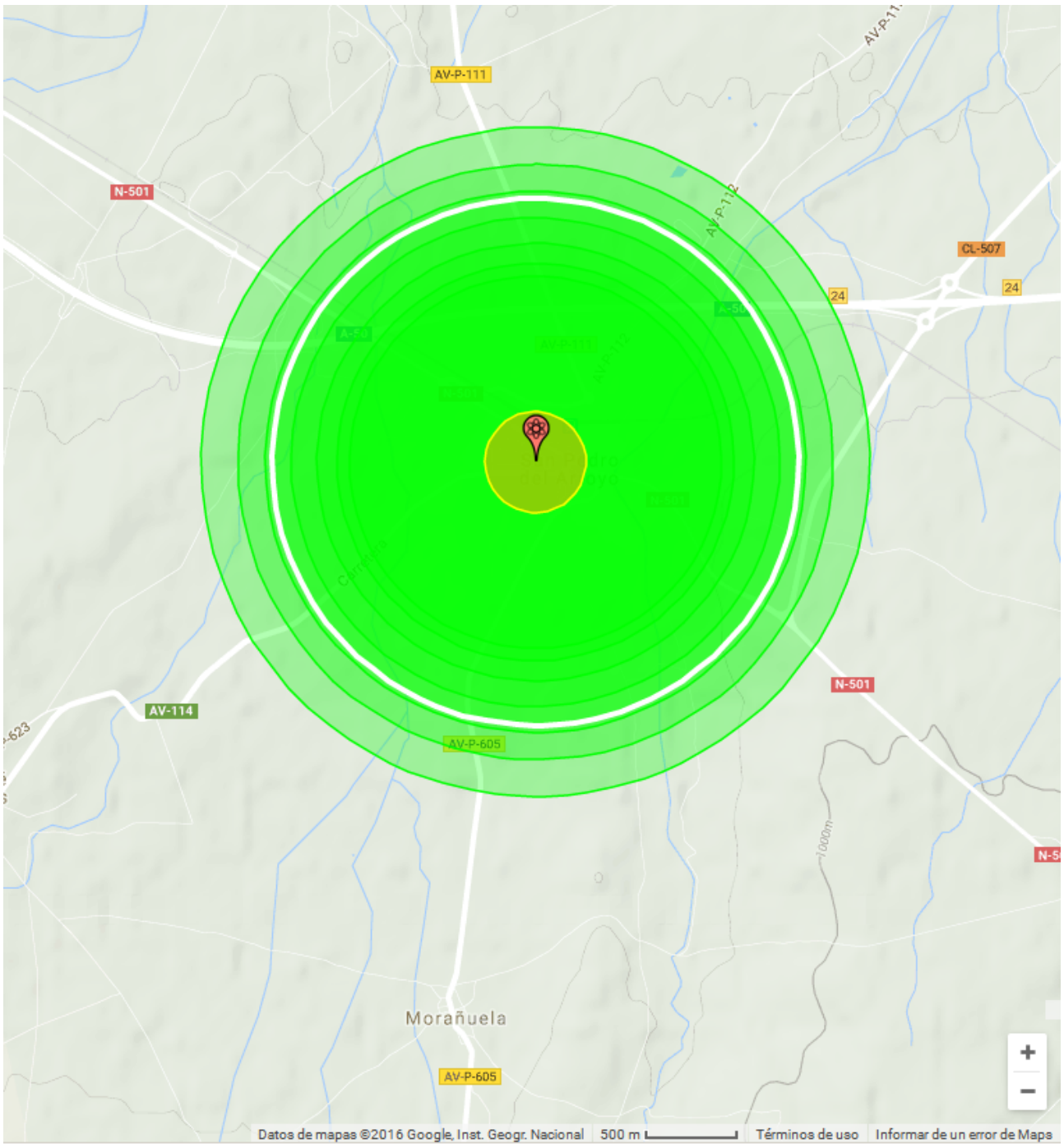


*(1000REM) RADIO 1270metros y 5,06km2 de area afectada



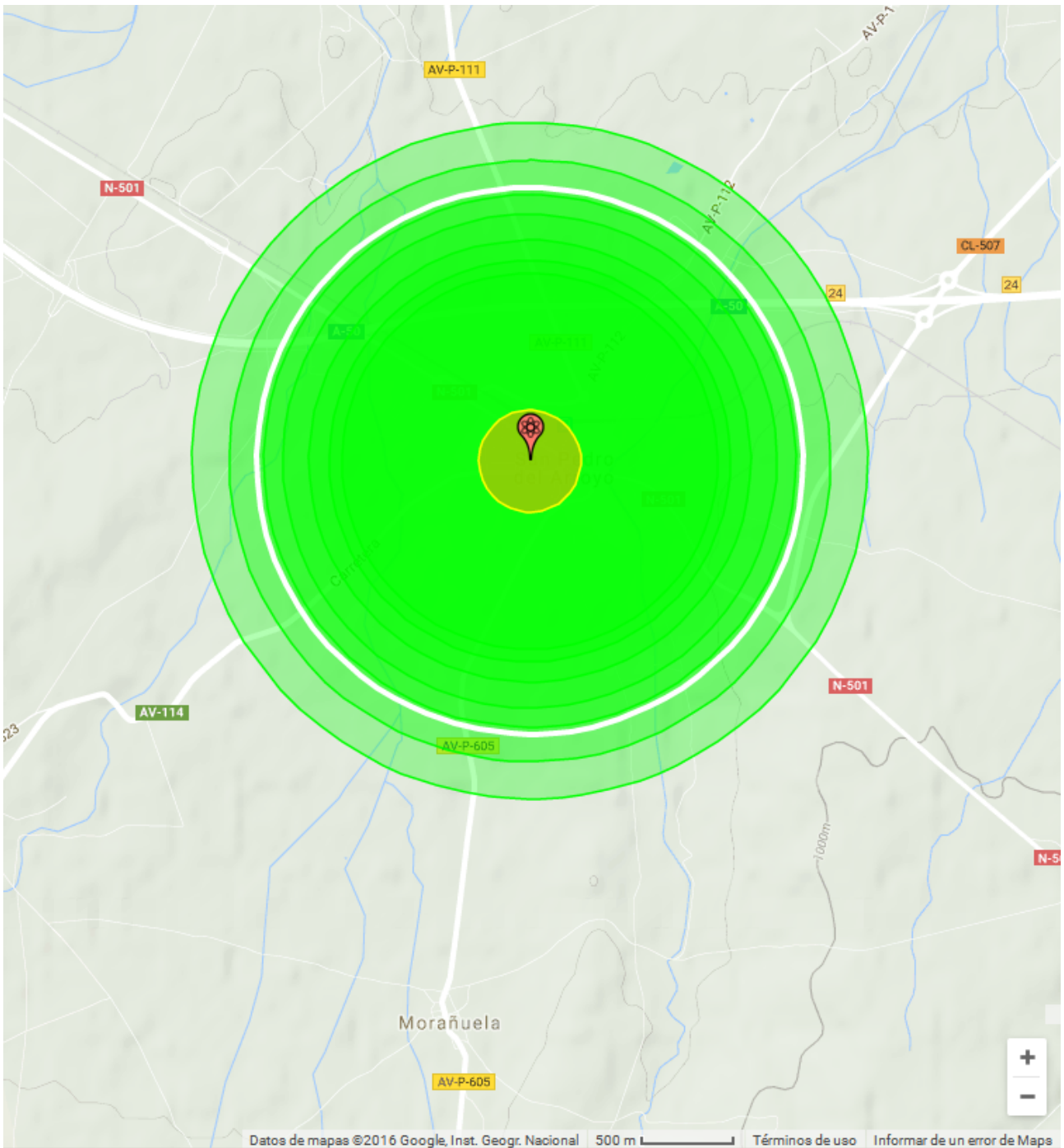
Con el tratamiento médico inmediato , se puede esperar la mortalidad del 95 % .
Muriendo tarde, entre varias horas y varias semanas .

*(600REM) RADIO 1370metros y 5,9km2 de area afectada



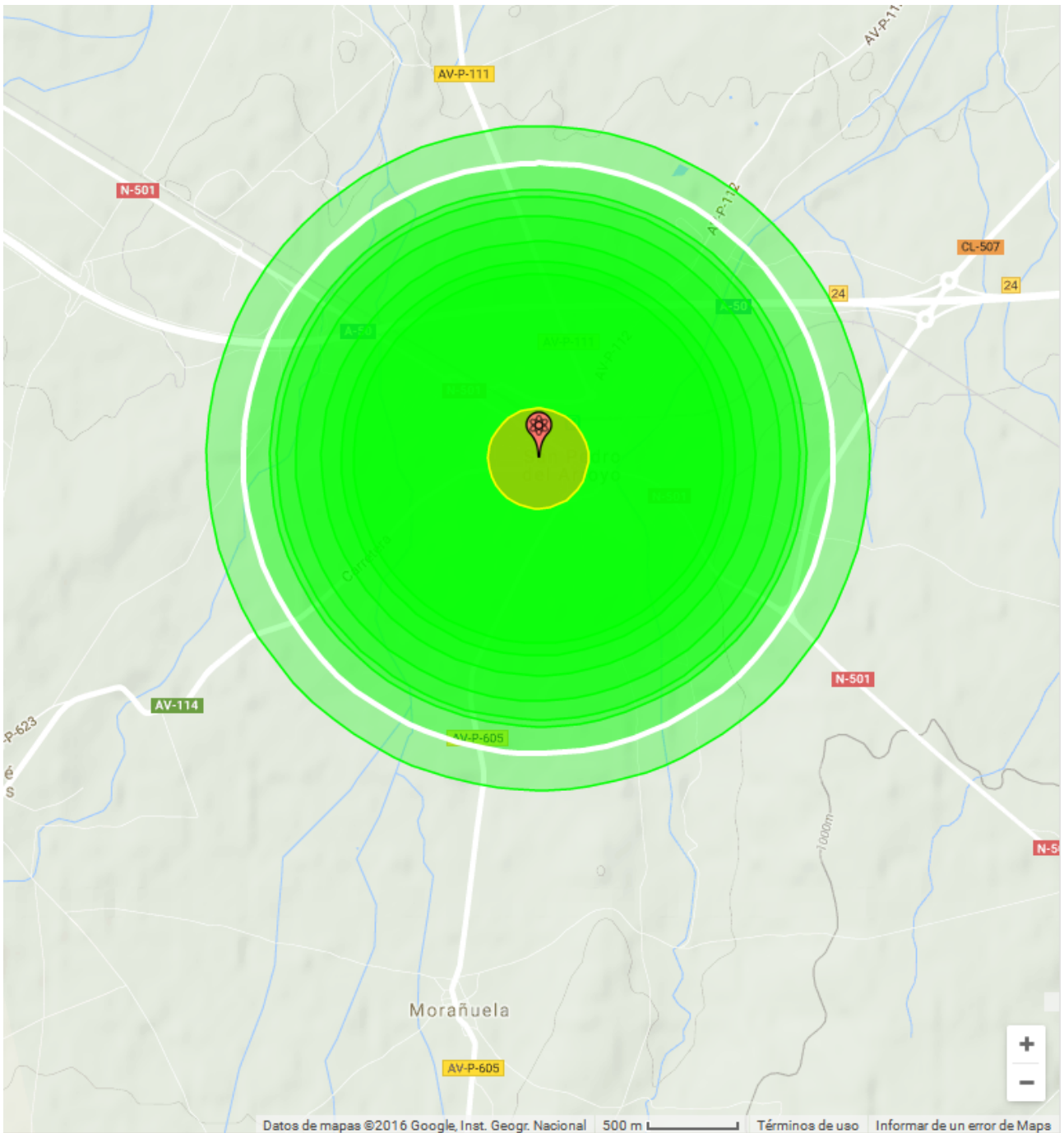
Con el tratamiento médico inmediato , se puede esperar la mortalidad del 80 % .
Muriendo tarde entre varias horas y varias semanas .

*(500REM) RADIO 1410metros y 6,22km2 de area afectada

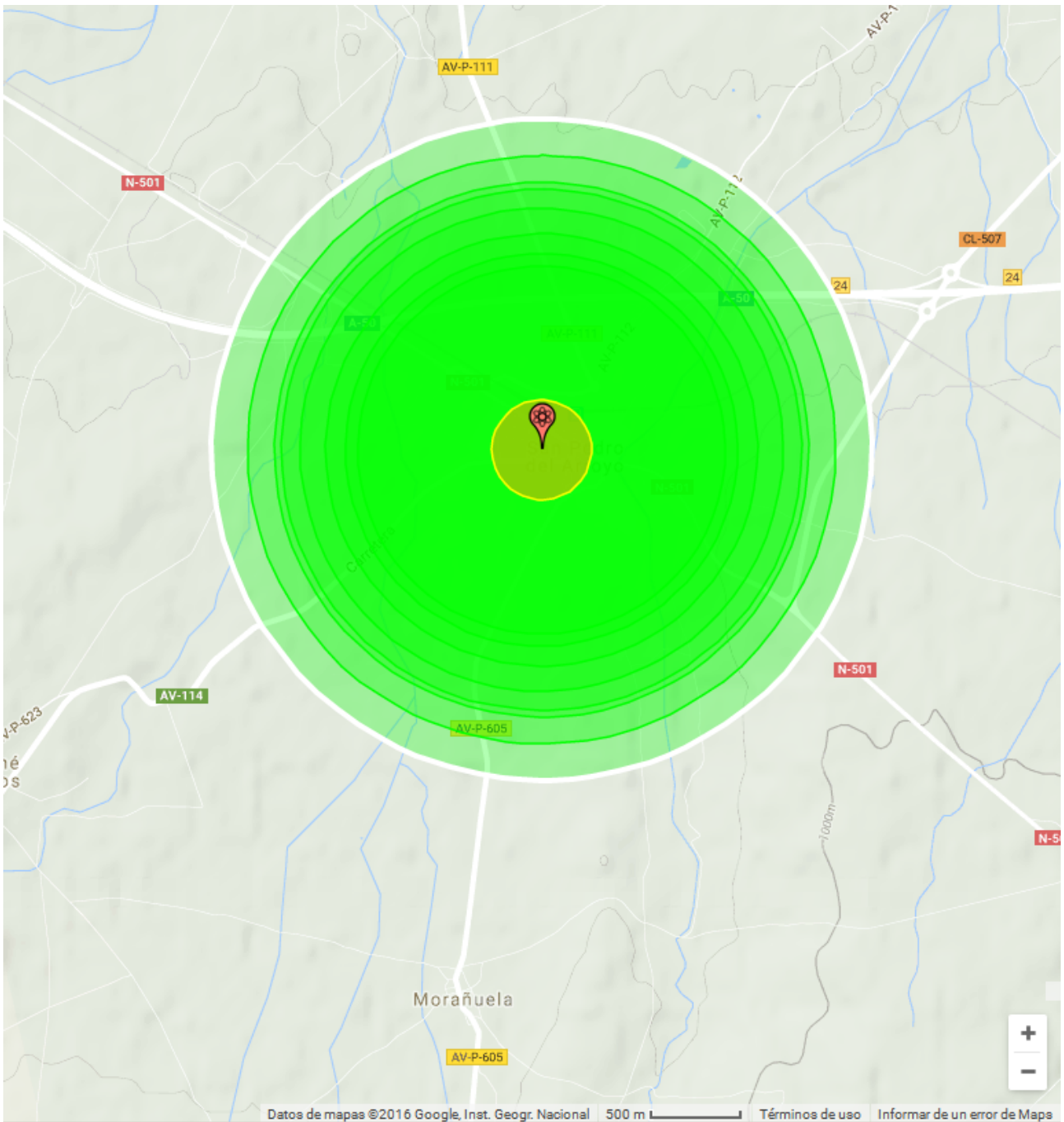


Sin tratamiento médico , se puede esperar solo entre 50 % y 90 % de mortalidad de los efectos agudos. Muriendo tarde entre varias horas y varias semanas .

*(200REM) RADIO 1550metros y 7,52km2 de area afectada

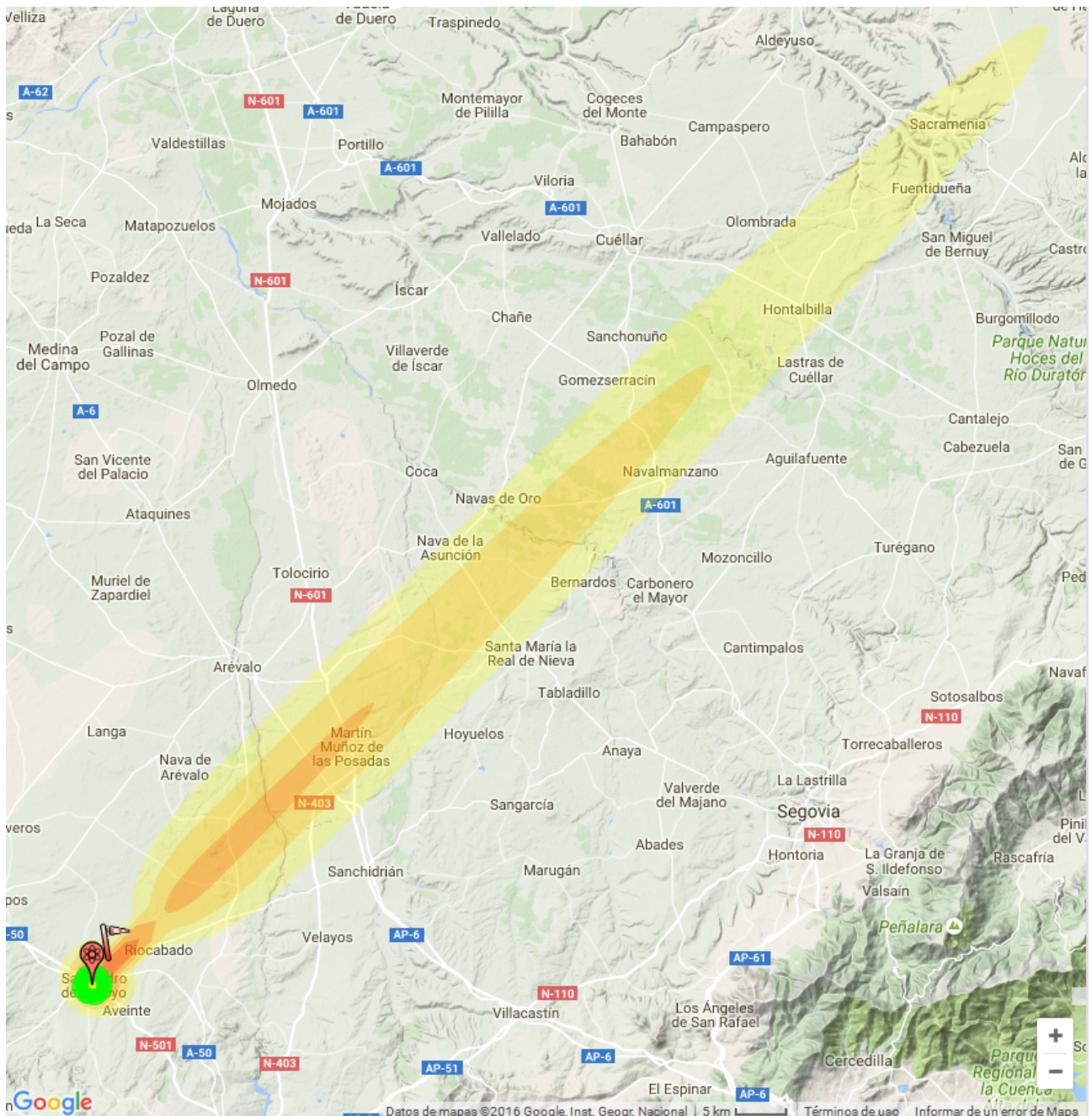


*(100REM) RADIO 1740metros de 9,49km2 de area.



3.4.1.2 -ABSORCION INDIRECTA-

La absorvida indirectamente a través de la lluvia radiactiva en una bomba de superficie, misma de 20kt: Como se podreis fijar, el viento es bastante determinante, puesto que la contaminacion en la superficie se muestra de color.



Justo debajo hay una escala de 5km.

3.4.2 -EFECTOS DE EXPOSICION A LA RADIACION-

*Cuando la dosis alcanza los **5000** rads hay shock nervioso, edema y hemorragia en el sistema nervioso central y la muerte viene en unas cuantas horas.

*Si la médula espinal recibe dosis cercanas a **2000** rads, se produce la parálisis, un daño irreversible. También después de una irradiación del pulmón con dosis cercanas a 2 000 rads, se produce el adelgazamiento y pérdida de la permeabilidad de la pared alveolar debido a la muerte de células alveolares, y aparece una secreción que favorece el desarrollo de infecciones pulmonares. En estos casos, el tratamiento consiste en ayudar a desalojar las secreciones, evitar el desarrollo de infecciones y propiciar la recuperación de los tejidos dañados. Todo esto se logra con el empleo de medicamentos adecuados y por medio del suministro de aire u oxígeno a presión al pulmón. Como efectos tardíos, 3 ó 4 meses después de la sobreexposición, se puede desarrollar una neumonitis caracterizada por alteraciones en los tejidos, colapso del equilibrio osmótico en los capilares, expansión irregular de las paredes del pulmón y paso de sangre al alveolo. Cuando se sobrevive la fase de la neumonitis, por lo general se presenta una fibrosis pulmonar que puede conducir a la falla respiratoria y ocasionalmente a la muerte.

*Así, cuando la dosis es de **1000** rads se puede producir la perforación del intestino en uno o varios sitios, lo que hace que el contenido intestinal pase a la cavidad del abdomen llamada peritoneal, produciéndose una infección e inflamación conocida como peritonitis, que es sumamente grave. En estas condiciones es fácil que la infección pase a la sangre y cause la llamada septicemia, que todavía en la actualidad es un cuadro extraordinariamente grave que conduce a la muerte de un gran número de enfermos

*Si se incrementa la dosis más allá de los **700** rads, disminuyen las esperanzas de sobrevivir y cambia el mecanismo de muerte.

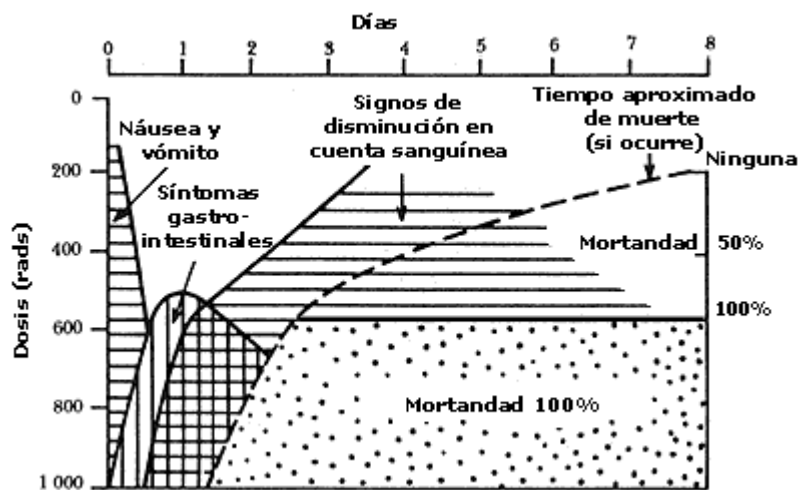
La pared interna del *intestino* está recubierta de células que se renuevan continuamente., si la dosis es superior a **700 rads**, en este caso se producen ulceraciones en la pared interior, con riesgo de infección, pudiendo presentarse perforación intestinal y severas hemorragias. El tratamiento en estos casos consiste pnncipalmente en el equilibrio hidroelectrolítico y de proteínas, tratando de controlar las posibles infecciones. En las situaciones de mayor gravedad es indispensable la cirugía para remover los tejidos dañados. Este procedimiento resulta muy peligroso por la limitada capacidad de coagulación causada por la destrucción de las plaquetas y la reducida capacidad de defensa debida a la falta de glóbulos blancos, así como por el estado anémico en que seguramente se encontrará el paciente. Estas complicaciones causan la muerte por irradiación a los pocos días, cuando la dosis sobrepasa los 700 rads.

***(500 rads)**. La *médula espinal* es el conjunto de nervios ubicado en el interior de la columna vertebral que conecta al cerebro con el resto del cuerpo. El tejido nervioso de la médula espinal consta de células nerviosas y células de sostén. Un primer efecto de la irradiación de la médula con dosis mayores de **500 rads** es la pérdida de la mielina que cubre las prolongaciones de las células nerviosas, lo que causa a las pocas semanas de la irradiación pérdida de insensibilidad y adormecimiento de las extremidades. Con una sola dosis de 400 a 500 rads el 50% de los individuos expuestos muere por alteraciones en la sangre. La probabilidad de que sobrevivan dependerá de la efectividad con que se les administre el tratamiento adecuado.

***(superior a 100 rads)**, parte de las células circulantes resultan dañadas y el número de glóbulos blancos disminuye de inmediato. Éste es uno de los primeros síntomas que aparecen cuando hay una exposición muy por encima de los valores ambientales. Las células progenitoras pueden resultar dañadas por la exposición y, entonces, bajará la producción de nuevos glóbulos rojos y blancos, lo que será evidente algunas semanas después de la irradiación. Una baja en el número de plaquetas impide la coagulación sanguínea y en estas condiciones cualquier

hemorragia podría resultar fatal. La escasez de células sanguíneas puede provocar la muerte del individuo. Se ha advertido que después de 60 días, con dosis entre **300 y 600 rads**, se puede producir la muerte de un ser humano. Con dosis superiores a unos 100 rads se presentan los primeros síntomas y se requiere de un seguimiento médico, mientras que dosis **por encima de los 200 rads** hacen indispensable la hospitalización. La recuperación será más probable mientras mayor sea la posibilidad de recibir los tratamientos adecuados, tales como transfusiones, conservación del equilibrio hidroelectrolítico, protección contra infecciones y en casos extremos, transplante de médula ósea.

Como respuesta inmediata a la irradiación se reduce el número de estas células y se deteriora el proceso de absorción que normalmente ocurre en él. Si el daño es limitado (**menos de 100 rads**) es posible que después de leves trastornos intestinales (náusea y diarrea) el organismo repare el daño y regrese a la normalidad.



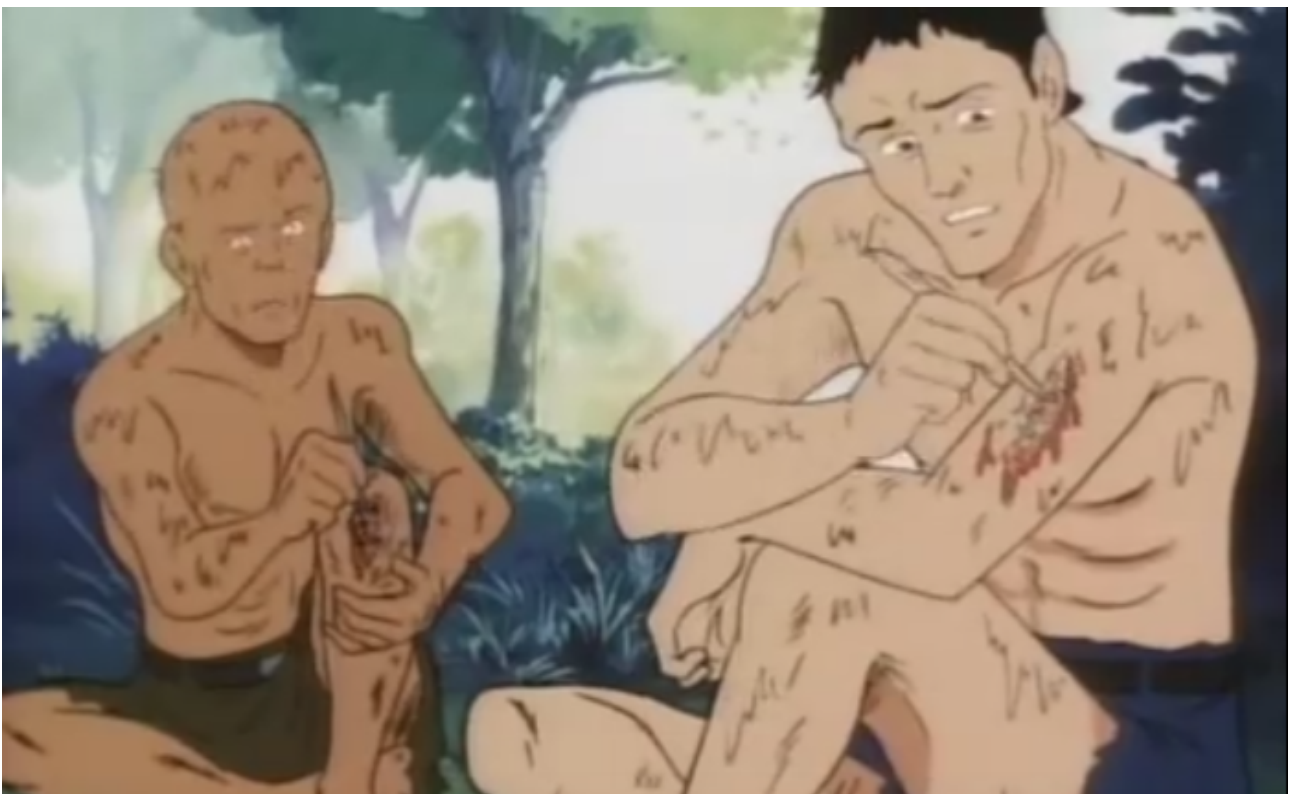
El efecto de la radiación en personas a que se han irradiado mucha cantidad son inmediatamente náuseas y debilitamiento, o desvanecimiento, inmediatamente pueden sentir un sabor amargo, metálico o salado, este último por la transformación del uranio en Yodo etc etc. El recuento de glóbulos rojos baja

padecen síndrome de inmunodeficiencia.



A la par su organismo no es capaz de hacer frente a bacterias.

Y empiezan desarrollarse bacterias en la piel, ya que no poseen anticuerpos de ningún tipo, ya sea por la radiación por las quemaduras, han dejado de tener defensas, apareciendo focos de gusanos blancos en heridas.



Forma y tamaño:



Las grandes dosis de radiación que absorvieron los soldados provocó en ellos sensación de frío cuando hacia un día caluroso, y también provocó que no se enteraran de la secreción de fluidos corporales mezclados con sangre por el recto mientras trabajaban, cuando estos eran avisados de que tenían el trasero del pantalón manchado de sangre, también observaban pequeñas zonas sin pelo (se lo podían arrancar), se les caía muy rápidamente, e inmediatamente después vomitaban sangre hasta que morían por hemorragias.

Otros que no absorvieron tanta radiación solo se quedaron calvos y en otros casos les volvió a crecer con el tiempo el pelo.

En cuanto a las deformaciones, durante el proceso de adquirir la radiación y durante el parto, o transmitidas a través del embrión, o heredadas genéticamente.

Existen nacimientos en Hiroshima con las siguientes características:



Por tanto las deformaciones en alteracion de cromosomas por inalacion de radiactividad, se dan en el proceso de crecimiento y el de no crecimiento, tambien en el desarrollo de embrion dentro de la madre, y lo mas perturbador, que se transmite en el codigo genetico, pudiendo afectar a toda la generacion. Es decir, si alguien posee esta cualidad, al transmitir el semen, o por parte de la mujer al engendrar el embrion, transmitira unos cromosomas defectuosos con los que se reproduciran malformaciones u otro tipo de deficiencias en futuros partos aunque ya esté libre de radiacion, puesto que su codigo genetico está defectuoso. Normalmente a veces no aparecen a la primera generacion o tienen que pasar generaciones hasta que se manifiesten, es decir, la madre puede tener a una hija sana, pero le transmitirá unos cromosomas defectuosos, ello implica que con su mismo codigo genetico (la hija sana) puede trasmitir deformaciones a un futuro ser humano a traves de la gestacion del feto, aunque no hallan sido expuestos a la radiacion.

Se puede decir que la radiacion es un gran disruptor genético y portanto disruptor endocrino en el codigo del genoma humano.

Los efectos biológicos de una exposición a la radiación que más preocupan al público son un posible de daño genético y el cáncer. Los estudios científicos han mostrado que estos efectos son poco probables y aparecen varios años después de ocurrida la exposición. En el caso de daño genético en seres humanos, no se ha demostrado ningún caso de enfermedad hereditaria causada por una exposición a la radiación. Por el contrario, en casos de cáncer se ha comprobado la aparición de ciertos tipos de esta enfermedad, algunos años después de la irradiación con dosis altas, superiores a los 100 rads.

Podría pensarse que los efectos tardíos producidos por dosis bajas de radiación son bien conocidos, ya que un gran número de individuos (todos los seres humanos) están expuestos. Sin embargo, los efectos causados por dosis inferiores a 10 rads son imposibles de aislar de las frecuencias espontáneas o de las que son originadas por factores químicos o virales. Esta falta de conocimiento ocasiona que el público reciba una información incompleta, incomprensible, e incluso errada. En ocasiones se llega al extremo de adjudicar el nacimiento de monstruos con tres cabezas y colita de cerdo a una exposición a la radiación, cuando la realidad es que tales seres no han sido jamás observados y sólo son productos de la imaginación. Este capítulo describe la información científica que existe del tema, incluyendo aquella que ha sido obtenida con animales de experimentación.

EFFECTOS GENÉTICOS

Los efectos genéticos de cualquier agente externo que actúe sobre una célula son el producto de las alteraciones (mutaciones) que el agente pueda causar en el ADN de las células reproductivas del individuo, espermatozoides u óvulos. Los descendientes de este individuo son portadores de la mutación y pueden sufrir las consecuencias de ésta e incluso transmitirla a sus propios hijos.

Diversos estudios experimentales que utilizan sistemas biológicos de prueba como bacterias, roedores y cultivos de células humanas, han demostrado que la radiación, las sustancias químicas y los virus, son posibles agentes mutagénicos,

es decir, causantes de mutaciones. Con respecto a las mutaciones reproductivas (mutaciones que ocurren en el óvulo o el espermatozoide), la evidencia científica se limita a los estudios en roedores, en los que se han medido la inducción de muerte fetal, las alteraciones en el color del pelo, en el esqueleto, en la estructura de los ojos y en los cromosomas de la descendencia. Los agentes conocidos capaces de producir estos efectos son algunas sustancias químicas de uso poco frecuente (por ejemplo, el metil-metano-sulfonato) y la radiación. La inducción de estos efectos es tan poco probable que para poderlos cuantificar, se requiere exponer a miles de animales al agente mutagénico estudiado.

Es evidente que los datos que se tienen de seres humanos expuestos a agentes mutagénicos no son el resultado de experimentos, sino que provienen de los casos de los individuos que han estado expuestos por razones ocupacionales, médicas, de residencia o accidentales. Los datos indican que el grupo humano más numeroso expuesto a altas dosis está formado por los sobrevivientes de los alrededores de las explosiones nucleares ocurridas en Hiroshima y Nagasaki en 1945. Estos 100 000 ciudadanos japoneses han sido evaluados a lo largo de los 44 años posteriores a su exposición a la radiación (rayos gamma y neutrones), tratando de establecer la relación dosis-respuesta correspondiente.

La dosis recibida por cada sobreviviente ha sido estimada a partir de la distancia que mediaba entre el individuo y el epicentro de la explosión. Las dosis máximas que recibieron estos individuos son de 122 rems aproximadamente (22 rads de rayos gamma y 10 rads de neutrones). Dosis mayores se produjeron en las zonas que resultaron totalmente destruidas por la acción mecánica de la explosión, donde no hubo sobrevivientes. El daño genético en la primera generación se ha determinado estudiando a los hijos de los sobrevivientes, comparándolos con las observaciones en poblaciones similares ("testigos") no expuestas a las explosiones. Los resultados de estos estudios *no han mostrado diferencias* en las frecuencias de alteraciones genéticas entre ambas poblaciones.

Esta falta de evidencia en humanos no es totalmente inesperada ya que es muy difícil establecer relaciones causa-efecto a través de dos generaciones. Se requerirían efectos muy específicos, no causados por ningún otro agente, para poder establecer, sin lugar a duda, la correlación entre la causa y el efecto. Por ejemplo, si altas dosis de radiación causaran que los niños nacieran con dos narices, sería fácil identificar a la radiación como responsable de la mutación correspondiente. Sin embargo, la radiación solamente incrementa la frecuencia de mutaciones que se dan naturalmente en la población humana, y como este incremento es pequeño, su identificación es muy difícil.

Este es el caso del síndrome de Down (llamado popularmente mongolismo), una enfermedad genética producida por una mutación en los cromosomas de uno de los padres. Estudios epidemiológicos muestran que la frecuencia natural del síndrome de Down que es la enfermedad cromosómica más frecuente, es de 1 en 600 nacimientos, es decir que, en promedio, uno de cada 600 niños que nacen sufre la enfermedad. Esto no quiere decir que si en un hospital han nacido 599 niños sanos, el próximo tendrá que padecer este síntoma, sino que al considerar un gran número de nacimientos, por ejemplo 600 mil, lo más probable será que cerca de mil de ellos sufran la enfermedad. Y decimos "cerca" porque de 600 mil nacimientos puede haber 970 niños enfermos, o 1 025. Estas fluctuaciones son típicas de los estudios estadísticos.

Los estudios en la población japonesa irradiada encontraron tres casos de síndrome de Down entre 5 579 nacimientos en madres que habían estado expuestas a la radiación, mientras que de 9 440 nacimientos en japonesas no expuestas, 12 sufrían la enfermedad. De estos datos se puede calcular que el grupo irradiado presentó una frecuencia de un caso con síndrome de Down por cada 1 860 nacimientos, mientras que en el grupo testigo la frecuencia fue de 1 en 787. Estos datos se podrían interpretar erróneamente y sugerir que la radiación protege a la población del síndrome de Down. La explicación científica de esta aparente paradoja es que el número de casos estudiado es muy pequeño para poder extraer información precisa. Este problema de estadística se presenta en *todos* los estudios de poblaciones humanas expuestas y, se origina, en la baja

probabilidad del efecto buscado.

Teniendo en cuenta lo que hasta ahora se ha mencionado y la posibilidad de que la radiación pudiera inducir un daño genético en la especie humana que permanezca en las generaciones futuras, los estudios experimentales se realizan evaluando los efectos genéticos, producto de la exposición a diversas dosis de radiación en grandes poblaciones de roedores y monos, principalmente. Debemos señalar que hay diferencias notorias entre los efectos observados de una especie animal a otra y que la extrapolación de datos animales al ser humano se basa en suposiciones generalmente inciertas, ya que hay diferencias importantes en el tamaño del cuerpo, en la composición de los tejidos y en el metabolismo.

Para proteger a la población humana del posible daño genético reproductivo causado por una exposición a la radiación, sería necesario conocer cuantitativamente y con precisión el riesgo genético. Esto quiere decir, saber cuántos niños nacen con alteraciones genéticas después de que sus padres se han expuesto a una dosis conocida. Tal como lo hemos indicado, esta información no existe, por lo que estas estimaciones de riesgo se han obtenido de los experimentos con animales. Los valores calculados, y que son los que utilizan los organismos internacionales de protección radiológica, dicen que: si una población humana fuera irradiada durante 30 años (una generación) con un total de 1 rem, en cada millón de nacimientos habría entre 10 y 20 niños con alteraciones genéticas debidas a la radiación. En esta misma población nacerán 30 000 niños con desórdenes genéticos espontáneos, cuya causa es desconocida. Estos valores indican que la frecuencia natural (o basal) de enfermedades genéticas en el ser humano es del 3%, y que una exposición a 1 rem de radiación la hace aumentar al 3.002%. Esta cantidad de radiación (1 rem) es la dosis promedio que se recibiría en 30 años debido a los usos de la radiación producida por el ser humano (véase la figura 4).

Creemos necesario destacar que, si bien de los números puede concluirse que el riesgo reproductivo asociado a la exposición a la radiación es muy pequeño, el sufrimiento que acompaña a cada niño nacido con un defecto genético puede ser muy elevado. Toda exposición innecesaria a la radiación, o a cualquier otro factor

mutagénico, debe ser evitada.

EFFECTOS DIRECTOS SOBRE EL EMBRIÓN

Si una mujer embarazada se expone a la radiación existe una probabilidad relativamente alta de causar serios daños al embrión que podrían llevarlo hasta la muerte y, subsecuentemente, ocasionar un aborto, o bien la aparición de malformaciones en el recién nacido (efecto llamado teratogénesis). Los estudios con animales han demostrado que la radiación produce disminución en el tamaño de la cabeza (microcefalia) y alteraciones en la formación del esqueleto del ser irradiado *in utero*. Los estudios en aquellos sobrevivientes que se encontraban *in utero* durante las explosiones de Hiroshima y Nagasaki han mostrado que tienen menor estatura, alcanzan un peso menor y sus diámetros cefálicos son inferiores a los del grupo testigo no irradiado.

Se sabe con certeza que el embrión es más sensible a los efectos teratogénicos de los virus, de algunas sustancias químicas y de la radiación, durante ciertas etapas de su desarrollo uterino. Había 22 individuos que se encontraban antes de su 18^a semana de gestación al ser irradiados en las cercanías de Hiroshima y Nagasaki. De ellos, 13 nacieron con microcefalia y 8 sufrieron retraso mental. La dosis estimada en todos estos casos fue superior a los 150 rems. Para dosis inferiores a 50 rems no se encontraron malformaciones en el grupo estudiado.

Los estudios con animales muestran que dosis tan bajas como de unos pocos rems durante etapas críticas del desarrollo embrionario pueden causar malformaciones. Ante esto, y suponiendo que los seres humanos tenemos la misma sensibilidad a la radiación que los roedores, las autoridades internacionales encargadas de la protección radiológica han recomendado específicamente que la mujer embarazada evite toda exposición innecesaria a la radiación. Si una radiografía es indispensable, deberá asegurarse que el feto reciba la mínima radiación posible usando un delantal protector de plomo. Las mujeres en edad de procrear deben tomar las precauciones necesarias para no exponerse durante las primeras semanas de un posible embarazo. Para esto, la recomendación es posponer todo examen

radiográfico hasta los 10 días que siguen a la próxima menstruación, periodo en que existe la mayor probabilidad de no encontrarse embarazada.

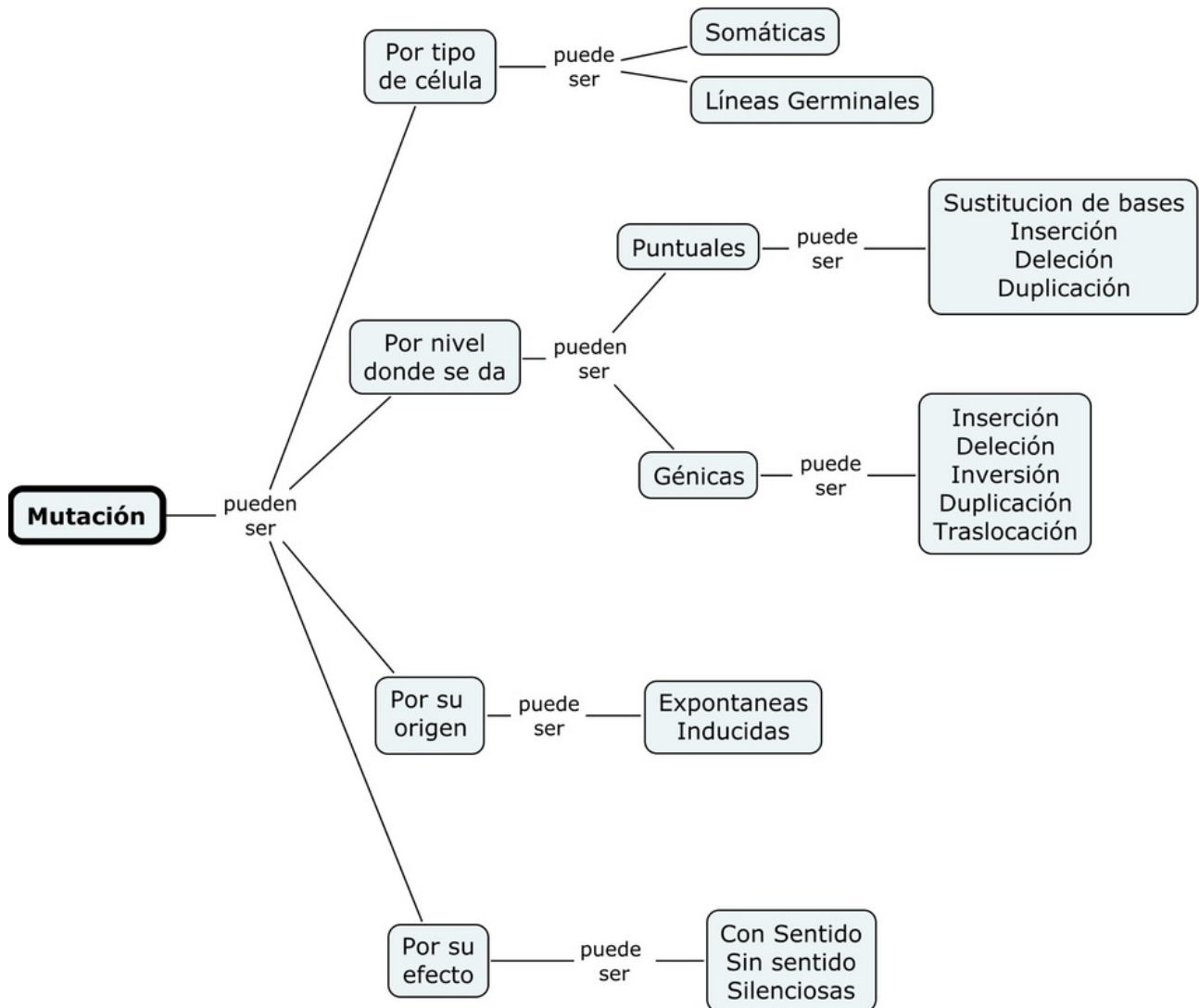
CÁNCER

El cáncer es una enfermedad que altera la división normal de las células, por lo que se producen tumores. El crecimiento descontrolado del tumor altera el funcionamiento normal del órgano en que se encuentra y puede causar la aparición de nuevos tumores en otros órganos. El factor causal del cáncer no es conocido, sin embargo, la evidencia científica indica que la producción de mutaciones en el ADN de las células desempeña un papel importante en su inicio. Como vimos en el capítulo IV, los virus, algunas sustancias químicas y la radiación ionizante, son agentes capaces de producir mutaciones.

El cáncer ocupa un lugar muy importante entre las causas de enfermedad y muerte en nuestro siglo. En México, de las 360 000 muertes que ocurren cada año, se reporta que 35 000 se deben a algún tipo de cáncer. Estos datos estadísticos indican que la probabilidad natural de muerte por cáncer en México es aproximadamente del 10 por ciento.

Altas dosis de radiación, superiores a 100 rems, pueden producir cáncer. Este efecto está bien comprobado. En el cuadro 2 se encuentra una lista de algunos de los estudios que han demostrado la asociación entre la exposición a altas dosis de radiación y el cáncer. La mayoría de estos casos ocurrieron antes que se conociera la capacidad carcinogénica de la radiación, pues actualmente ya no se realizan estas actividades o bien se encuentran reguladas por organismos de seguridad radiológica.

MUTACIONES



Por tipo de célula:

Depende del tipo de célula en la que ocurre la mutación.

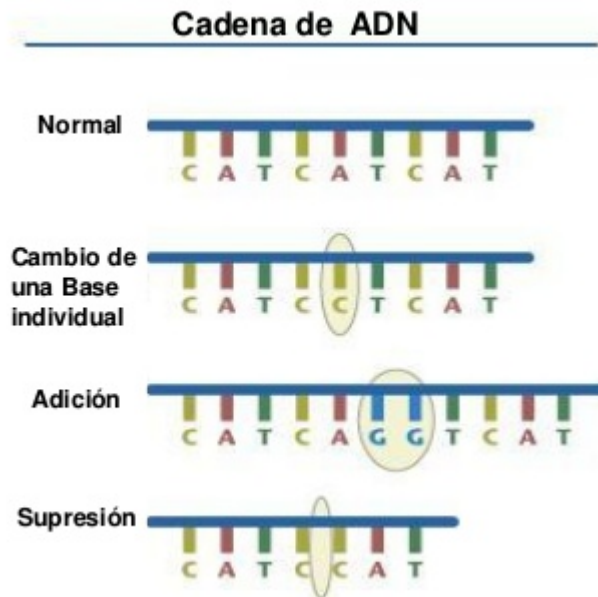
Somáticas: Esta mutación se presenta en cualquier célula de algún tejido del cuerpo y no son heredables.

Células de la línea germinal: Cuando las células sexuales (espermatozoides u óvulos) sufren mutaciones que se heredan, esta mutación afectará incluso las células somáticas del nuevo individuo.

Por nivel en que se realiza

El cambio ocurre en el nivel de bases nitrogenadas (A, C, T, G), de genes o de cromosomas.

-**Puntuales:** Cuando el cambio se presenta en un par de bases en un gen.



***Sustitución de bases:** Si el reemplazo de bases es erróneo. Por ejemplo entre (A-G) o (T-G), esta mutación se denomina de transición. El cambio entre (A-C) o (T-G) se llama transversión.

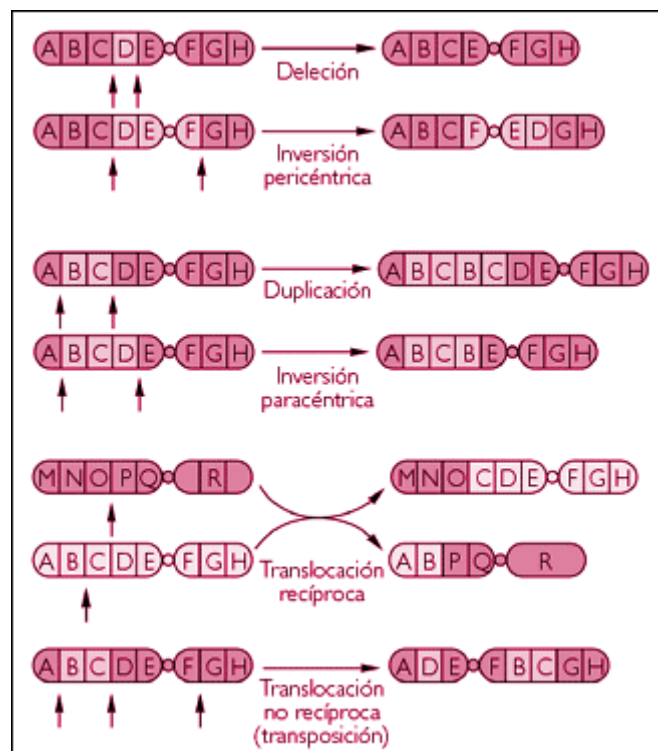
***Inserción o adición:** Se presenta cuando se añade una base entre un par de bases originales.

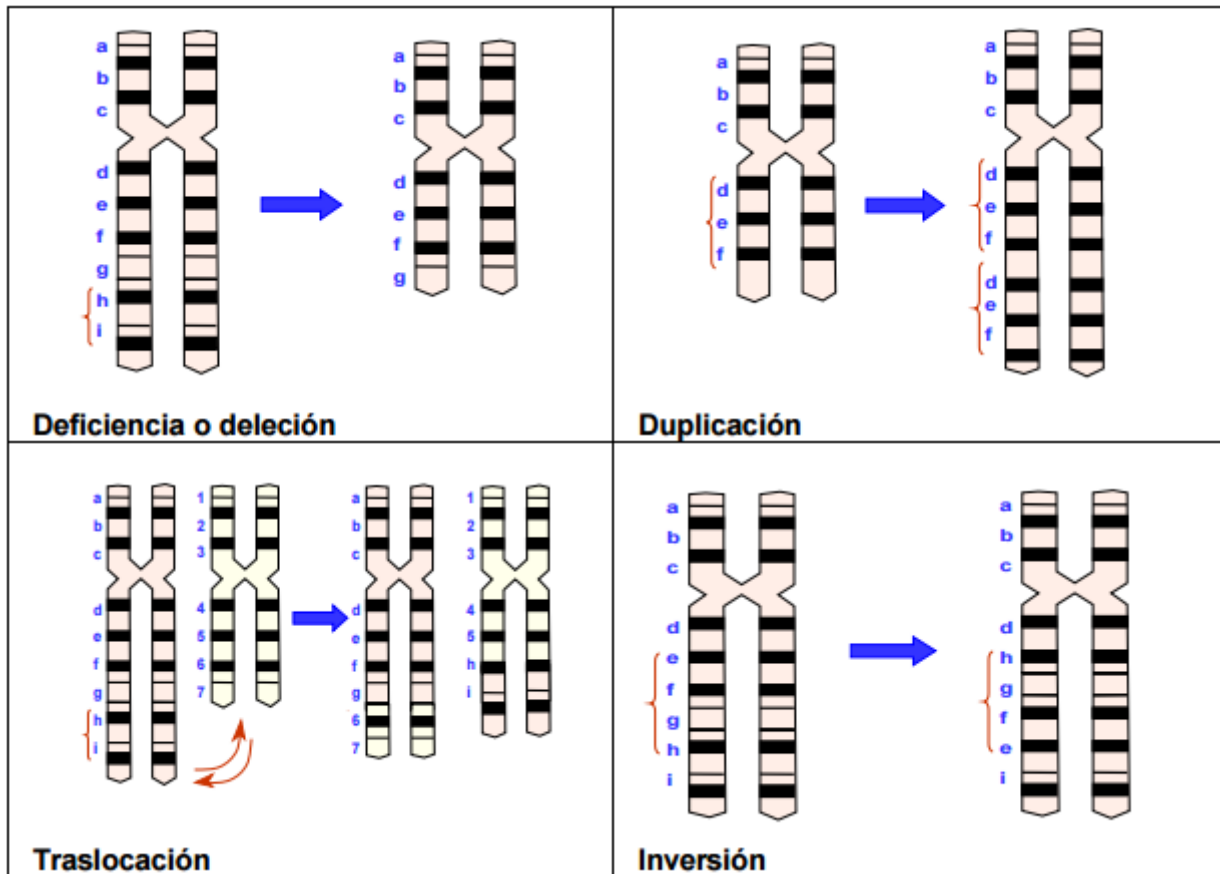
***Deleción o supresión:** Ocurre cuando se pierde una base nitrogenada.

***Duplicación:** Sucede cuando una base se duplica y quedan dos bases iguales juntas que no estaba en la secuencia original.

-Genicas: El daño se manifiesta en los genes.

TIPO DE MUTACIÓN	CONSECUENCIAS
SIN MUTACIÓN	ADN: GAT GGT CGT CAG ACG TCT TGT ARNm: CUA CCA GCA GUC UGC AGA ACA Proteína: Leu Pro Ala Val Cys Arg Thr Símil lingüístico: dos por dos son más que uno
TRANSICIÓN	ADN: GAT GGT CGT CGG ACG TCT TGT ARNm: CUA CCA GCA GCC UGC AGA ACA Proteína: Leu Pro Ala Ala Cys Arg Thr Símil lingüístico: dos por dos sen más que uno
TRANSVERSIÓN	ADN: GAT GGT CGT CCG ACG TCT TGT ARNm: CUA CCA GCA GGC UGC AGA ACA Proteína: Leu Pro Ala Gly Cys Arg Thr Símil lingüístico: dos por dos sin más que uno
INSERCIÓN	ADN: GAT GGT CGT TCA GAC GTC TTG T ARNm: CUA CCA GCA AGU CUG CAG AAC A Proteína: Leu Pro Ala Ser Leu Gln Asn Símil lingüístico: dos por dos sso nmá squ eun o
DELECIÓN	ADN: GAT GGT CGT CAG ACT CTT GT ARNm: CUA CCA GCA GUC UGA GAA CA Proteína: Leu Pro Ala Val Stop Símil lingüístico: dos por dos son





*Inserción: Se añade un gen dentro de un cromosoma.

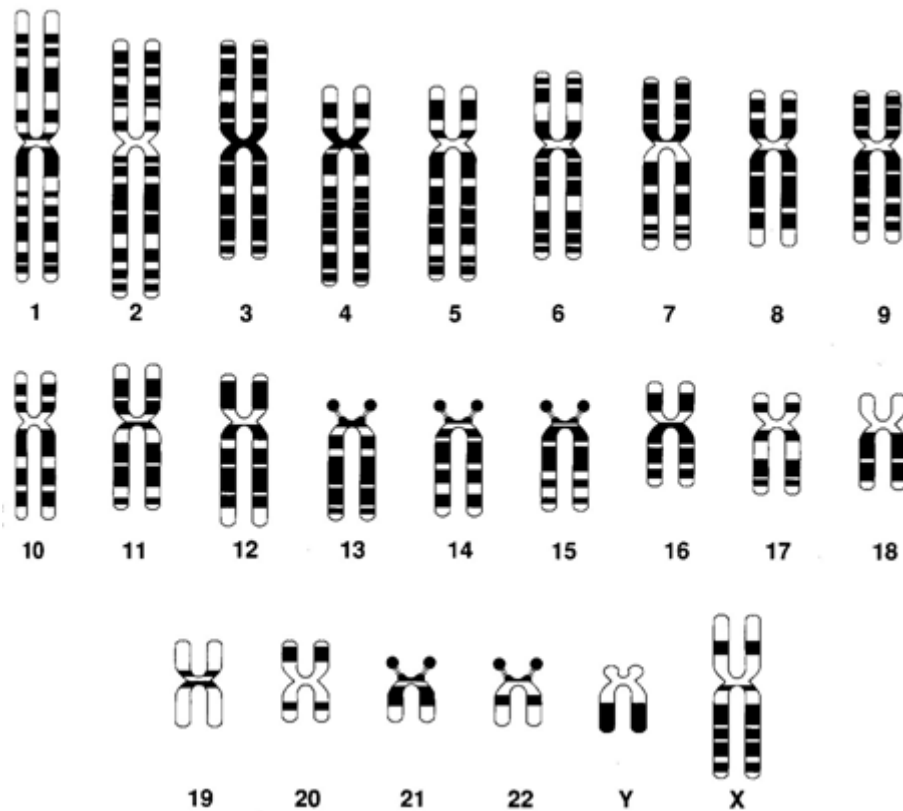
*Deleción: Se pierde un gen

*Inversión: Un gen cambia de lugar dentro del mismo cromosoma

*Duplicación: Se duplica un gen

*Traslación: Un gen de un cromosoma se pasa al extremo de otro cromosoma.

-**Cromosómicas:** Mutación que ocurre en los cromosomas, ya sea por la pérdida o aumento de uno, incluso de un fragmento de ellos. Son visibles al microscopio. También son conocidas como aberraciones cromosómicas.



***Aumento de cromosomas:** Se incrementa el número de cromosomas, principalmente los sexuales.

***Pérdida de cromosomas:** Se pierde un gen.

***Pérdida de una fragmentación de un cromosoma:** Se pierde un extremo del cromosoma.

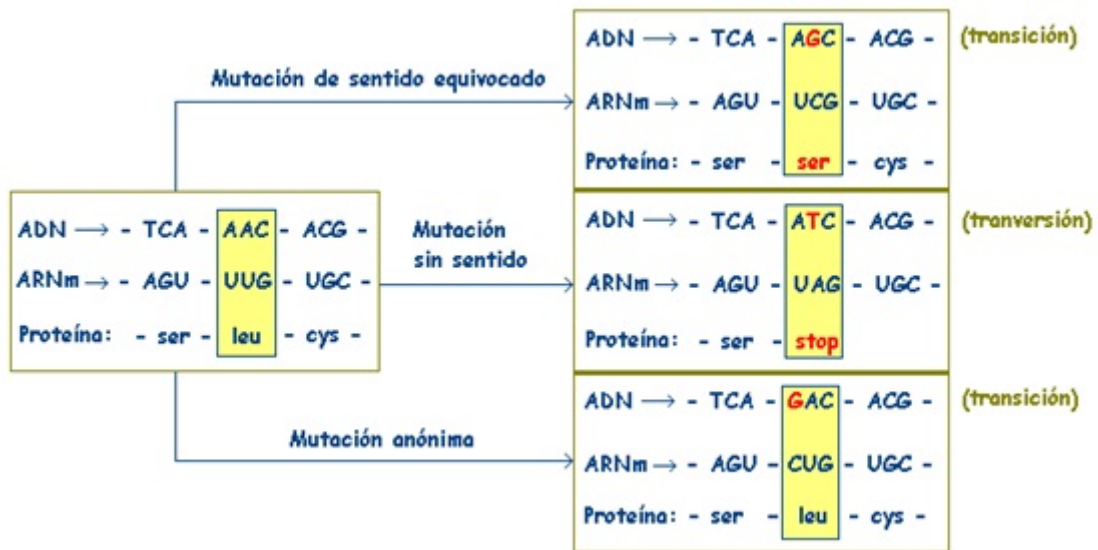
Por su origen

Si la mutación tuvo una causa física, química o se dio de manera natural.

Espontáneas: Si no hay una causa clara de la mutación, es decir sin razón justificada.

Inducidas: Ocasionadas por factores físico-químicos llamados mutágenos.

Por su efecto



Con sentido: Altera un codón y produce una proteína modificada que no funciona adecuadamente. Sus efectos son visibles en el fenotipo.

Sin sentido: El cambio ocasiona un codón de paro ocasionando que la proteína sea de tamaño menor y también su función.

Silenciosa: Se produce cuando una base se cambia per el codón es el mismo. No son visibles en el fenotipo.

-Los efectos visuales de dichas mutaciones no se van a poner en este trabajo-.

Otros efectos indirectos Generalizados a causa de una bomba atómica:

A-fragmentos y objetos convertidos en proyectiles que causan heridas penetrantes.

-Generalmente los cristales de las ventanas y todo tipo de objetos afilados a gran velocidad

B- Impacto contra objetos sólidos cuando la persona es lanzada por la onda explosiva.

C- Inhalación de humo y materiales tóxicos. Inflamación y lluvia radiación gamma

E- Aplastamiento por estructuras que se derrumban. A consecuencia onda de choque





*Otro efecto es la lluvia negra:





Generalmente acontecida por la nube radioactiva lluvia

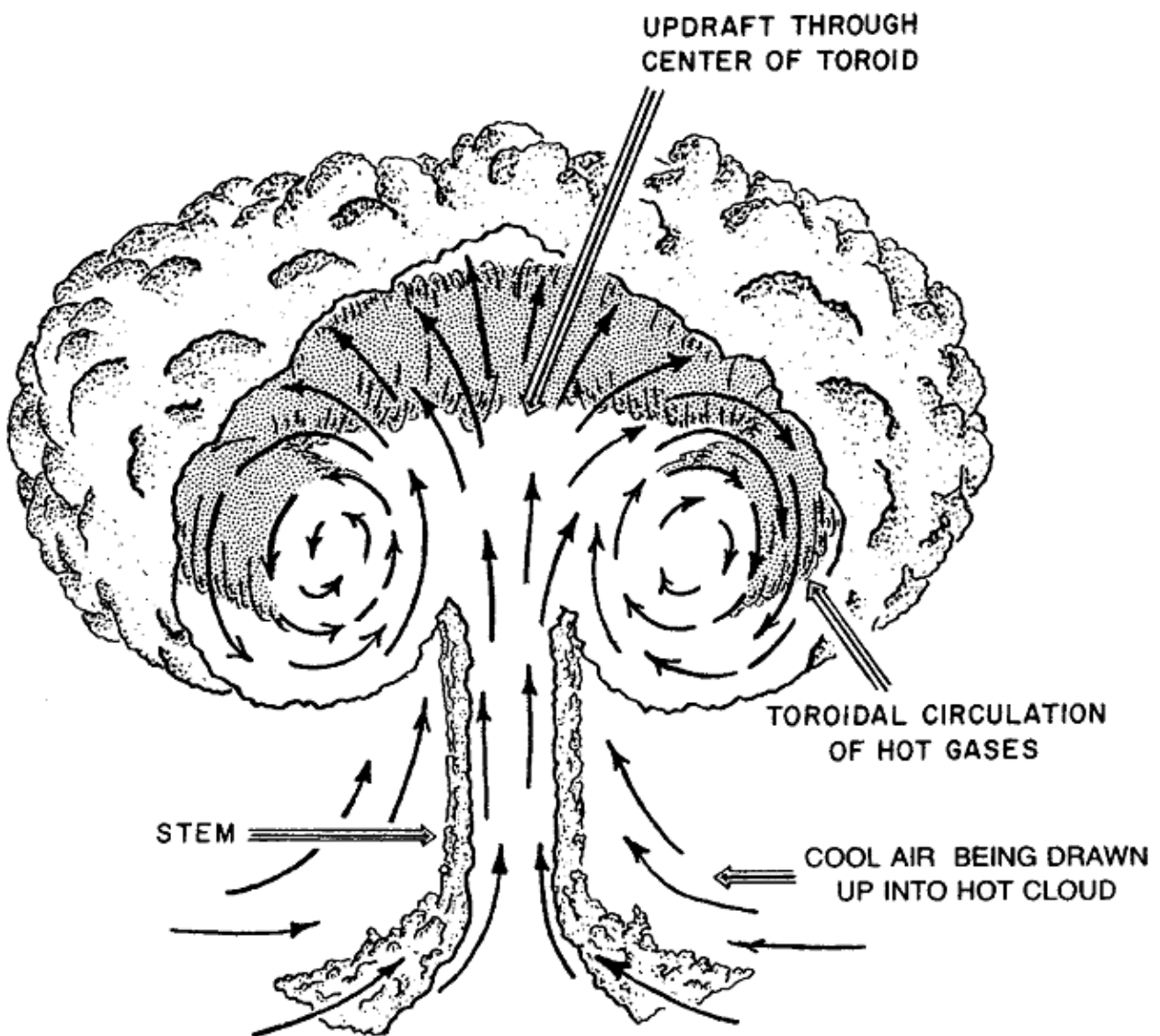


Figure 2.07a. Cutaway showing artist's conception of toroidal circulation within the radioactive cloud from a nuclear explosion.

4. -PUNTO OPTIMO DE FUNCIONAMIENTO-

A continuacion se expondra una tabla donde viene recogida para diferentes potencias de detonacion, el radio de la bola de fuego formado tanto detonado en aire como en superficie expresada como la variable (Radio BF), tambien hay otra variable solo disponible en la bomba detonada en aire que se llama Altitud minima de la Bola de fuego (Alt.min BF), esta variable sirve para saber la altitud minima para maximizar los daños que ocurren en dicha bola de fuego, es decir, la altitud optima para maximizar los daños por carbonizacion de la superficie.

En cuanto a la bomba detonada en superficie, (logicamente no hay altitud optima de funcionamiento) en cambio si aparecen los radios hasta los que se produce los efectos , tales variables como de (Radio +20psi) y (Radio+5psi) de sobrepresion, y tambien el radio de quemaduras de 3° grado como (Radio 3° grado).

En cuanto a los radios de accion de sobrepresion y quemaduras, estos seran mayores en bombas detonadas en el aire. Y las Alturas optimas para maximizar los efectos a +20psi y +5psi, representadas como variables (Alt opt +20psi) (Alt opt +5psi).

4.1 -POTENCIA 0-200 KILOTONES-

Se recogen en tabla a continuacion para potencias de 10 a 200kilotones, los radios y las alturas se expresan en metros:

Luego tambien se recogen una serie de graficas en funcion de la potencia de las bombas en (kt) y la distancia, tanto en Altura como Radios, respetando el código de colores para cada una de las variables, y el código de (lineas continuas) que son las detonadas en aire, y las (discontinuas) detonadas en tierra.

10 kt - 200kt

Energia	AIRE (linea continua)							TIERRA (linea discontinua)			
Kilotones	Radio BF	Alt.min BF	Radio +20psi	Alt Opt +20psi	Radio +5psi	Alt Opt +5psi	Radio 3º grado	Radio BF	Radio +20psi	Radio +5psi	Radio 3º grado
10	150	140	610	390	1500	670	1670	200	470	990	1410
15	180	160	700	450	1720	770	2000	230	540	1130	1680
20	200	180	770	490	1890	850	2270	260	590	1240	1910
25	220	200	820	530	2030	910	2510	290	640	1340	2110
30	240	210	880	570	2160	970	2720	310	680	1420	2290
35	250	230	920	600	2280	1020	2910	330	710	1500	2450
40	270	240	960	620	2380	1070	3080	350	740	1570	2600
45	280	250	1000	650	2480	1110	3250	360	770	1630	2740
50	290	260	1040	670	2560	1150	3400	380	800	1690	2870
55	300	270	1070	690	2650	1190	3550	390	830	1740	3000
60	310	280	1100	710	2720	1220	3690	410	850	1790	3110
65	320	290	1130	730	2800	1260	3820	420	880	1840	3230
70	330	300	1160	750	2870	1290	3950	430	900	1890	3330
75	340	310	1190	770	2930	1320	4070	450	920	1930	3440
80	350	320	1220	780	3000	1350	4180	460	940	1970	3540
85	360	320	1240	800	3060	1370	4300	470	960	2010	3630
90	370	330	1260	820	3120	1400	4410	480	980	2050	3730
95	380	340	1290	830	3180	1420	4510	490	990	2090	3820
100	380	350	1310	840	3230	1450	4620	500	1010	2120	3900
105	390	350	1330	860	3280	1470	4710	510	1030	2160	3990
110	400	360	1350	870	3330	1500	4810	520	1040	2190	4070
120	410	370	1390	900	3430	1540	5000	540	1070	2260	4230
130	430	380	1430	920	3530	1580	5180	560	1100	2320	4380
140	440	400	1460	940	3610	1620	5350	570	1130	2380	4530
150	450	410	1500	970	3700	1660	5510	590	1160	2430	4670
160	460	420	1530	990	3780	1700	5670	600	1180	2490	4800
170	480	430	1560	1010	3860	1730	5820	620	1210	2540	4930
180	490	440	1590	1030	3930	1760	5970	630	1230	2580	5060
190	500	450	1620	1050	4000	1800	6110	650	1250	2630	5180
200	510	460	1650	1060	4070	1830	6250	660	1270	2680	5300

Tabla de graficos con las funciones y la leyenda

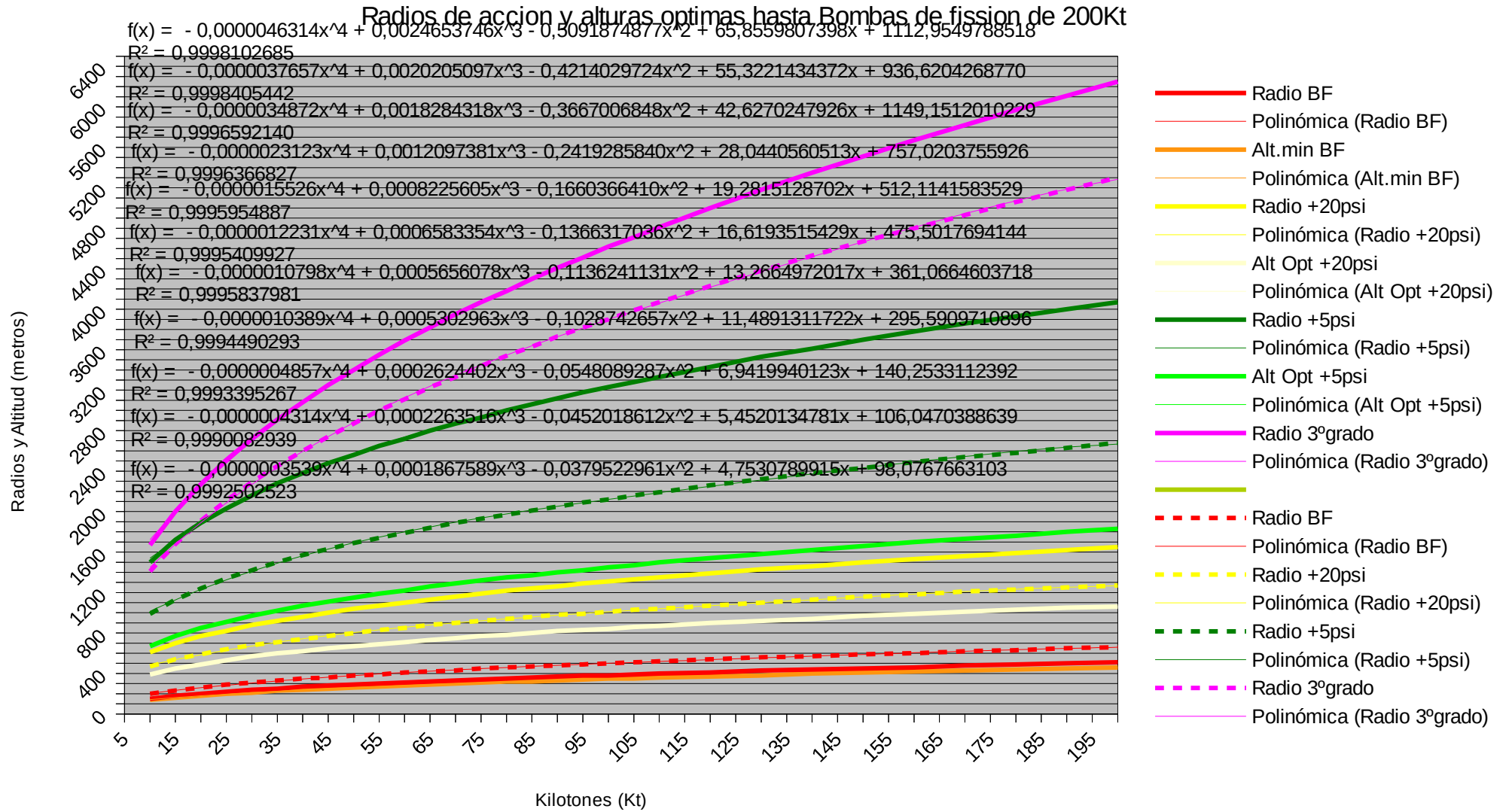
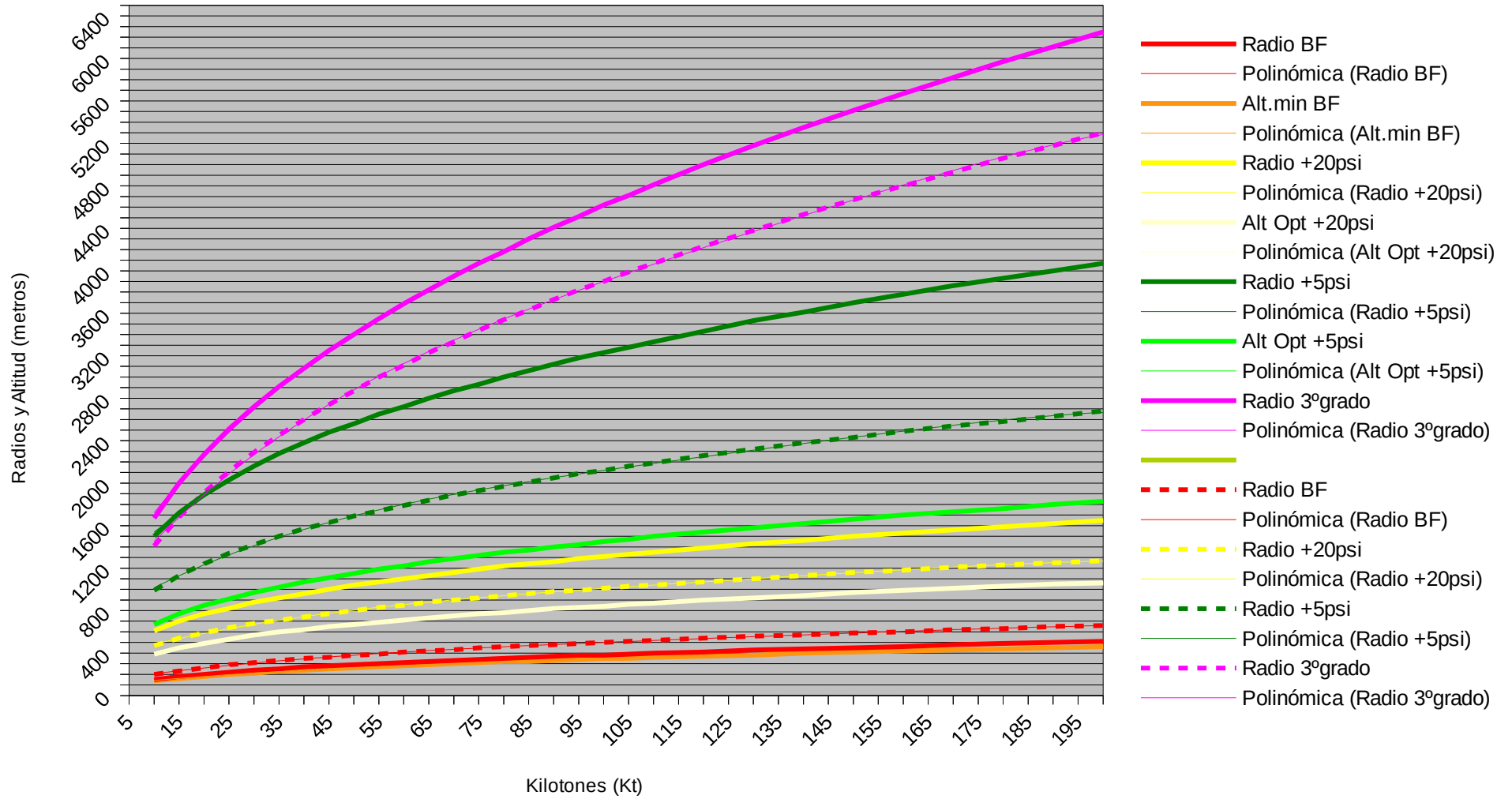
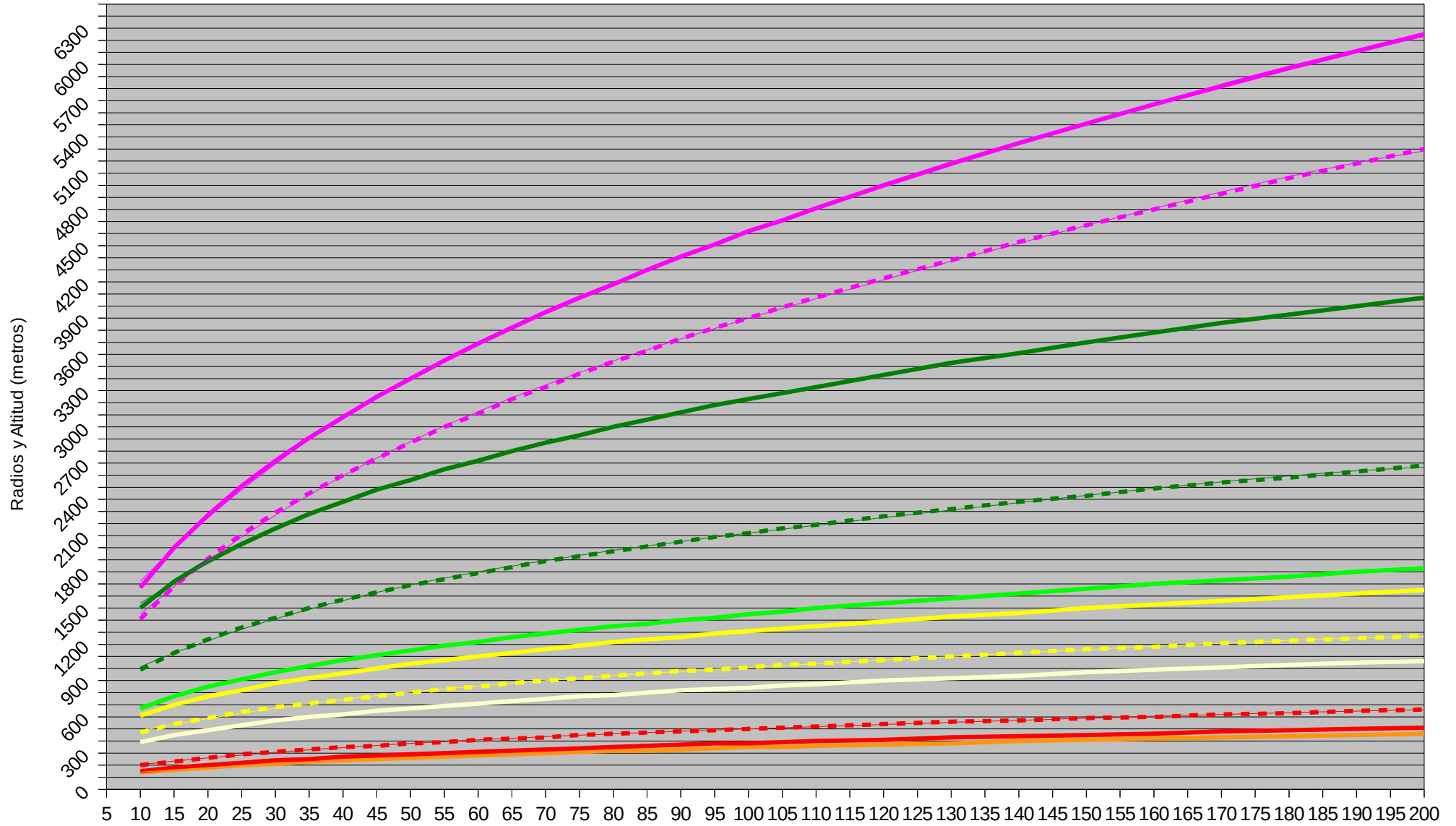


Tabla de graficos sin las funciones y con leyenda

Radios de accion y alturas optimas hasta Bombas de fission de 200Kt

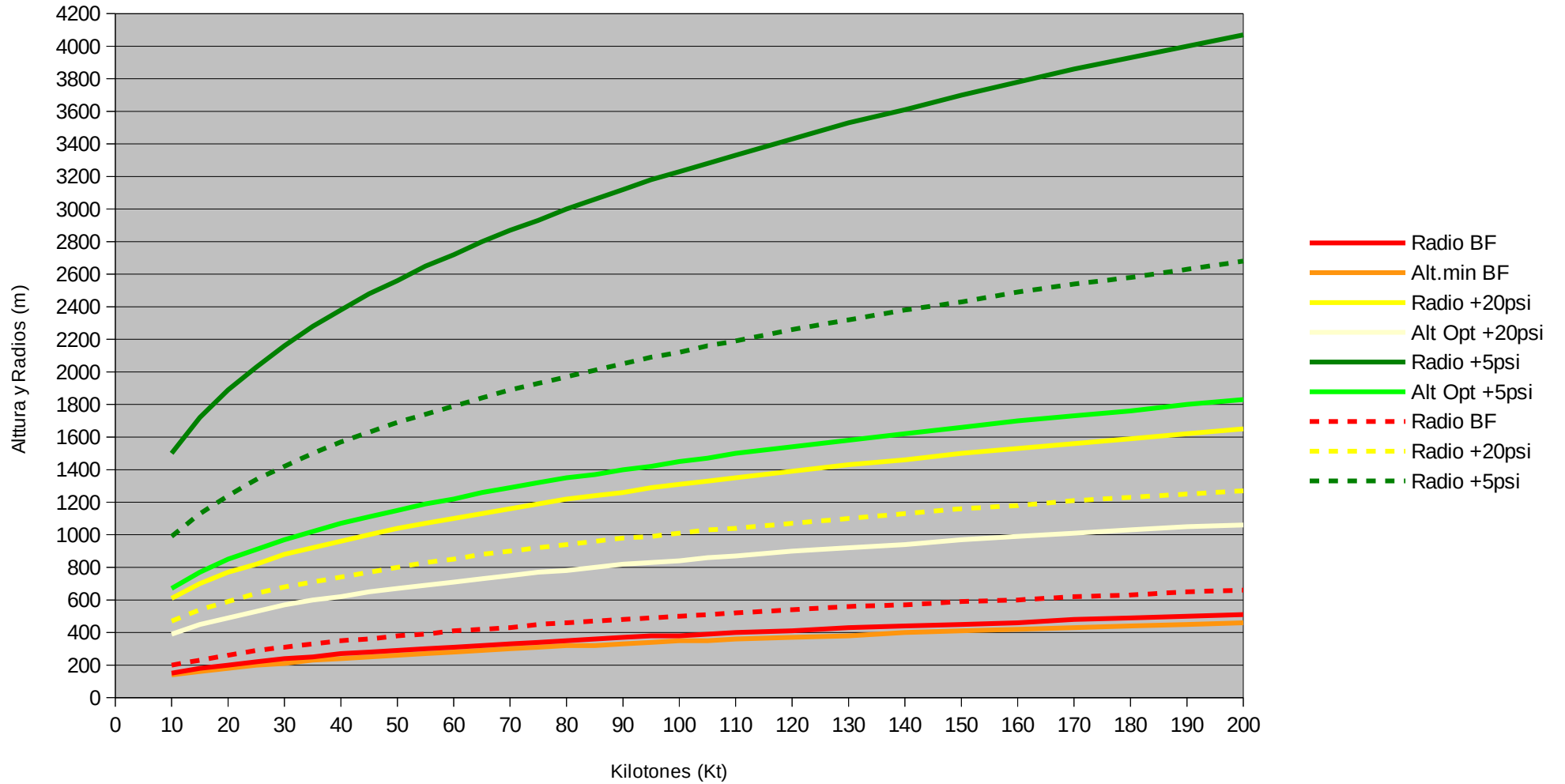


Radios de accion y alturas optimas hasta Bombas de fission de 200Kt



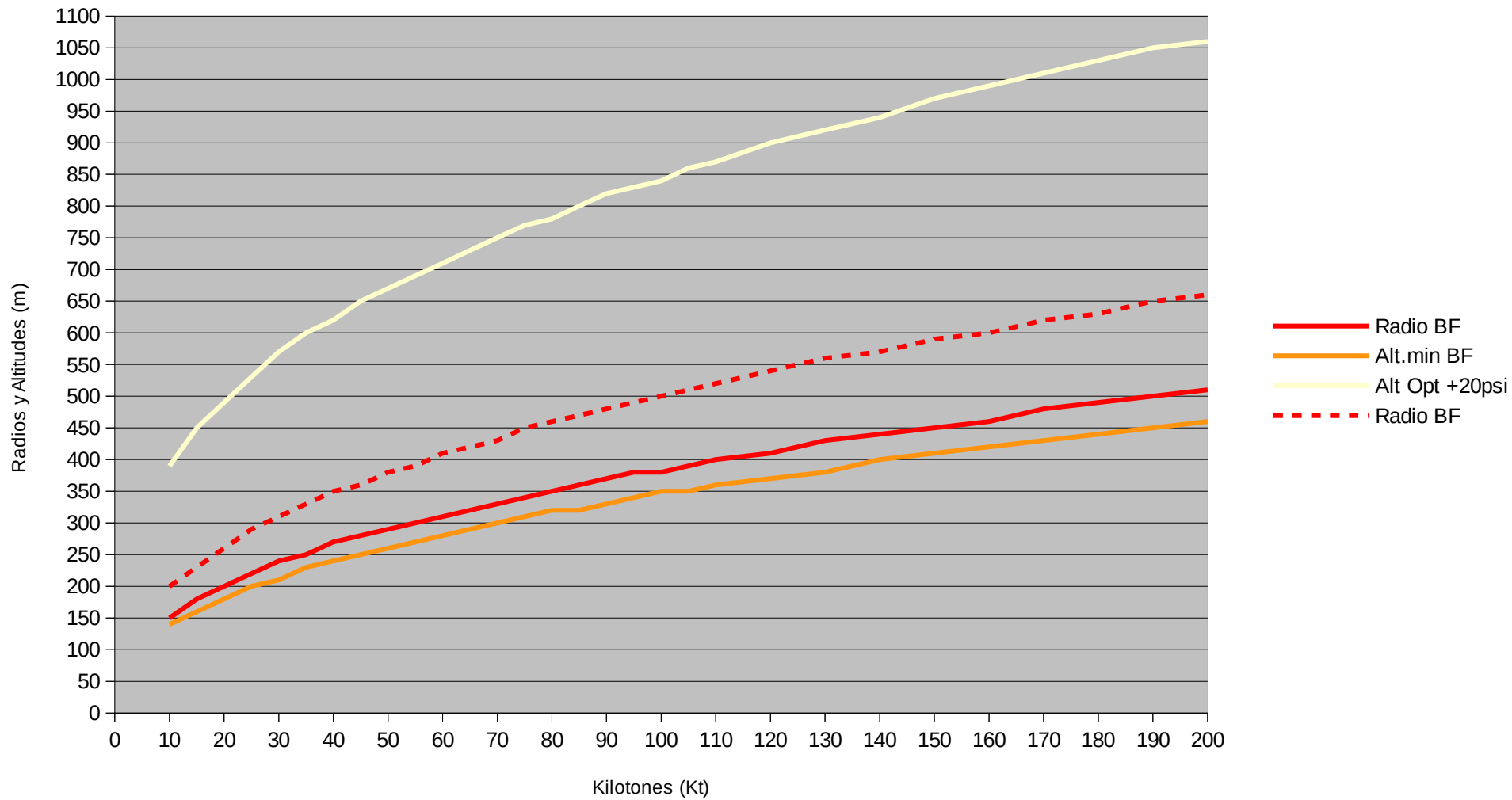
Quitamos las quemaduras de 3° grado para ver la forma, un poco mas precisa y mejor de las otras variables.

Radios y alturas de funcionamiento hasta bombas de 200Kt



Solo presente los Radios y altitudes de la Bola de fuego, y la altitud optima operativa para sobrepresiones de 20 psi.

Radios y Alturas para bombas de hasta 200Kt



ECUACIONES: En $f(x)$ x =Kilotones

*DETONACION EN TIERRA:

$$\text{Radio BF} = -0,0000004857 x^4 + 0,0002624402 x^3 - 0,0548089287 x^2 + 6,9419940123 x + 140,2533112392$$

Con un error de 100-99, 93395267%

$$\text{Radio 20 psi} = -0,0000010798 x^4 + 0,0005656078 x^3 - 0,1136241131 x^2 + 13,2664972017 x + 361,0664603718$$

Con un error de 100-99, 95837981%

$$\text{Radio 5 psi} = -0,0000023123 x^4 + 0,0012097381 x^3 - 0,2419285840 x^2 + 28,0440560513 x + 757,0203755926$$

Con un error de 100-99, 96366827%

$$\text{Radio 3 }^\circ\text{gr} = -0,0000037657 x^4 + 0,0020205097 x^3 - 0,4214029724 x^2 + 55,3221434372 x + 936,6204268770$$

Con un error de 100-99, 98405442%

*DETONACION EN AIRE:

Las Alturas de detonacion son las optimas para maximizar todos los efectos radio.

$$\text{Radio BF} = -0,0000004314 x^4 + 0,0002263516 x^3 - 0,0452018612 x^2 + 5,4520134781 x + 106,0470388639$$

Con un error de 100-99, 90082939%

$$\text{Radio 20 psi} = -0,0000012231 x^4 + 0,0006583354 x^3 - 0,1366317036 x^2 + 16,6193515429 x + 475,5017694144$$

Con un error de 100-99, 95409927%

$$\text{Radio 5 psi} = -0,0000034872 x^4 + 0,0018284318 x^3 - 0,3667006848 x^2 + 42,6270247926 x + 1149,1512010229$$

Con un error de 100-99, 96592140%

$$\text{Radio 3 }^\circ\text{gr} = -0,0000046314 x^4 + 0,0024653746 x^3 - 0,5091874877 x^2 + 65,8559807398 x + 1112,9549788518$$

Con un error de 100-99, 98102685%

*ALTURAS OPTIMAS

Altura mínima para maximos daños por volatilizacion. (Eliminacion de patógenos)

$$Alt .min BF = -0,0000003539x^4 + 0,0001867589x^3 - 0,0379522961x^2 + 4,7530789915x + 98,0767663103$$

Con un error de 100-99,92502523%

Altitud optima para maximizar los daños ocasionados para una sobrepresion de 20ps

$$Alt .Opt 20 psi = -0,0000010389x^4 + 0,0005302963x^3 - 0,1028742657x^2 + 11,4891311722x + 295,5909710896$$

Con un error de 100-99,94490293%

Altitud optima para maximizar los daños ocasionados para una sobrepresion de 5psi

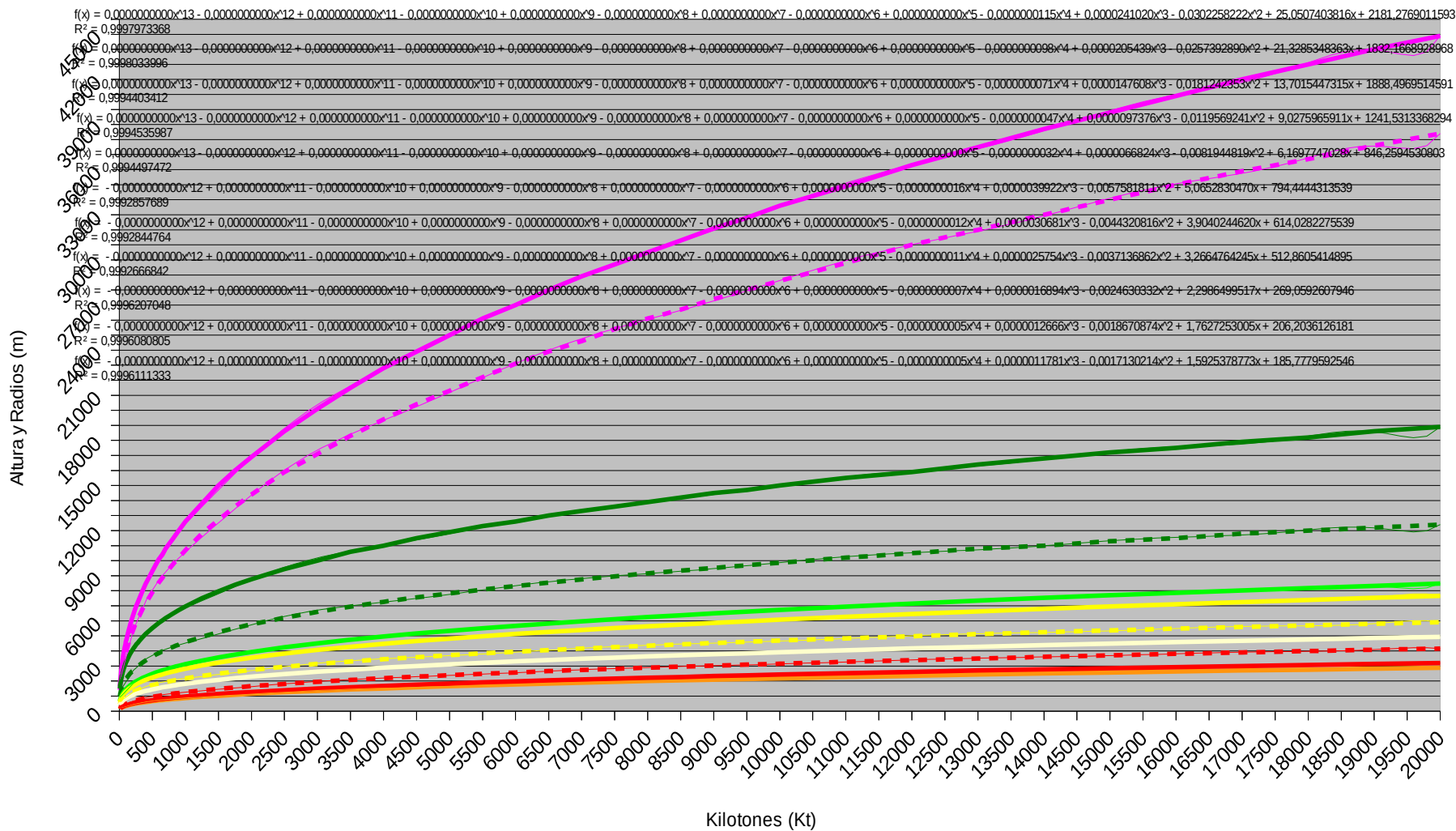
$$Alt .Opt 5 psi = -0,0000015526x^4 + 0,0008225605x^3 - 0,1660366410x^2 + 19,2815128702x + 512,1141583529$$

Con un error de 100-99,95954887%

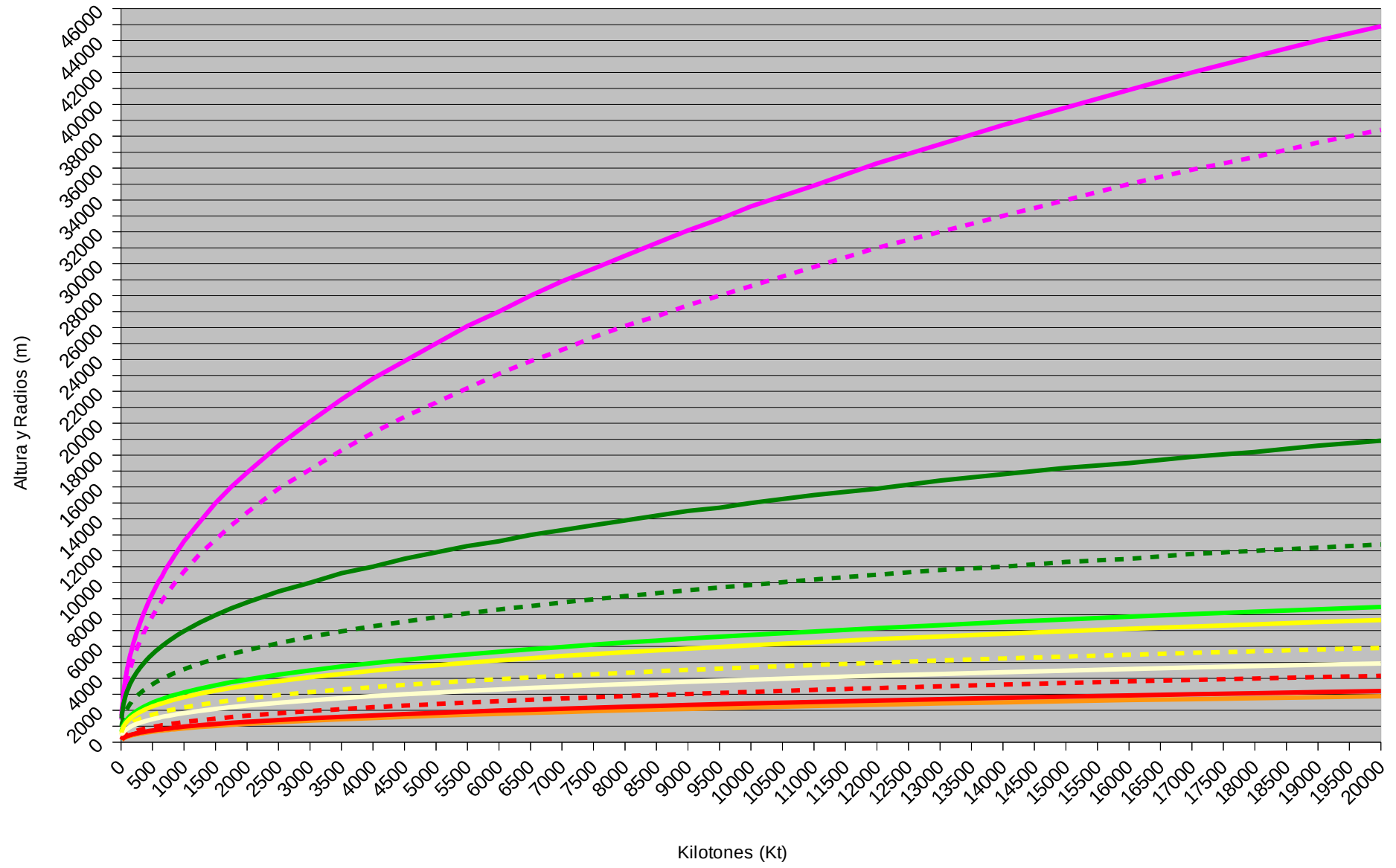
4.2 -POTENCIA 0,2-20 MEGANOTES-

Energia Kilotones	AIRE (línea continua)							TIERRA (línea discontinua)			
	Radio BF	Alt. min BF	Radio +20psi	Alt Opt +20psi	Radio +5psi	Alt Opt +5psi	Radio 3º grado	Radio BF	Radio +20psi	Radio +5psi	Radio 3º grado
200	510	460	1650	1060	4070	1830	6250	660	1270	2680	5300
220	530	470	1700	1100	4200	1890	6520	690	1310	2760	5520
240	550	490	1750	1130	4320	1940	6770	710	1350	2850	5740
260	560	510	1800	1160	4440	1990	7010	730	1390	2920	5940
280	580	520	1850	1190	4550	2040	7240	750	1420	3000	6140
300	600	540	1890	1220	4660	2090	7460	780	1460	3060	6330
350	630	570	1990	1280	4900	2200	7980	830	1530	3230	6770
400	670	600	2080	1340	5130	2300	8460	870	1600	3370	7170
450	700	630	2160	1390	5330	2390	8900	910	1670	3510	7550
500	730	660	2240	1440	5520	2480	9320	950	1730	3630	7910
550	760	680	2310	1490	5700	2560	9710	990	1780	3750	8240
600	790	710	2380	1530	5870	2630	10100	1020	1840	3860	8560
650	810	730	2440	1580	6030	2700	10400	1060	1890	3970	8860
700	840	750	2500	1620	6180	2770	10800	1090	1930	4060	9150
750	860	770	2560	1650	6320	2840	11100	1120	1980	4160	9430
800	880	800	2620	1690	6460	2900	11400	1150	2020	4250	9700
850	910	810	2670	1720	6590	2960	11700	1180	2060	4340	9960
900	930	830	2720	1760	6720	3010	12000	1200	2100	4420	10200
1000	970	870	2820	1820	6960	3120	12600	1260	2180	4580	10700
1250	1060	950	3040	1960	7500	3360	13800	1370	2340	4930	11800
1500	1140	1020	3230	2080	7970	3570	15000	1480	2490	5240	12700
1750	1210	1090	3400	2190	8390	3760	16000	1570	2620	5520	13600
2000	1270	1150	3550	2290	8770	3930	16900	1660	2740	5770	14400
2500	1390	1250	3830	2470	9450	4240	18600	1810	2950	6210	15900
3000	1500	1350	4070	2620	10000	4500	20100	1950	3140	6600	17100
3500	1590	1440	4280	2760	10600	4740	21500	2070	3300	6950	18300
4000	1680	1510	4480	2890	11000	4960	22800	2190	3450	7270	19400
4500	1760	1590	4660	3000	11500	5160	23900	2290	3590	7560	20400
5000	1840	1660	4820	3110	11900	5340	25000	2390	3720	7830	21300
5500	1910	1720	4980	3210	12300	5510	26100	2480	3840	8080	22200
6000	1980	1780	5130	3310	12600	5670	27000	2570	3950	8320	23100
6500	2040	1840	5260	3400	13000	5830	28000	2660	4060	8540	23900
7000	2100	1890	5400	3480	13300	5970	28900	2740	4160	8760	24600
7500	2160	1950	5520	3560	13600	6110	29700	2810	4260	8960	25400
8000	2220	2000	5640	3640	13900	6250	30500	2890	4350	9160	26100
8500	2270	2050	5760	3710	14200	6370	31300	2960	4440	9340	26700
9000	2330	2090	5870	3790	14500	6500	32100	3020	4530	9520	27400
9500	2380	2140	5970	3850	14700	6610	32800	3090	4610	9700	28000
10000	2430	2180	6080	3920	15000	6730	33600	3150	4690	9860	28600
11000	2520	2270	6270	4050	15500	6940	34900	3280	4840	10200	29800
12000	2610	2350	6460	4170	15900	7150	36300	3390	4980	10500	31000
13000	2700	2430	6630	4280	16400	7340	37500	3500	5120	10800	32000
14000	2780	2500	6800	4390	16800	7530	38700	3610	5250	11000	33000
15000	2850	2570	6960	4490	17200	7700	39800	3710	5370	11300	34000
16000	2930	2640	7110	4590	17500	7870	40900	3810	5480	11500	35000
17000	3000	2700	7250	4680	17900	8030	42000	3900	5600	11800	35900
18000	3070	2760	7390	4770	18200	8180	43000	3990	5700	12000	36700
19000	3140	2820	7530	4860	18600	8330	44000	4080	5810	12200	37600
20000	3200	2880	7660	4940	18900	8480	44900	4160	5910	12400	38400

Alturas optimas y radios

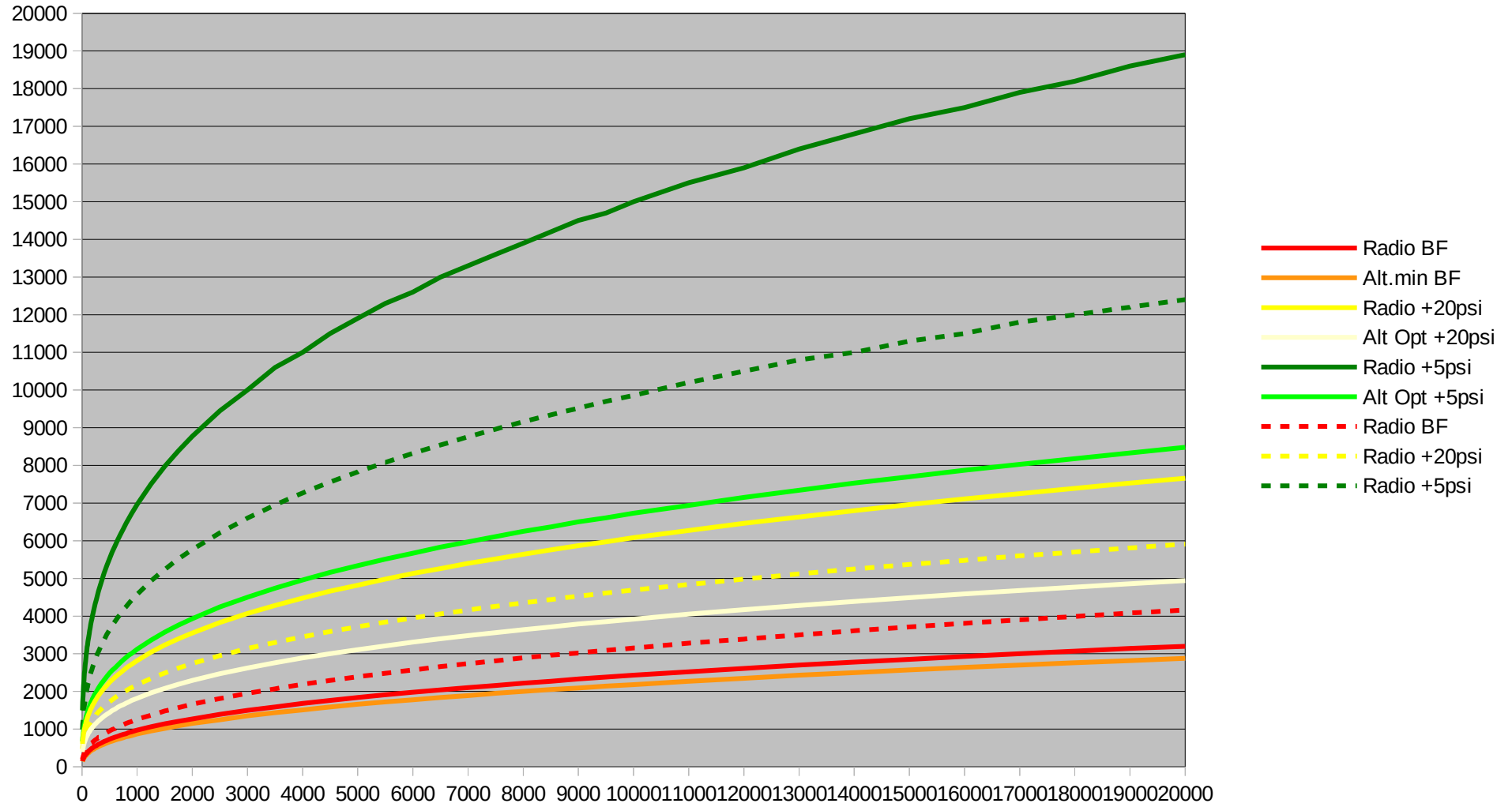


Alturas optimas y radios hasta bombas de 20 Megatones

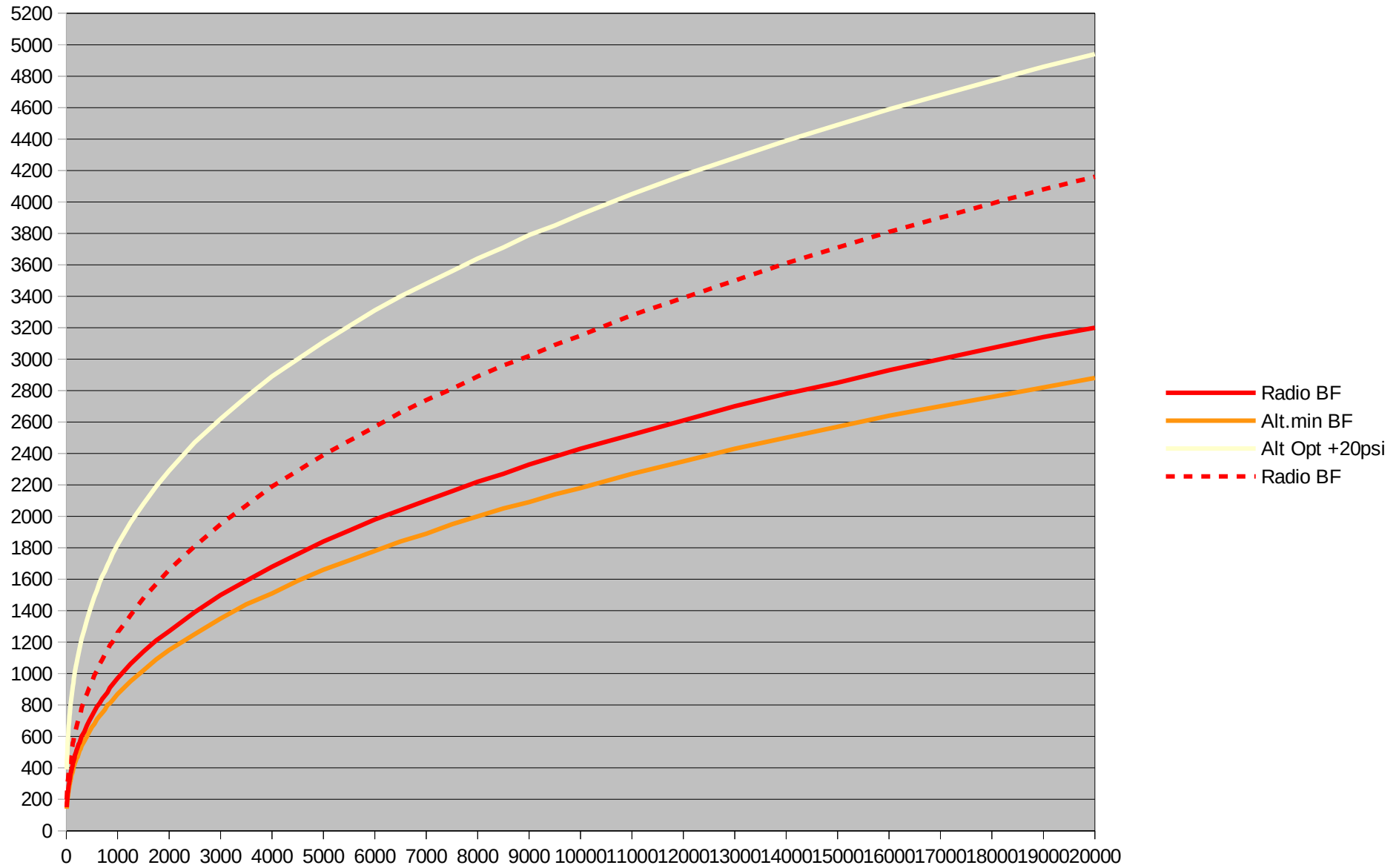


Quitamos las quemaduras de 3° grado para ver la forma, un poco mas precisa y mejor de las otras variables.

Alturas optimas y radios en bombas de hasta 20Megatones



Solo presente los Radios y altitudes de la Bola de fuego, y la altitud optima operativa para sobrepresiones de 20 psi.



ECUACIONES: En $f(x)$ x =Kilotones

*DETONACION EN TIERRA:

$$\text{Radio BF} = -7 \cdot 10^{-10} x^4 + 1,6894 \cdot 10^{-6} x^3 - 0,0024630332 x^2 + 2,2986499517 x + 269,0592607946$$

--Con un error de 100-99,96207%

$$\text{Radio 20 psi} = -1,2 \cdot 10^{-9} x^4 + 3,0681 \cdot 10^{-6} x^3 - 0,0044320816 x^2 + 3,9040244620 x + 614,0282275539$$

--Con un error de 100-99,92844%

$$\text{Radio 5 psi} = -4,7 \cdot 10^{-9} x^4 + 9,7376 \cdot 10^{-6} x^3 - 0,0119569241 x^2 + 9,0275965911 x + 1241,5313368294$$

Con un error de 100-99,945359%

$$\text{Radio 3 }^\circ\text{gr} = -9,8 \cdot 10^{-9} x^4 + 2,05439 \cdot 10^{-5} x^3 - 0,0257392890 x^2 + 21,3285348363 x + 1832,1668928968$$

Con un error de 100-99,98405442%

*DETONACION EN AIRE:

Las Alturas de detonacion son las optimas para maximizar todos los efectos radio.

$$\text{Radio BF} = -5 \cdot 10^{-10} x^4 + 1,2666 \cdot 10^{-6} x^3 - 0,0018670874 x^2 + 1,7627253005 x + 206,2036126181$$

Con un error de 100-99,96080%

$$\text{Radio 20 psi} = -1,6 \cdot 10^{-9} x^4 + 3,9922 \cdot 10^{-6} x^3 - 0,0057581811 x^2 + 5,0652830470 x + 794,4444313539$$

Con un error de 100-99,9285%

$$\text{Radio 5 psi} = -7,1 \cdot 10^{-9} x^4 + 1,47608 \cdot 10^{-5} x^3 - 0,0181242353 x^2 + 13,7015447315 x + 1888,4969514591$$

Con un error de 100-99,94403%

$$\text{Radio 3 }^\circ\text{gr} = -1,15 \cdot 10^{-8} x^4 + 2,410202 \cdot 10^{-5} x^3 - 0,0302258222 x^2 + 25,0507403816 x + 2181,2769011593$$

Con un error de 100-99,979733%

*ALTURAS OPTIMAS

Altura mínima para maximos daños por volatilizacion. (Eliminacion de patógenos)

$$Alt .minBF = -5 \cdot 10^{-10} x^4 + 1,1781 \cdot 10^{-6} x^3 - 0,0017130214 x^2 + 1,5925378773 x + 185,7779592546$$

Con un error de 100-99,96111%

Altitud optima para maximizar los daños ocasionados para una sobrepresion de 20ps

$$Alt .Opt 20 psi = -1,1 \cdot 10^{-9} x^4 + 2,5754 \cdot 10^{-6} x^3 - 0,0037136862 x^2 + 3,2664764245 x + 512,8605414895$$

Con un error de 100-99,92666%

Altitud optima para maximizar los daños ocasionados para una sobrepresion de 5psi

$$Alt .Opt 5 psi = -3,2 \cdot 10^{-9} x^4 + 6,6824 \cdot 10^{-6} x^3 - 0,0081944819 x^2 + 6,1697747028 x + 846,2594530803$$

Con un error de 100-99,944974%

5. -ACCIDENTES- (manipulación de la masa crítica)-:

Al rendirse Japón, este núcleo se encontraba en California de camino a Tinian y no llegó a abandonar los Estados Unidos. En vez de eso, lo llevaron a Los Alamos para experimentar con él. Y el primer accidente ocurrió al menos una semana más tarde. El físico Harry Daghlian, de 24 años de edad, estaba trabajando en reflectores neutrónicos con el propósito de reducir la masa crítica necesaria para hacer una bomba atómica (una característica de todas las armas nucleares modernas.) Así pues, empezó a envolverlo con bloques de carburo de wolframio, uno de estos reflectores neutrónicos, para ir tomando medidas de criticidad. A mano, como se hacían las cosas en la época. Richard Feynman dijo de estos experimentos que eran como “hacerle cosquillas a la cola de un dragón dormido” por su extremo peligro, dado que cualquier error podía provocar un grave accidente de criticidad.

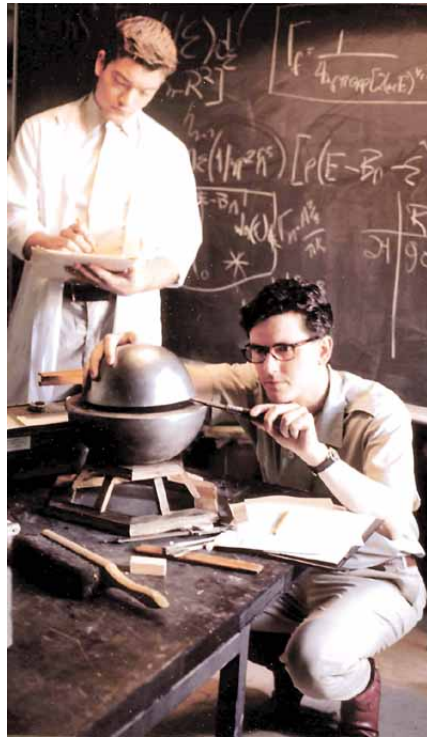






IRM-RMSO: 3771

Cuando Daghlian iba a tapar el conjunto con el último bloque, los detectores neutrónicos le indicaron que aquello estaba a punto de tornarse supercrítico. Vamos, que iba a empezar la reacción en cadena. Fue a apartarlo... y se le resbaló de la mano, cayendo directamente sobre el núcleo. Al instante, éste se volvió casi crítico, iniciando así un accidente de criticidad con fuerte emisión de radiación neutrónica.



En vez de echar a correr, Daghlian intentó quitar el bloque de un manotazo, pero no pudo y se puso a desensamblar el montaje hasta que consiguió detener la reacción. Para entonces, había absorbido varios sieverts de radiación gamma y neutrónica, además de sufrir quemaduras beta. Murió el 15 de septiembre, 25 días después, víctima del síndrome radiactivo agudo. Un vigilante del laboratorio recibió también su dosis, mucho más baja, y pereció 33 años después (a los 62) de leucemia mieloide aguda. Esta es una enfermedad asociada a la radiación, que también sufrieron no pocos supervivientes de Hiroshima y Nagasaki.

Detalle de la mano perjudicada de Daghlian, al intentar quitarlo de un manotazo:



Tras este suceso se establecieron numerosos protocolos de seguridad para trabajar con estos primitivos núcleos apenas subcríticos (tan solo “5 centavos” por debajo del punto de criticidad.) Sin embargo, había otro físico más conocido, llamado Louis Slotin, que era muy bueno en lo suyo pero tenía sus peculiaridades, el hombre. Por un lado parece ser que era pelín chulo y vacilón, con cierto gusto por epatar a quien se le pusiera por medio. Un poco notas, vamos. Por otro lado, una vez terminada la guerra, estaba hasta los mismísimos del Proyecto Manhattan (como muchos otros de sus científicos) y quería volverse a sus estudios en Biofísica. Según sus propias palabras, seguía en el tajo porque “soy uno de los pocos que quedan aquí con experiencia en ensamblar bombas.” Y lo cierto es que había ensamblado Trinity y se le conocía como “el Armero en Jefe de los Estados Unidos” ; el tipo tenía su valía y su prestigio. Así que estaba enseñando a otros a montar las bombas atómicas antes de largarse, si bien, por lo visto, con una cierta actitud de “para lo que me queda en el convento...”

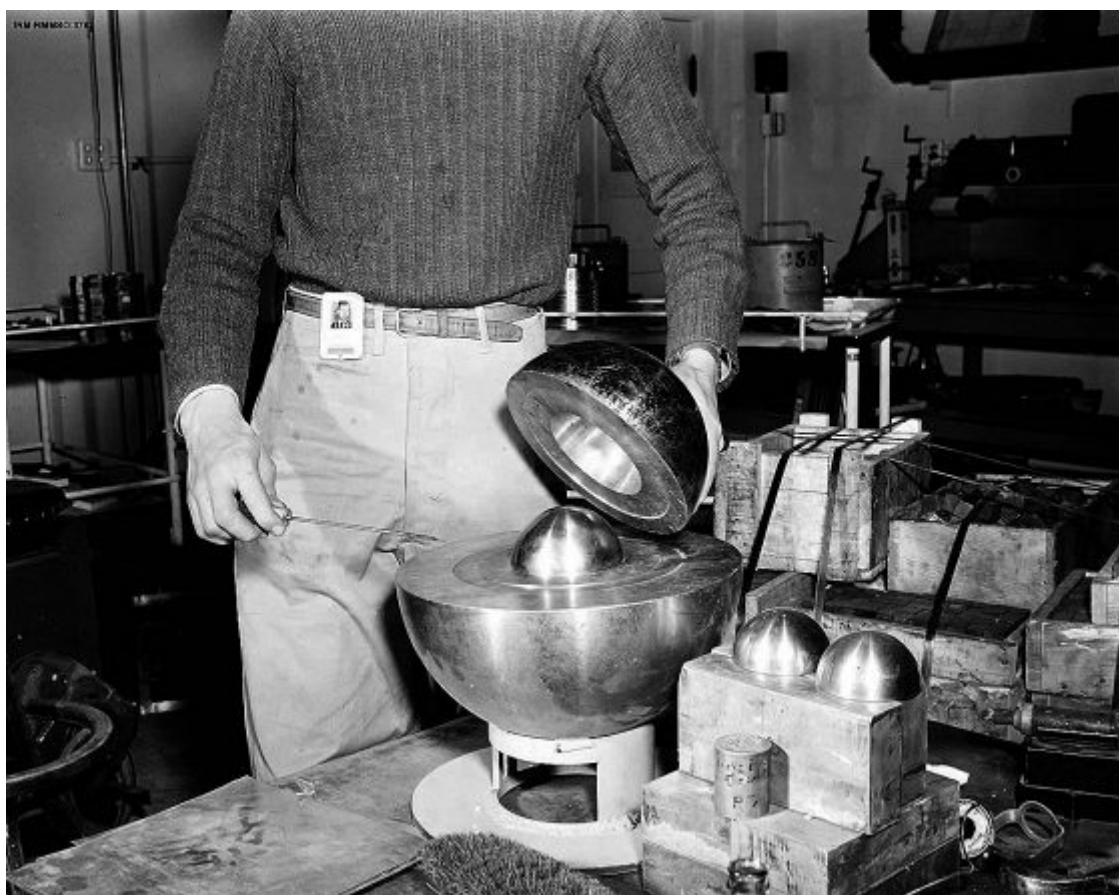


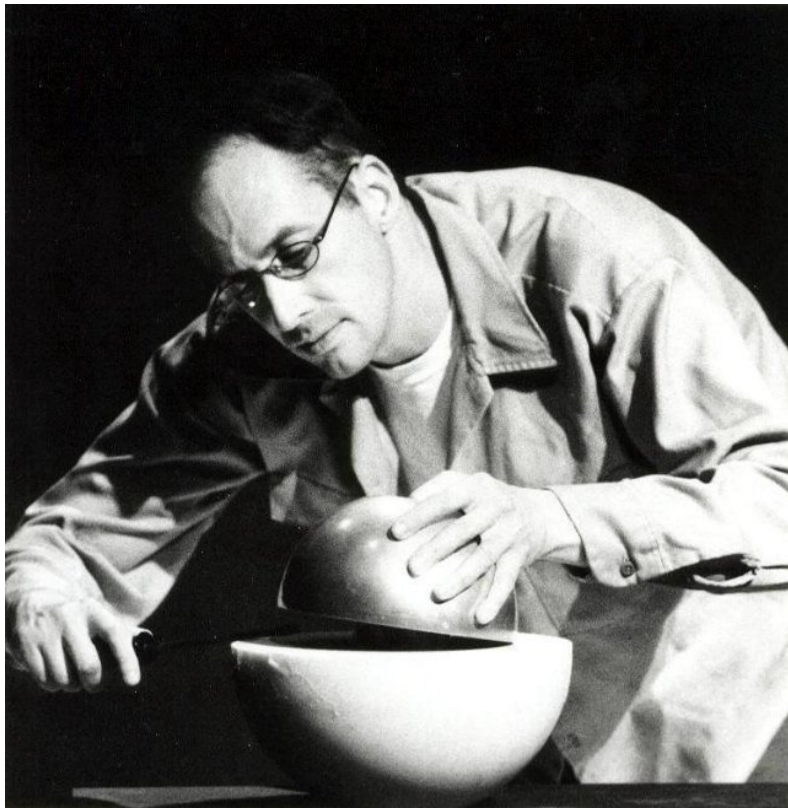
Y así estaban las cosas el 21 de mayo de 1946, cuando Slotin estaba explicando el tema a otros siete técnicos y científicos... utilizando el mismo *núcleo del demonio* que nunca llegó a salir hacia Japón pero ya había matado a un hombre. Y estaba también contándoles lo de la criticidad, ahora ya con dos semiesferas de berilio (que fue el reflector neutrónico definitivo para las siguientes generaciones de armas nucleares.) Sólo que Slotin, con ese carácter y esa actitud, les hizo la *demo* manteniendo separadas las semiesferas de berilio... a mano, con la punta de un destornillador de cabeza plana, en contra de las nuevas normativas de seguridad y de la sensatez en general. Según dicen, no era la primera vez que *le hacía cosquillas a la cola del dragón* con el destornillador de marras.

Historic Manhattan Project Sites at Los Alamos



Slotin accident re-creation





IRM-RMMSO: 3776





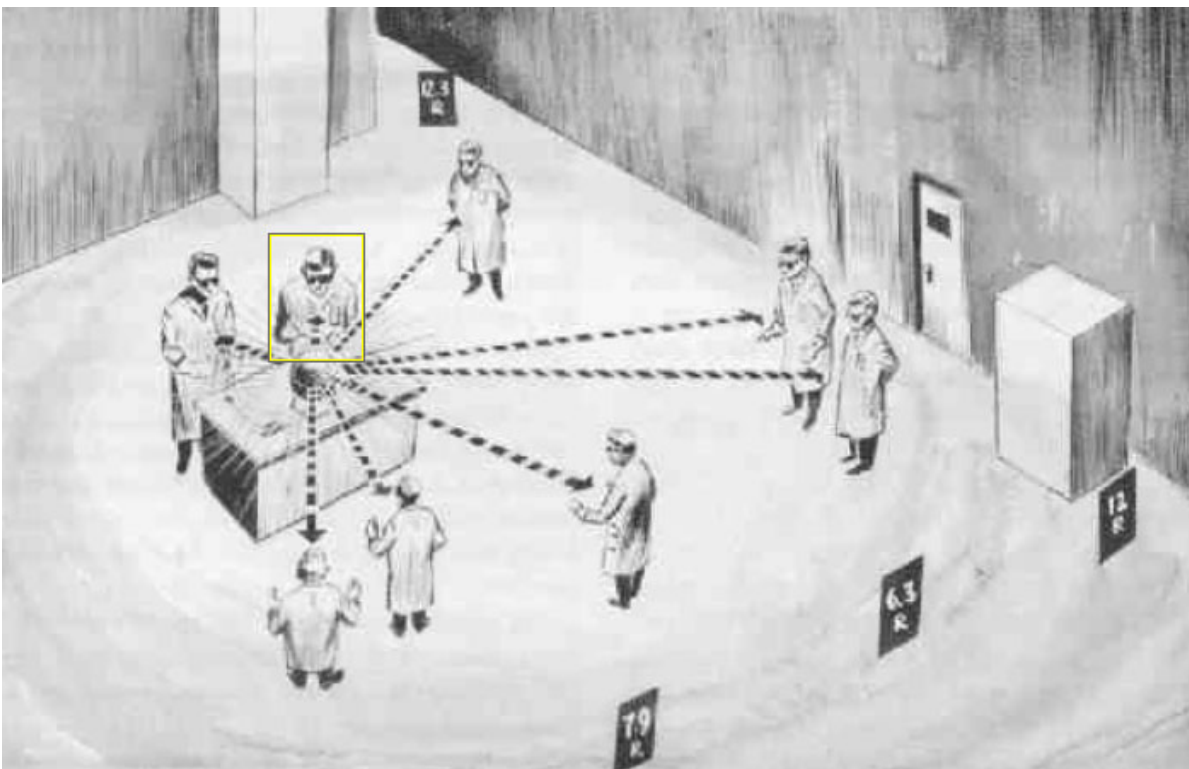
Aquel día a Slotin se le resbaló el destornillador, siendo las 15:20. Las dos semiesferas de berilio se unieron y el *núcleo del demonio* se volvió supercrítico instantáneamente por segunda vez. Hubo un fuerte destello de luz azul, seguramente debido a la ionización del aire al recibir el violento *golpe neutrónico*. Slotin notó un sabor agrio en la boca y una intensa quemazón en su mano izquierda.



(se aprecia en la foto una toalla en el estomago, porque la semiesfera esta a dicha altura. A la altura del estomago. Tambien se aprecia los dedos con los que intento quitar desde la base, la semiesfera de berilio para detener la reaccion.

Aún así, de un tirón, lanzó al suelo la semiesfera superior de berilio, deteniendo la reacción casi al momento. Pero era demasiado tarde. En cuanto escaparon del edificio Slotin ya estaba comenzando a vomitar, puede que por los nervios o por el síndrome radiactivo agudo de los 12 grays de radiación gamma y neutrónica que acababa de comerse en seco. 0 las dos cosas.

Louis Slotin murió muy malamente 9 días después, el 30 de mayo de 1946. Sin embargo, el resto de los presentes (con tres de ellos a menos de 2,5 metros de distancia) no sufrió más que episodios de debilidad o ningún síntoma en absoluto. El único que murió joven fue el guardia al otro lado de la puerta... porque era un soldado y lo mataron en la Guerra de Corea, a los 27 años de edad. El siguiente falleció 19 años más tarde, de un infarto (los problemas coronarios han sido vinculados a la radiación, pero durante los 18 años anteriores esta persona había presentado una salud excelente, o sea que pudo deberse a ese o cualquier otro motivo.) En general, el resto de los presentes en el *accidente Slotin* fueron muriéndose un poco cuando les tocaba; sí, típicamente con enfermedades asociadas a la radiación, pero al menos un par de ellos con más de ochenta años de edad (entre ellos, uno de los que estaban más próximos al núcleo, detrás de Slotin; parece que su cuerpo le protegió.)

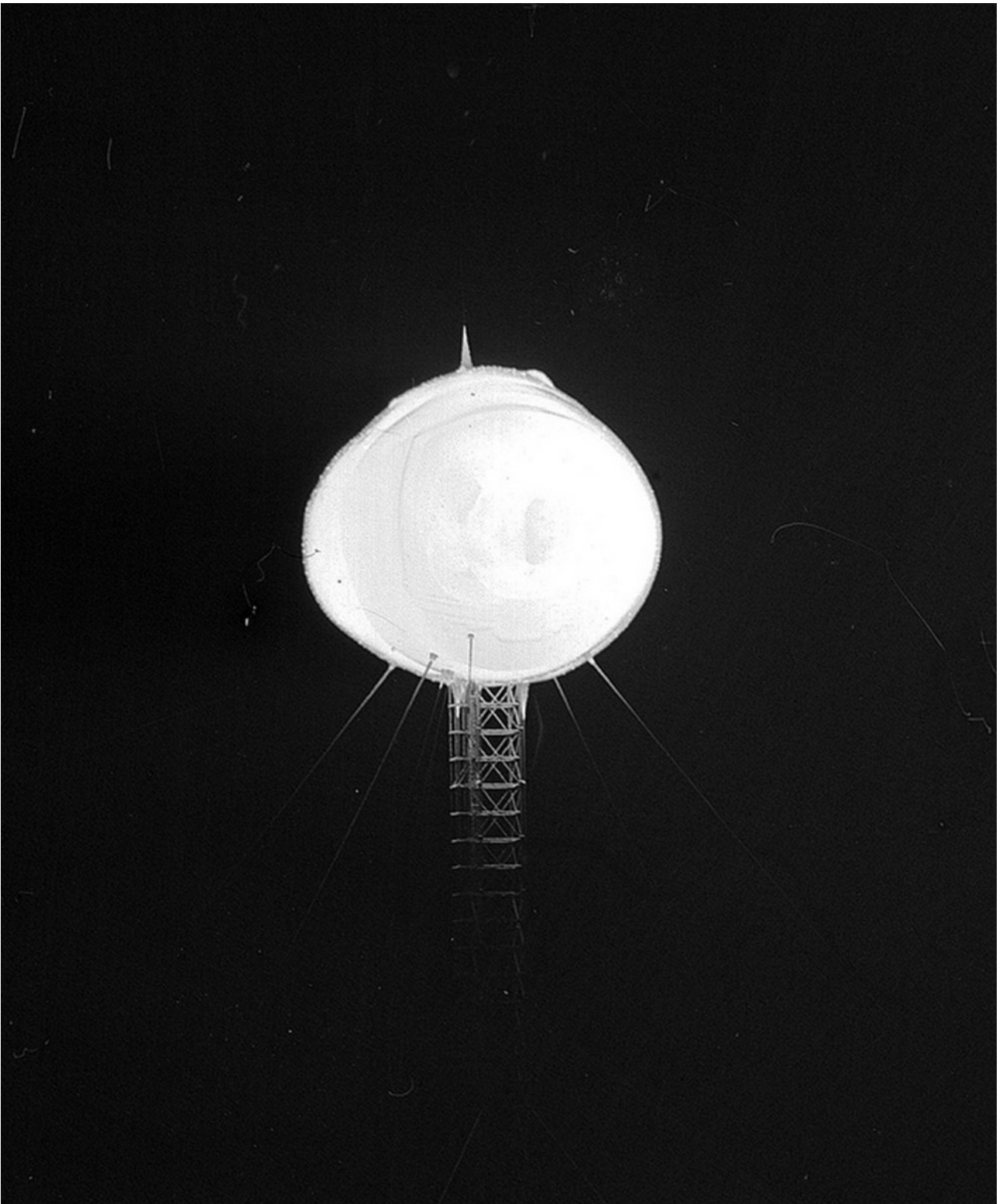


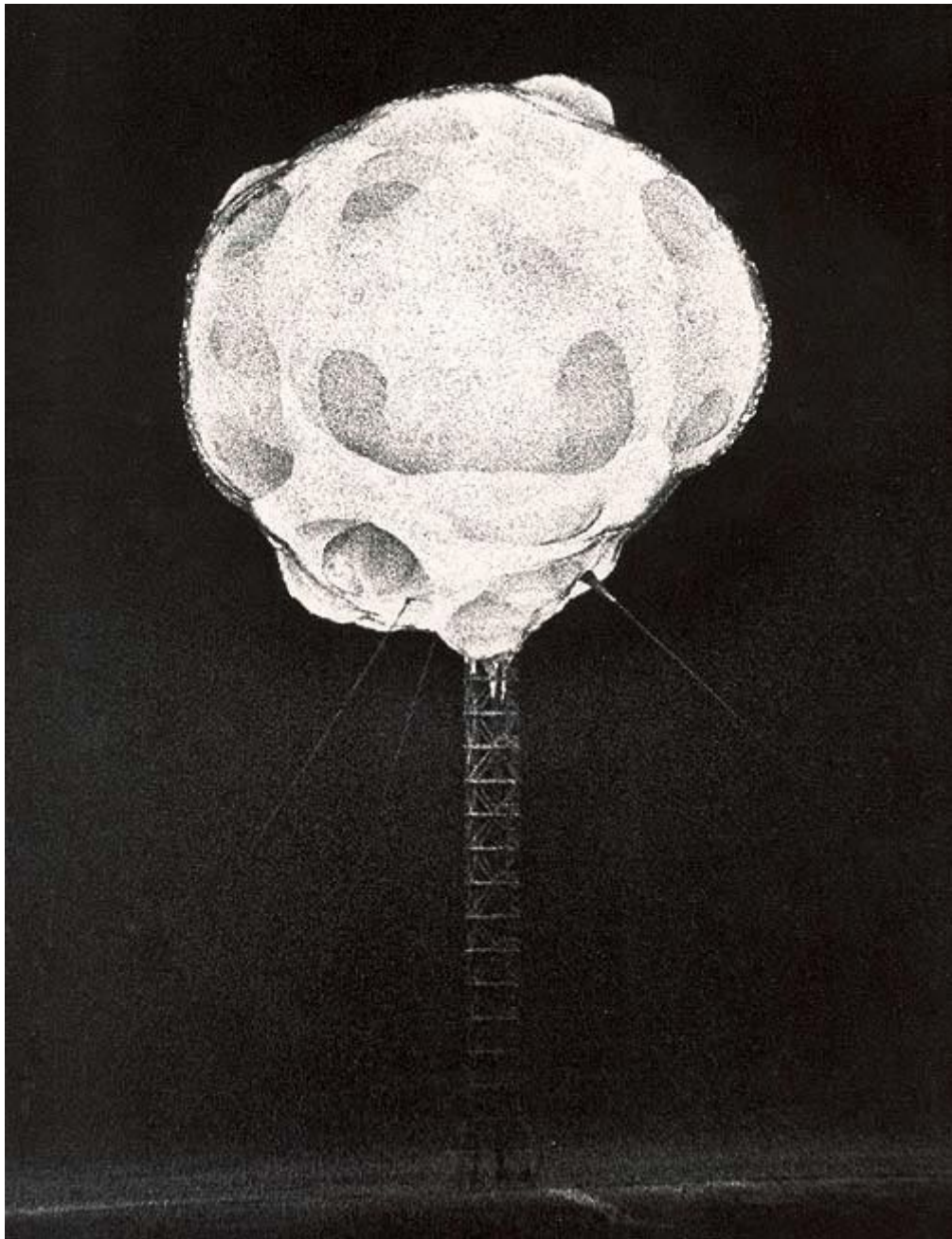
6. -DETALLES EN LA EXPLOSION-

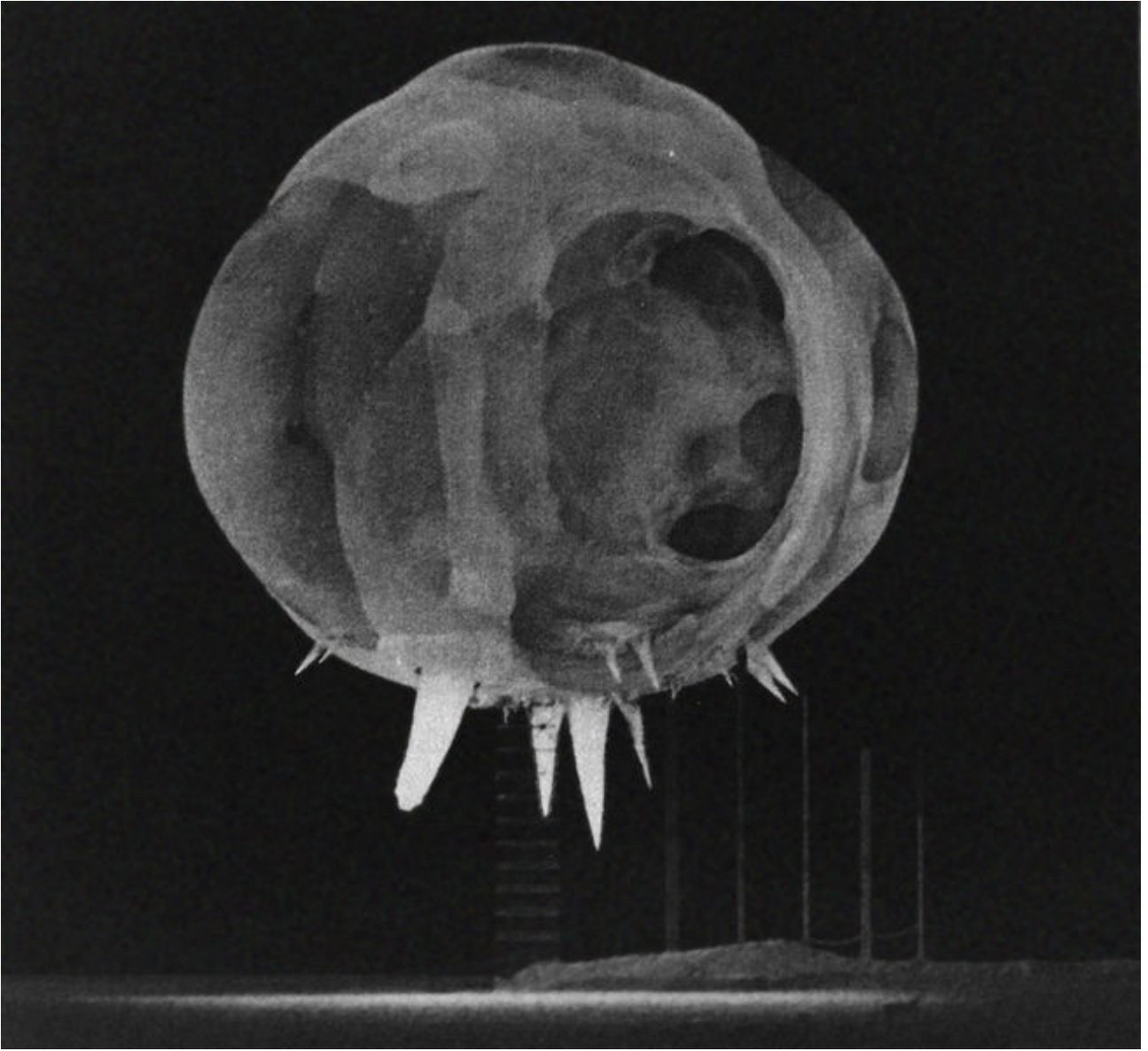
Las bombas de fision las hay de Uranio y Plutonio, y las de fusion de tritio Helio, los aspectos fisicos son muy cambiantes y depende de la tecnologia y el tipo de combustible. Asi que solo nos centraremos en los efectos tras su liberacion de energia, y no en aspectos fisicos y quimicos recogidos en otro cuaderno.

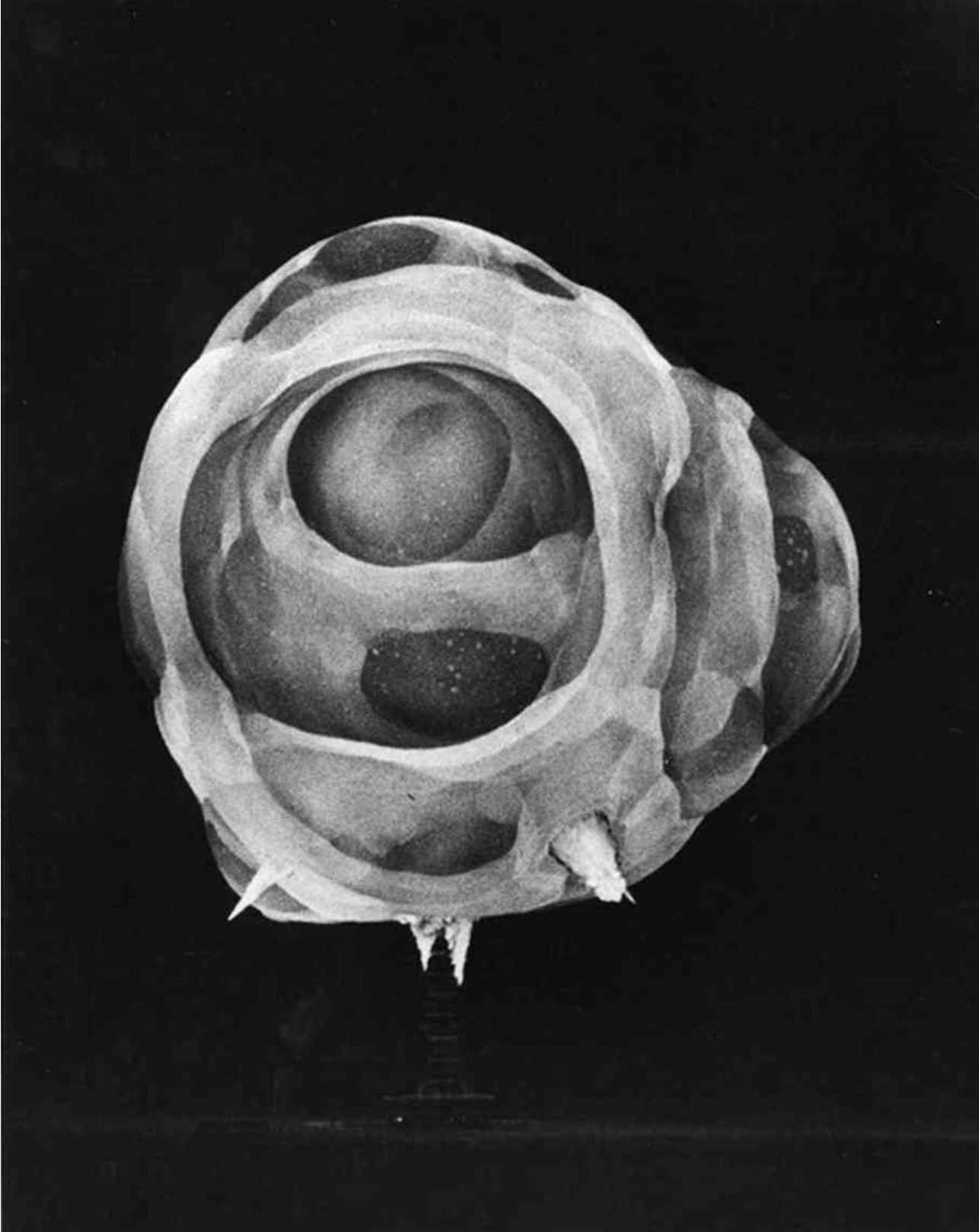
En una fraccion infinitesimal de tiempo, se libera una gran cantidad de energia ejemplo de la bomba trinity elevada en una torre a 100 pies de altura.

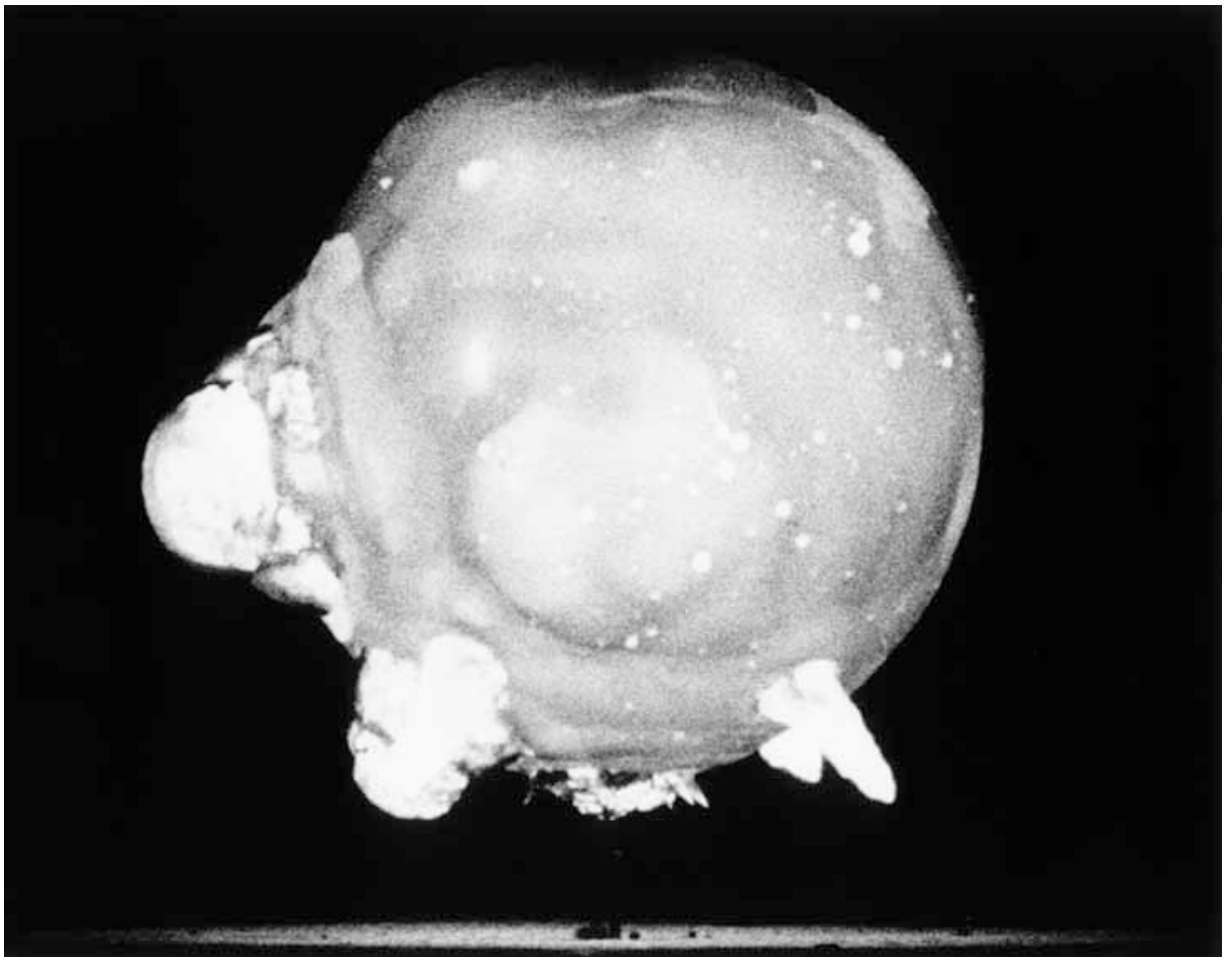
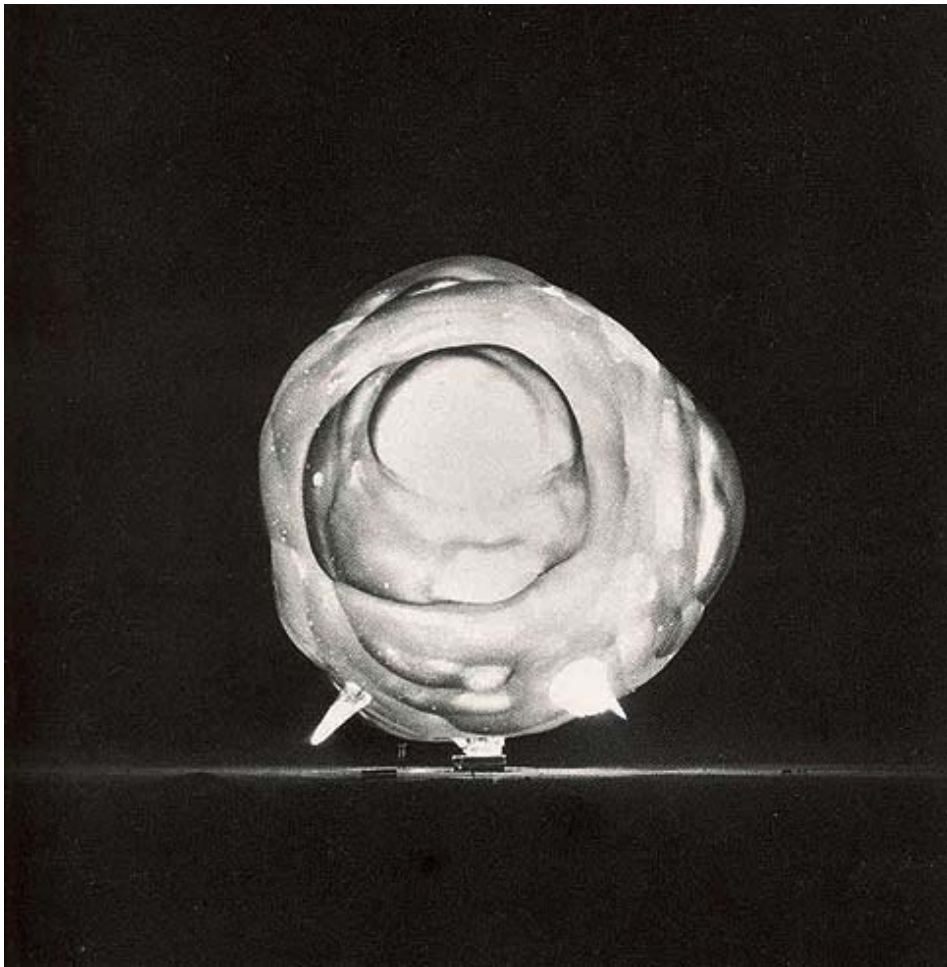


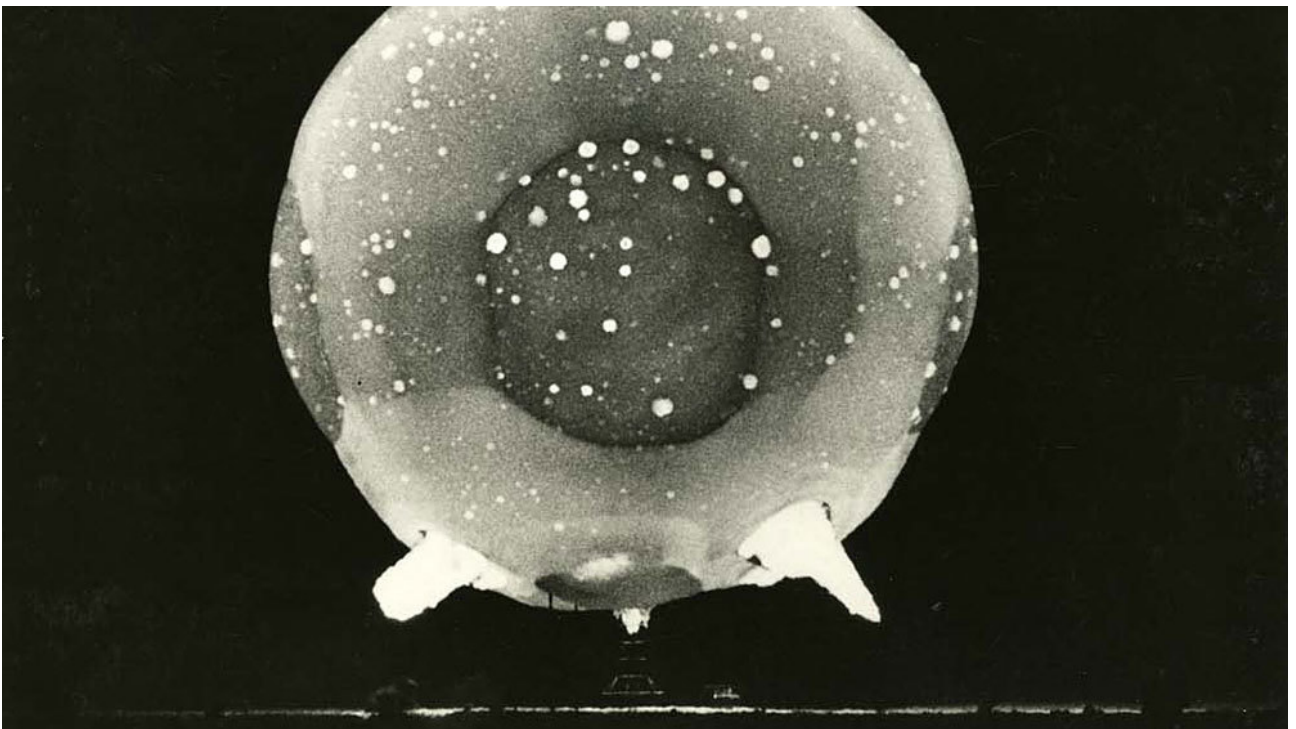
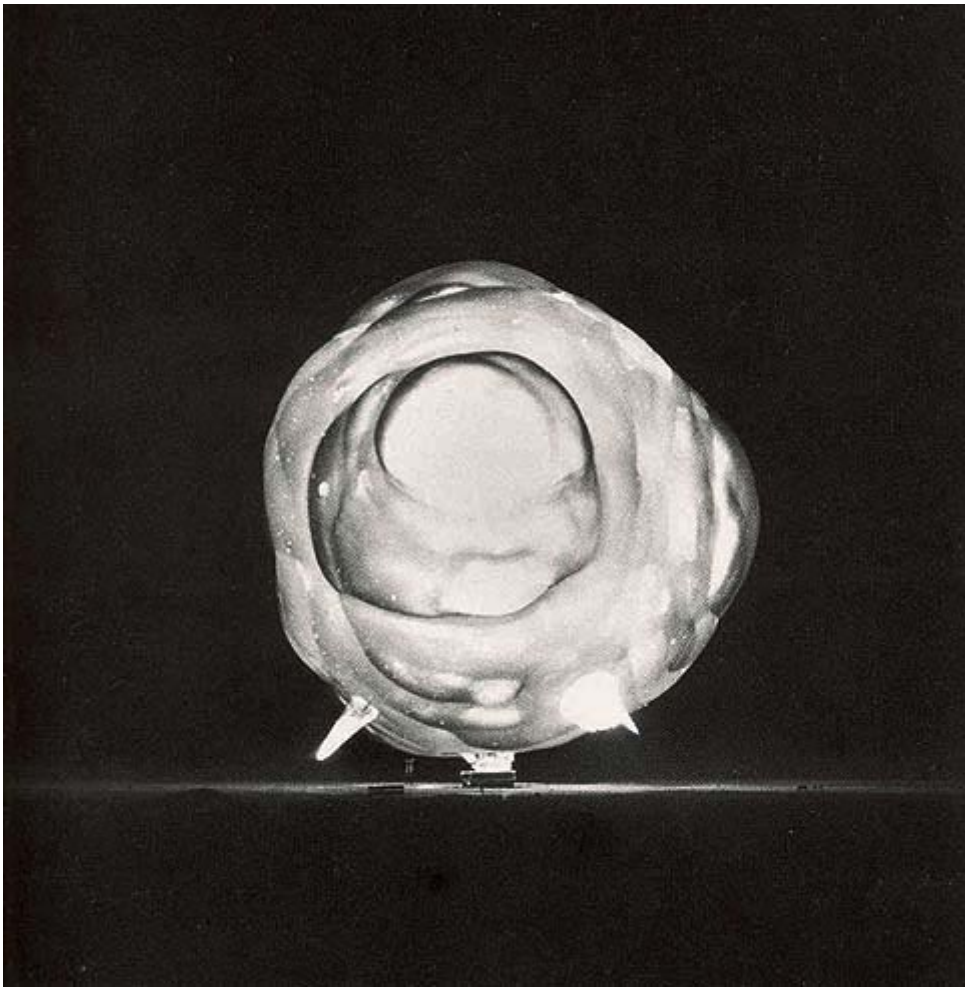


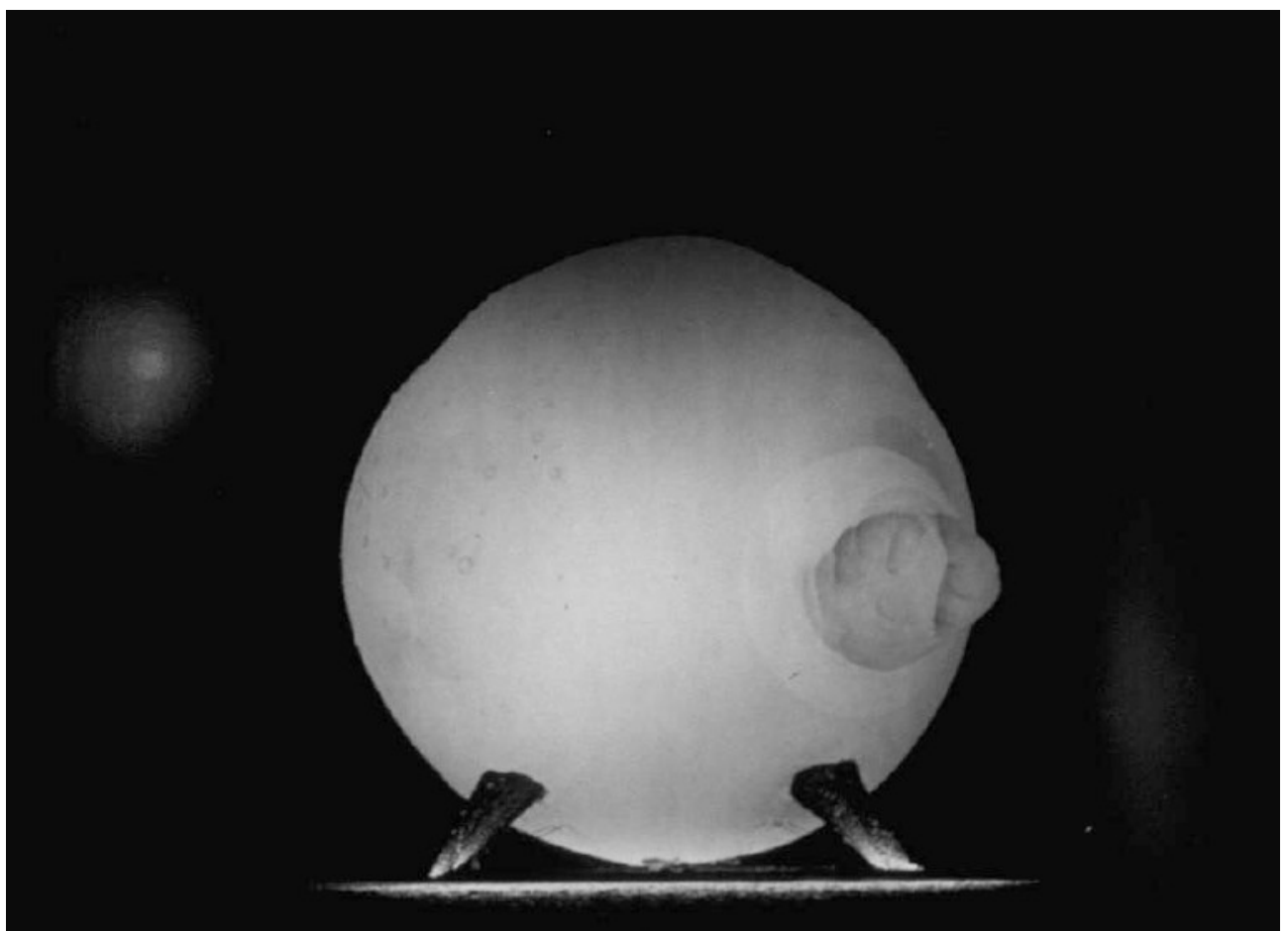
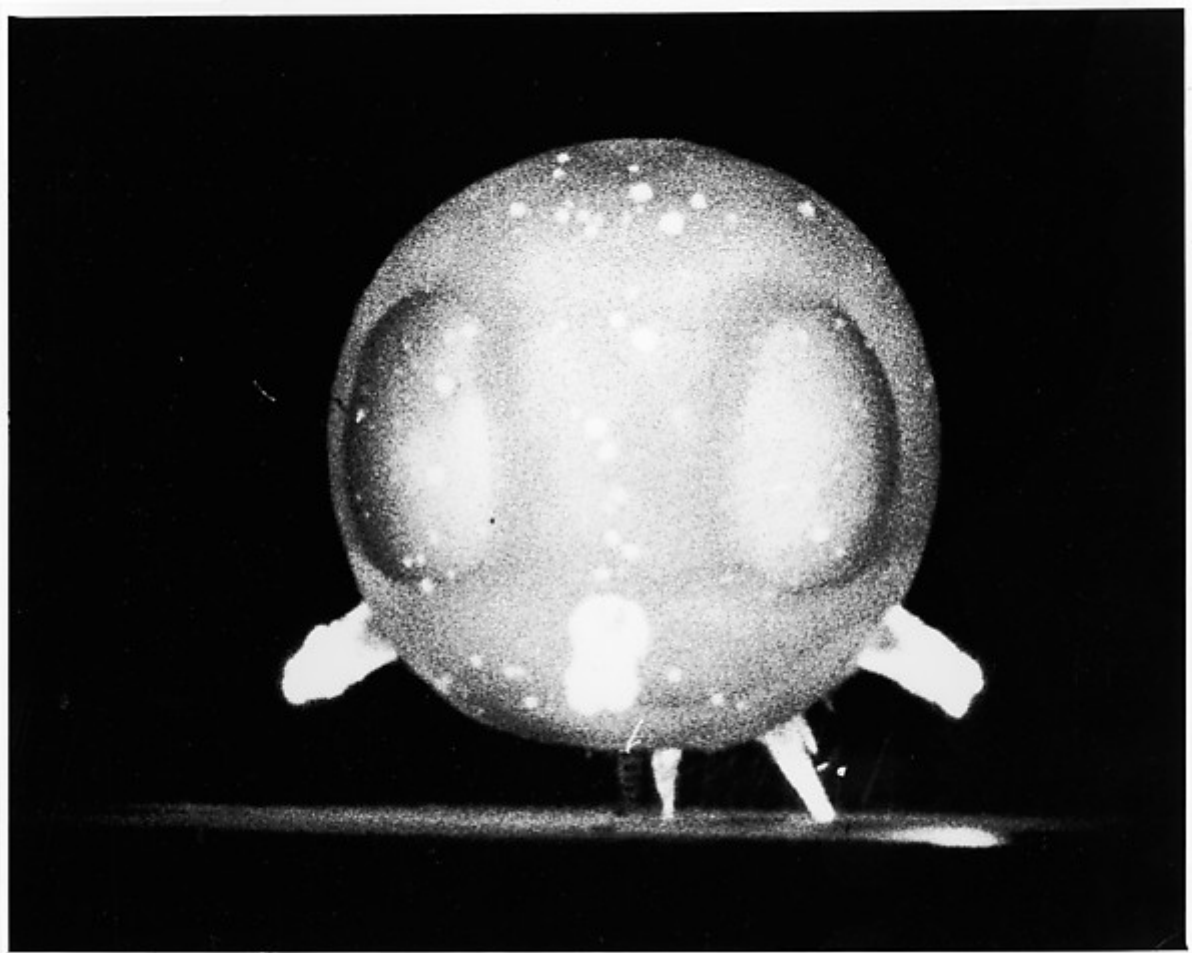


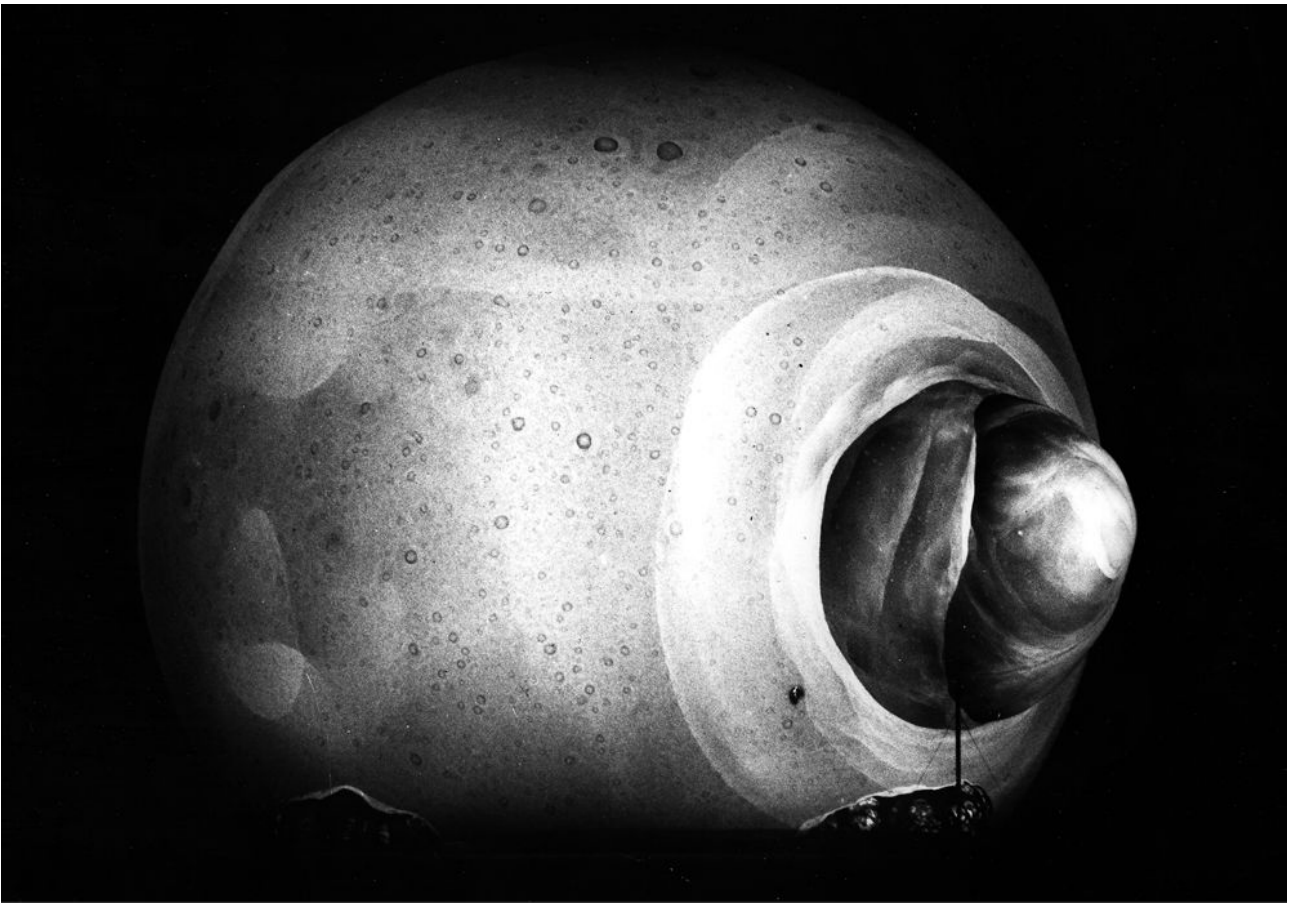




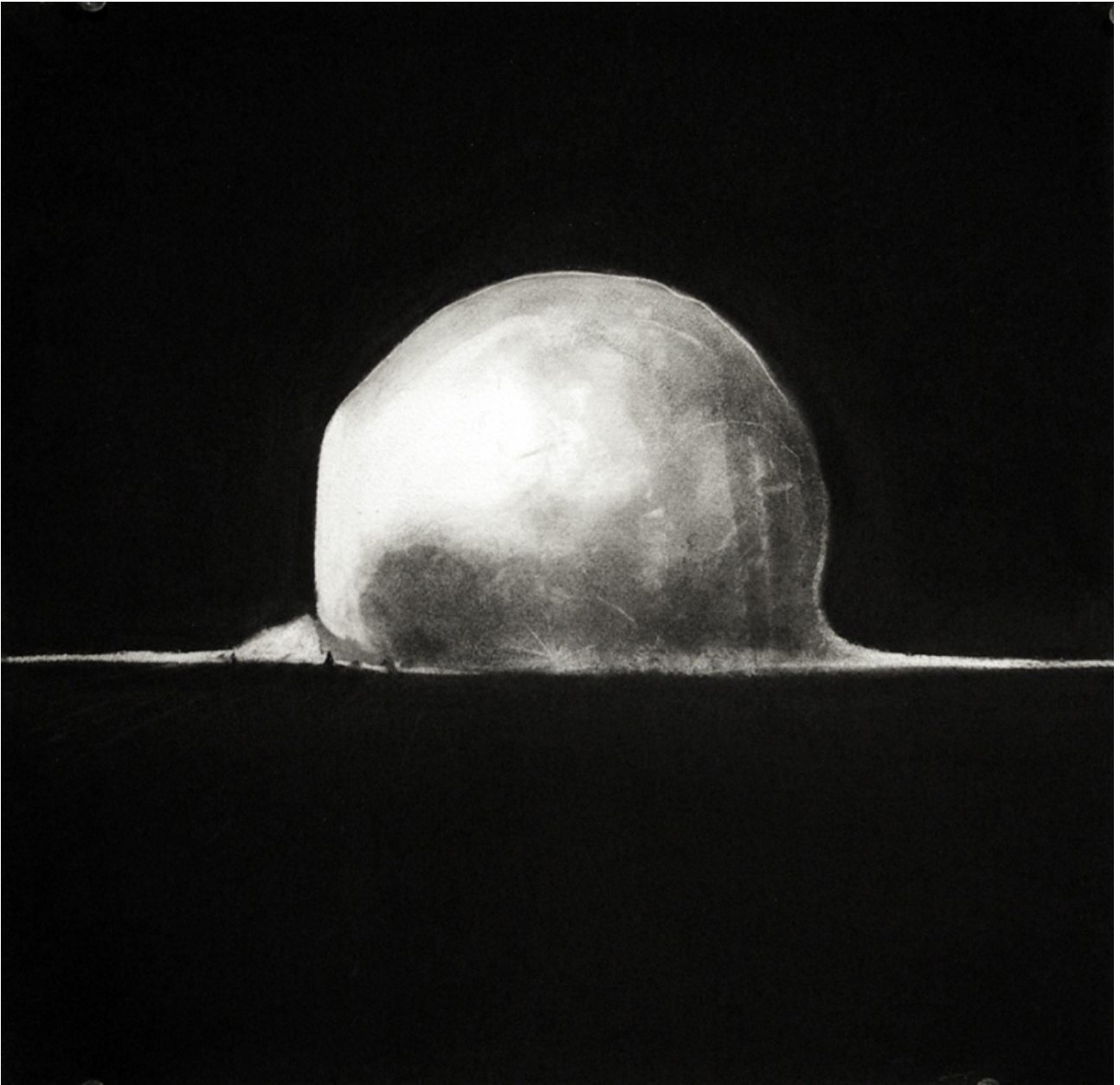


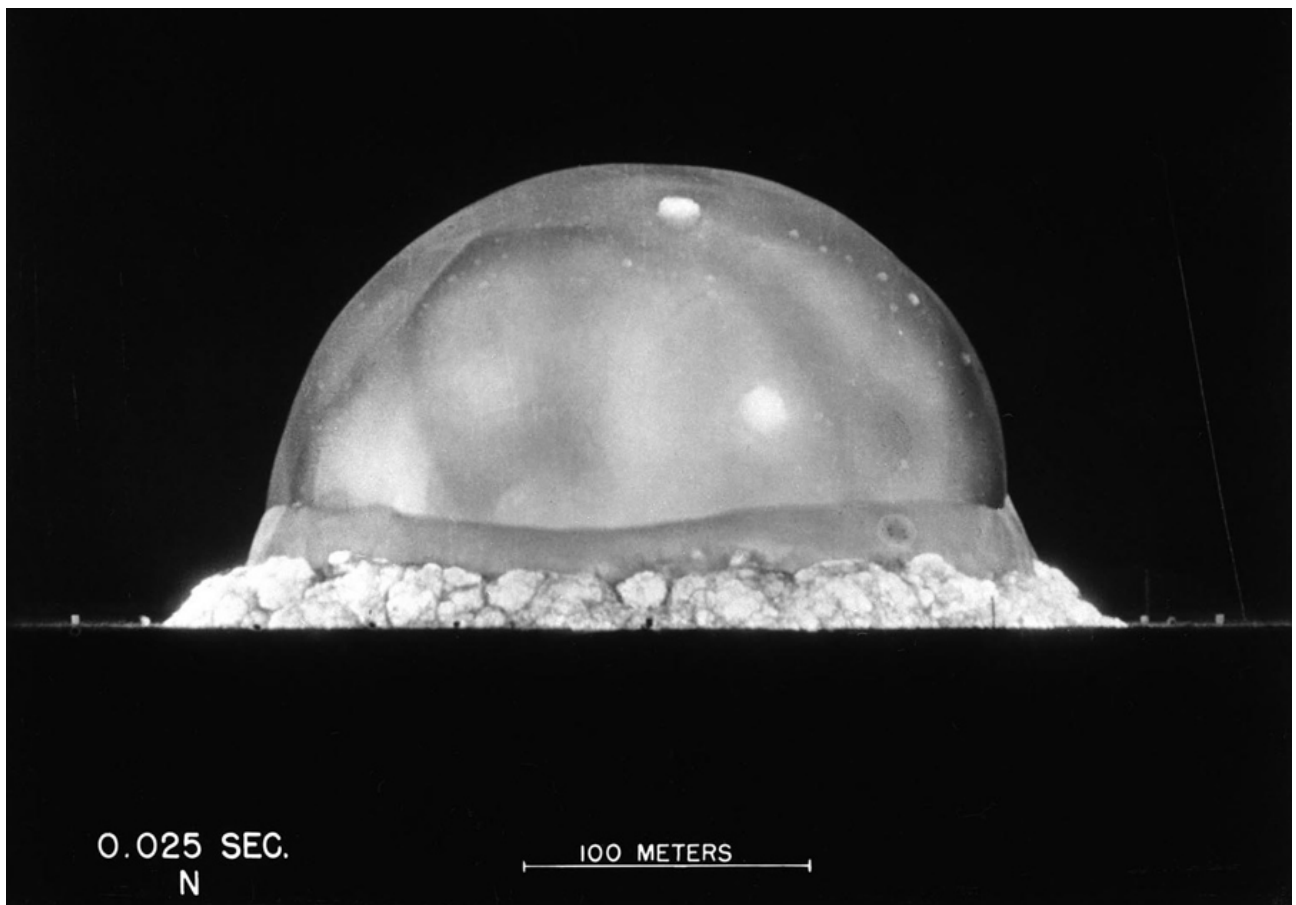
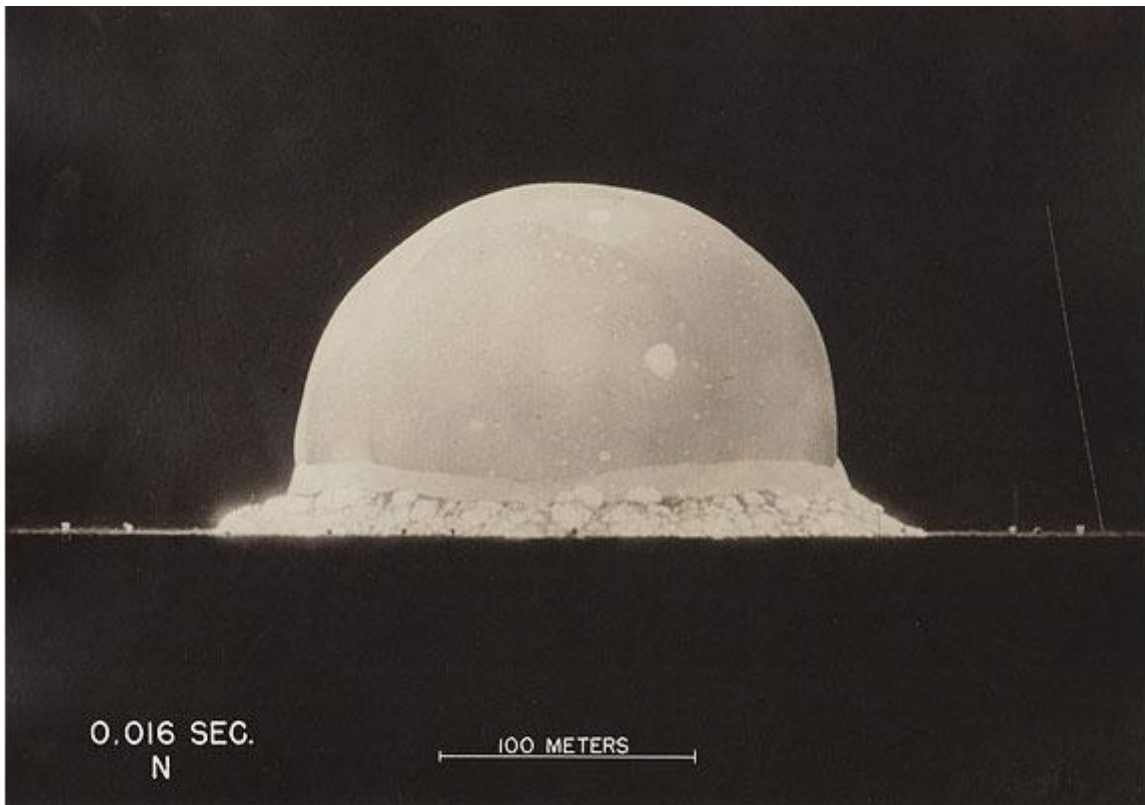


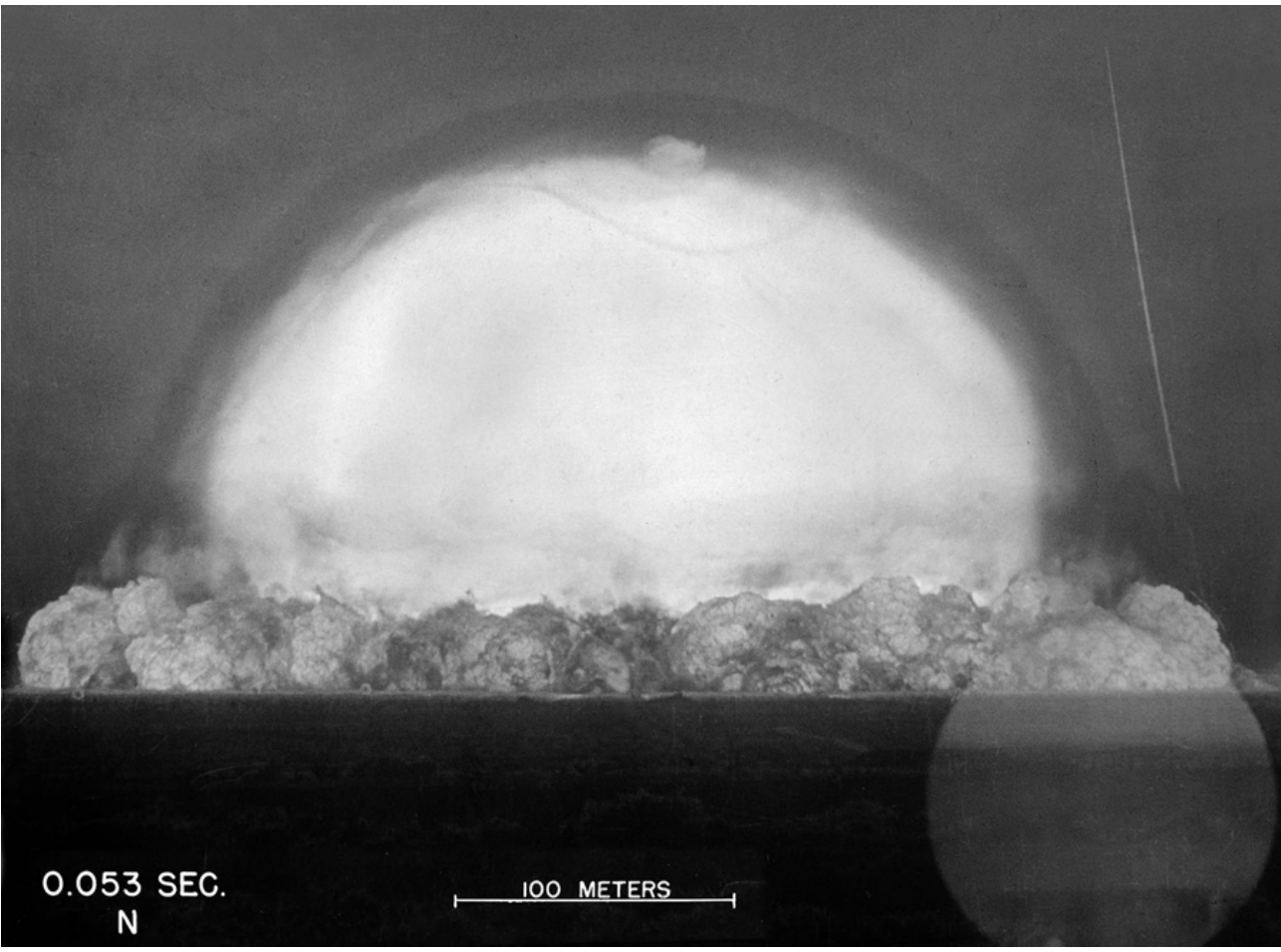
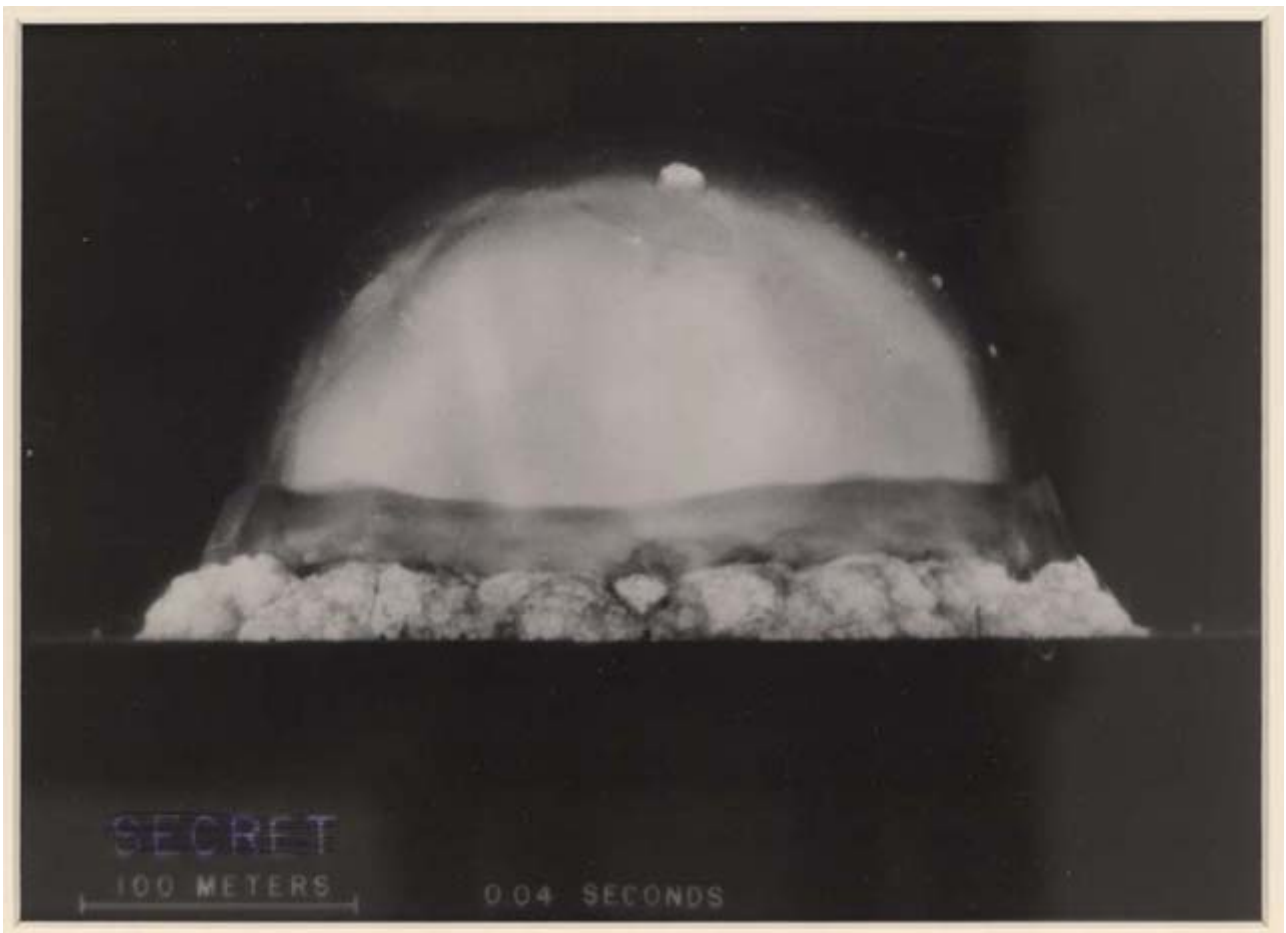




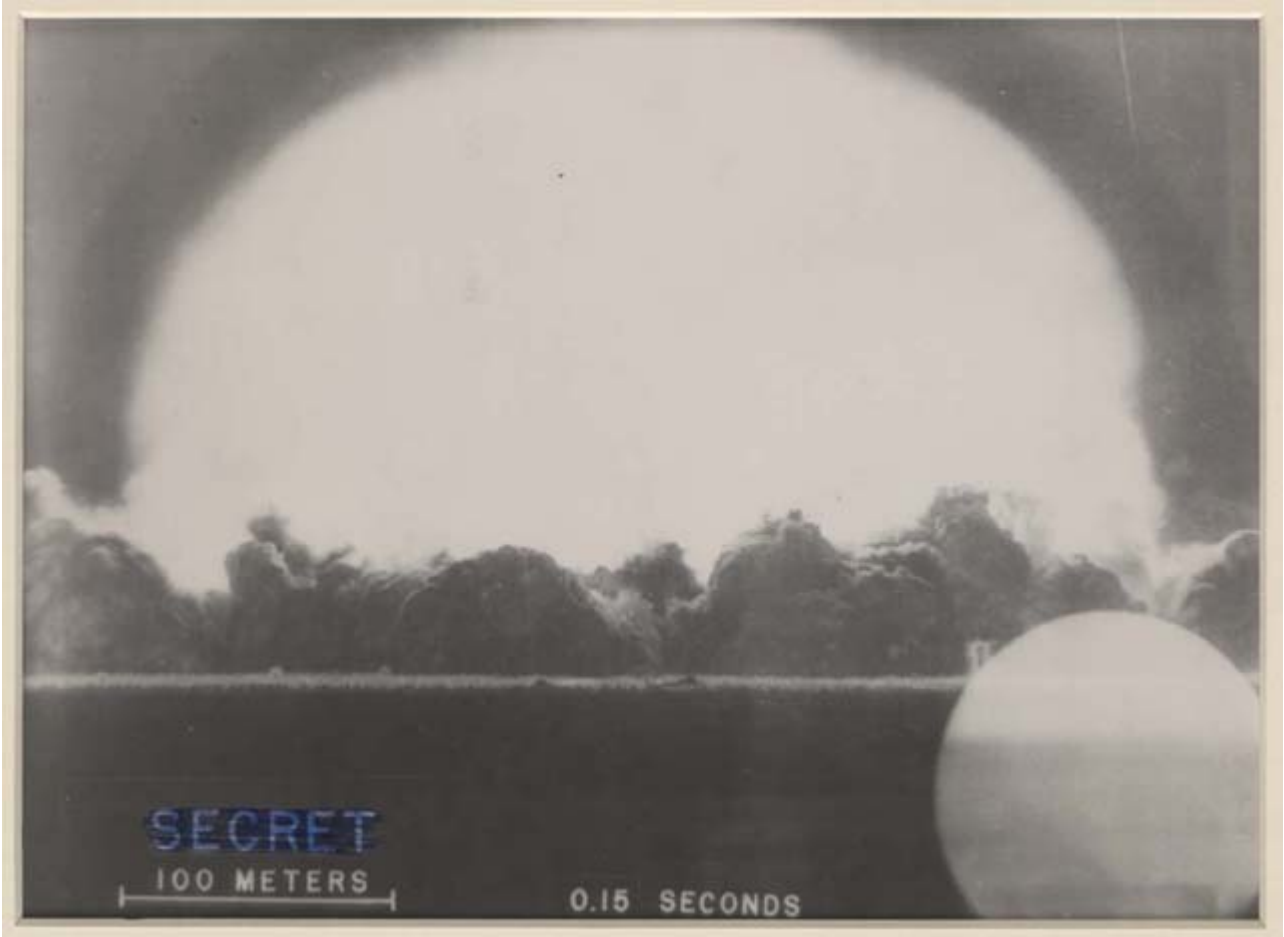
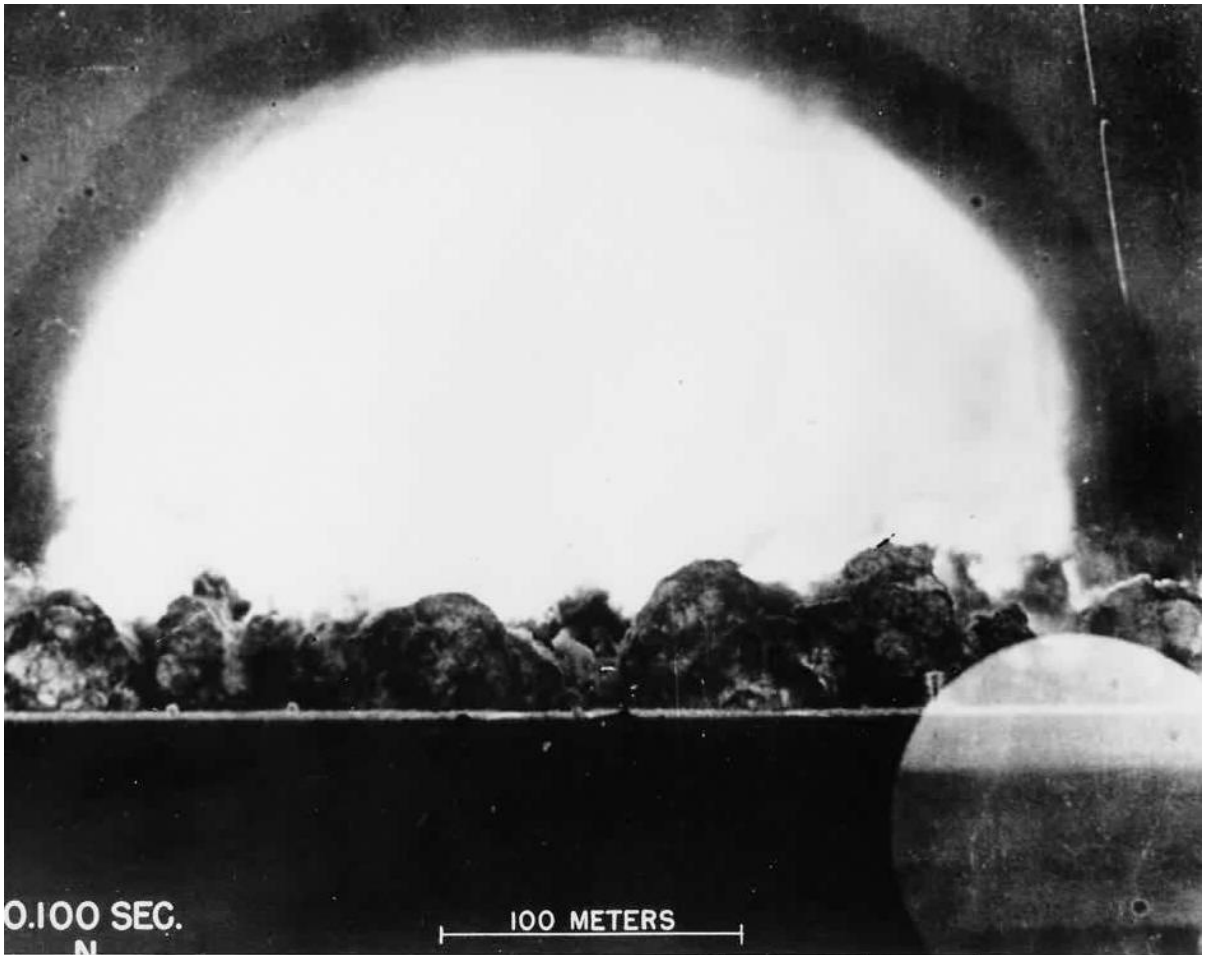
0,06seconds



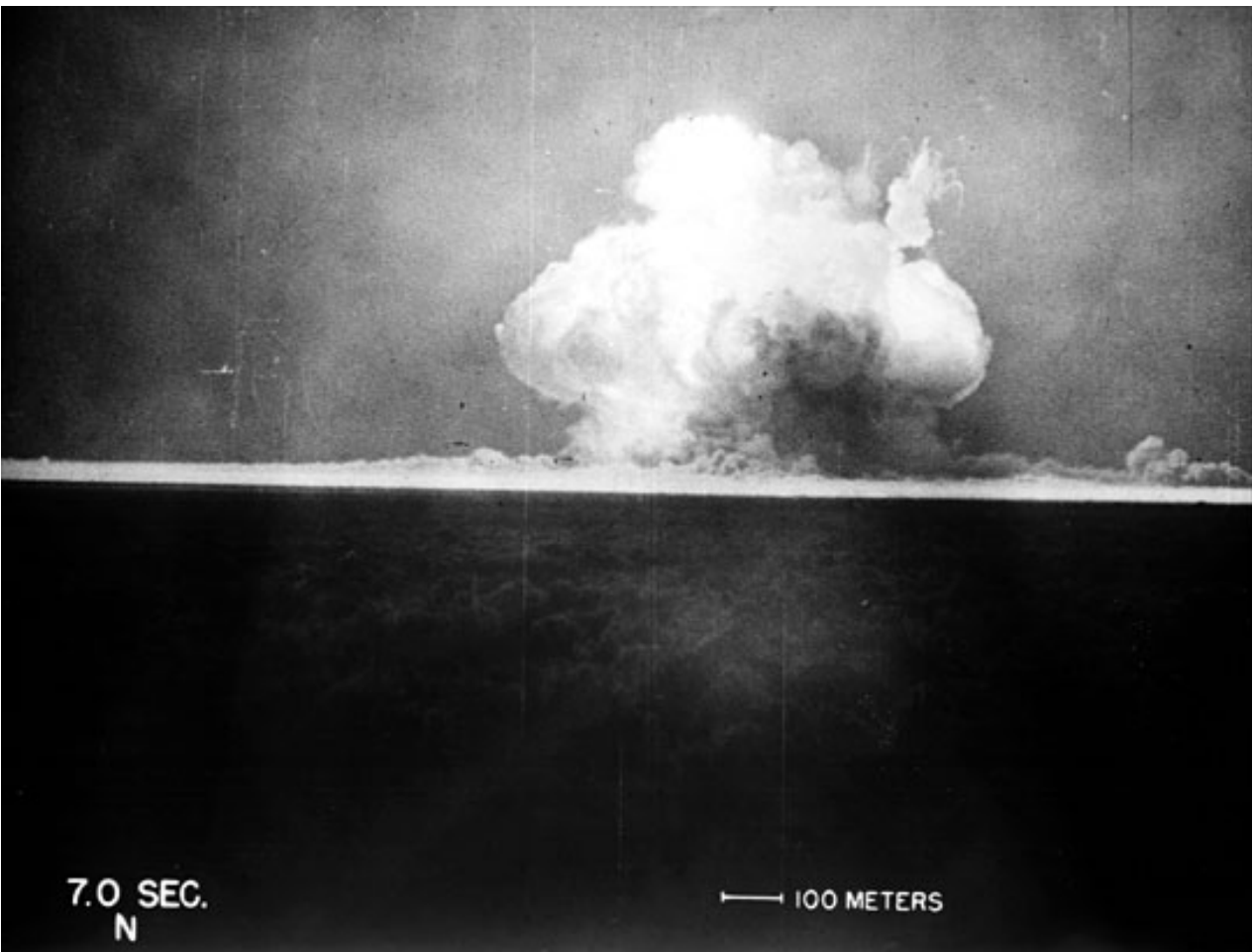
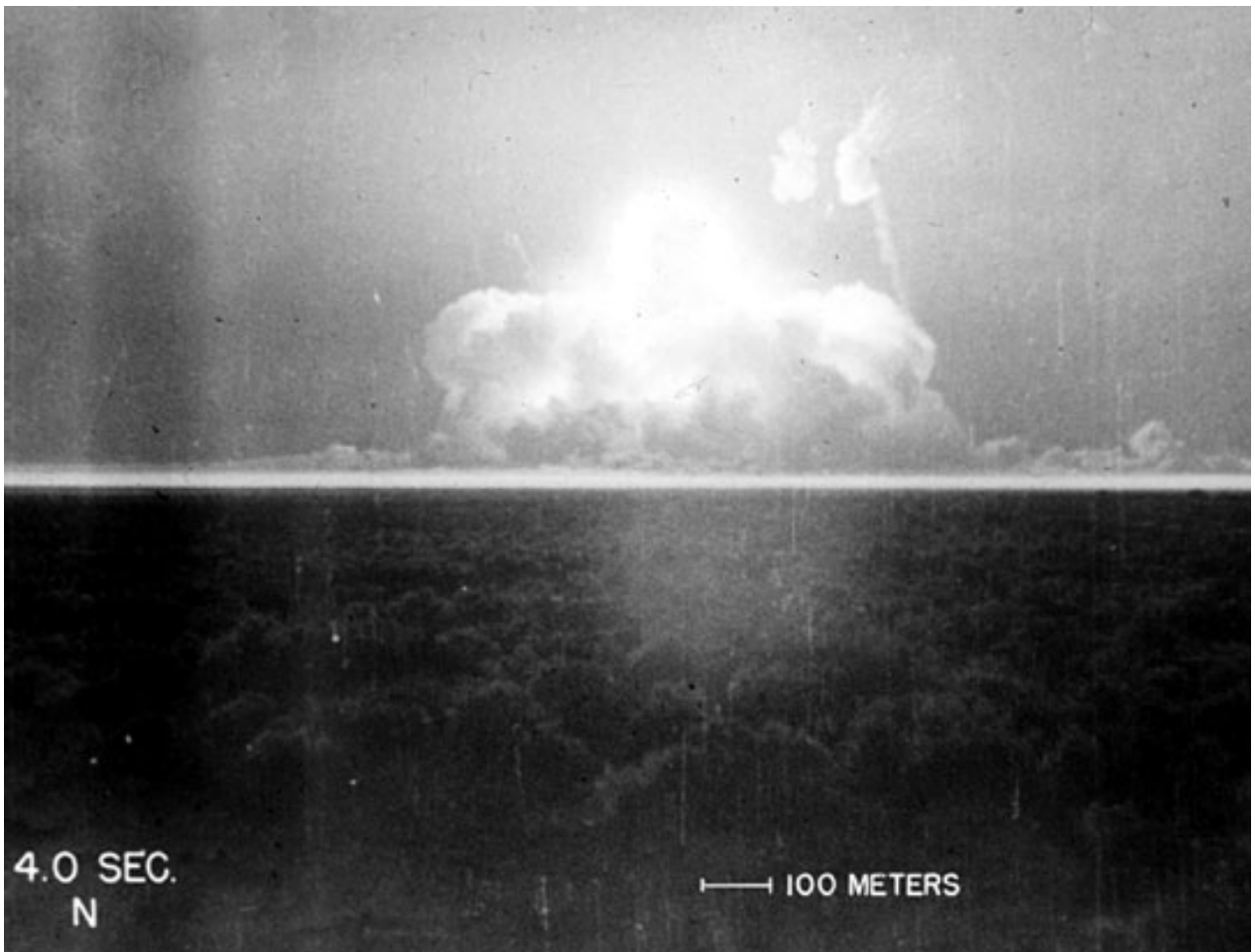








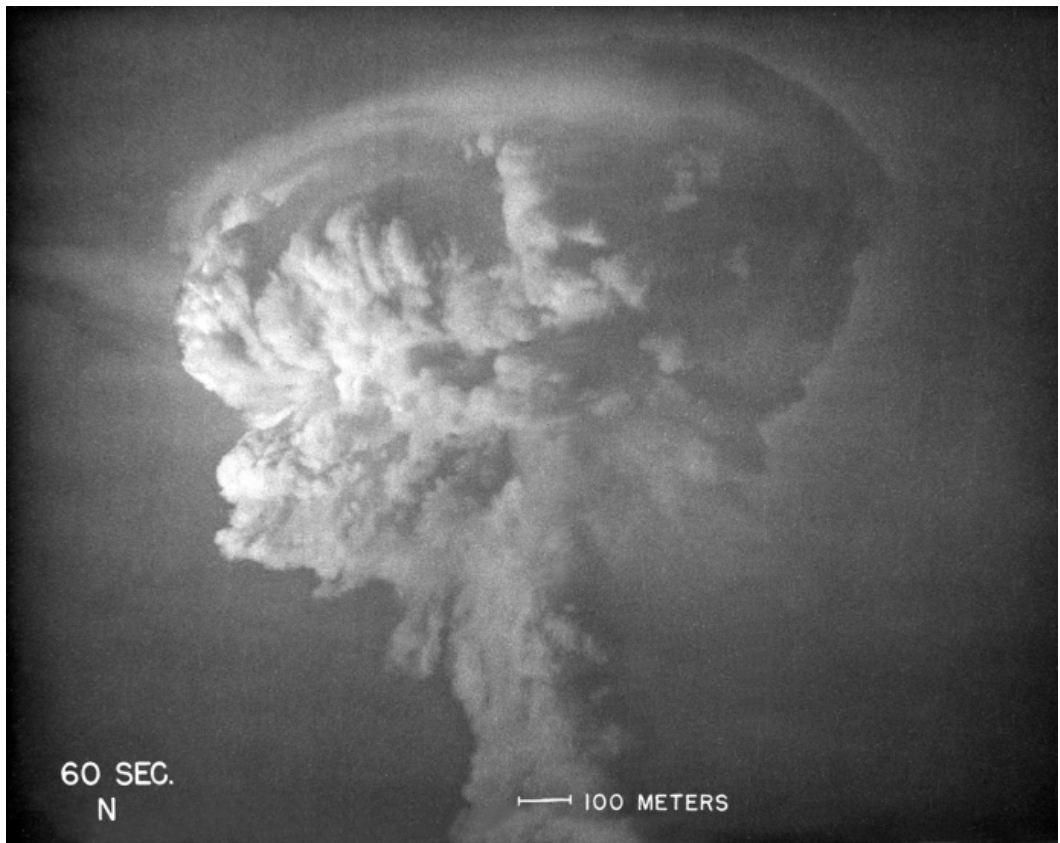




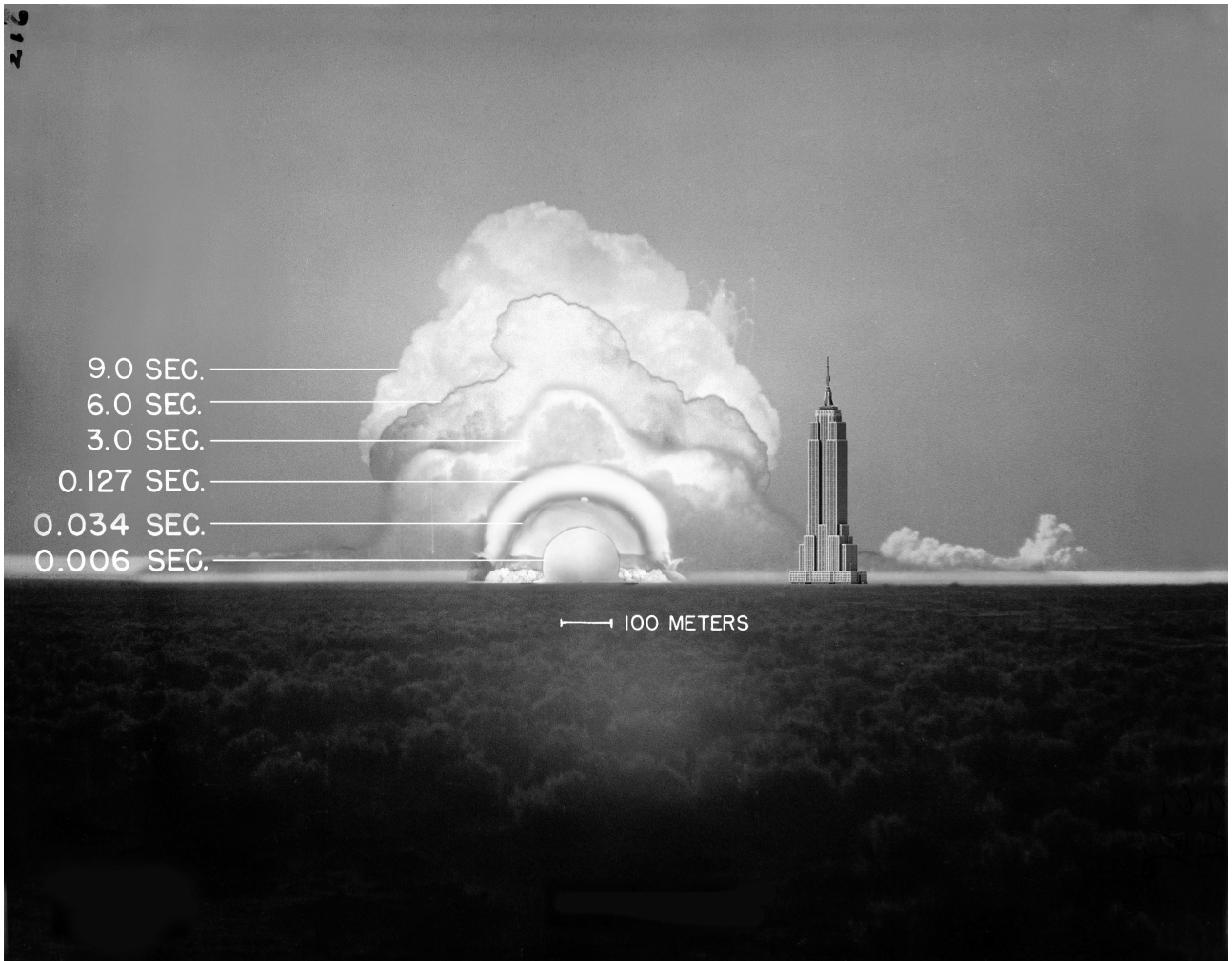




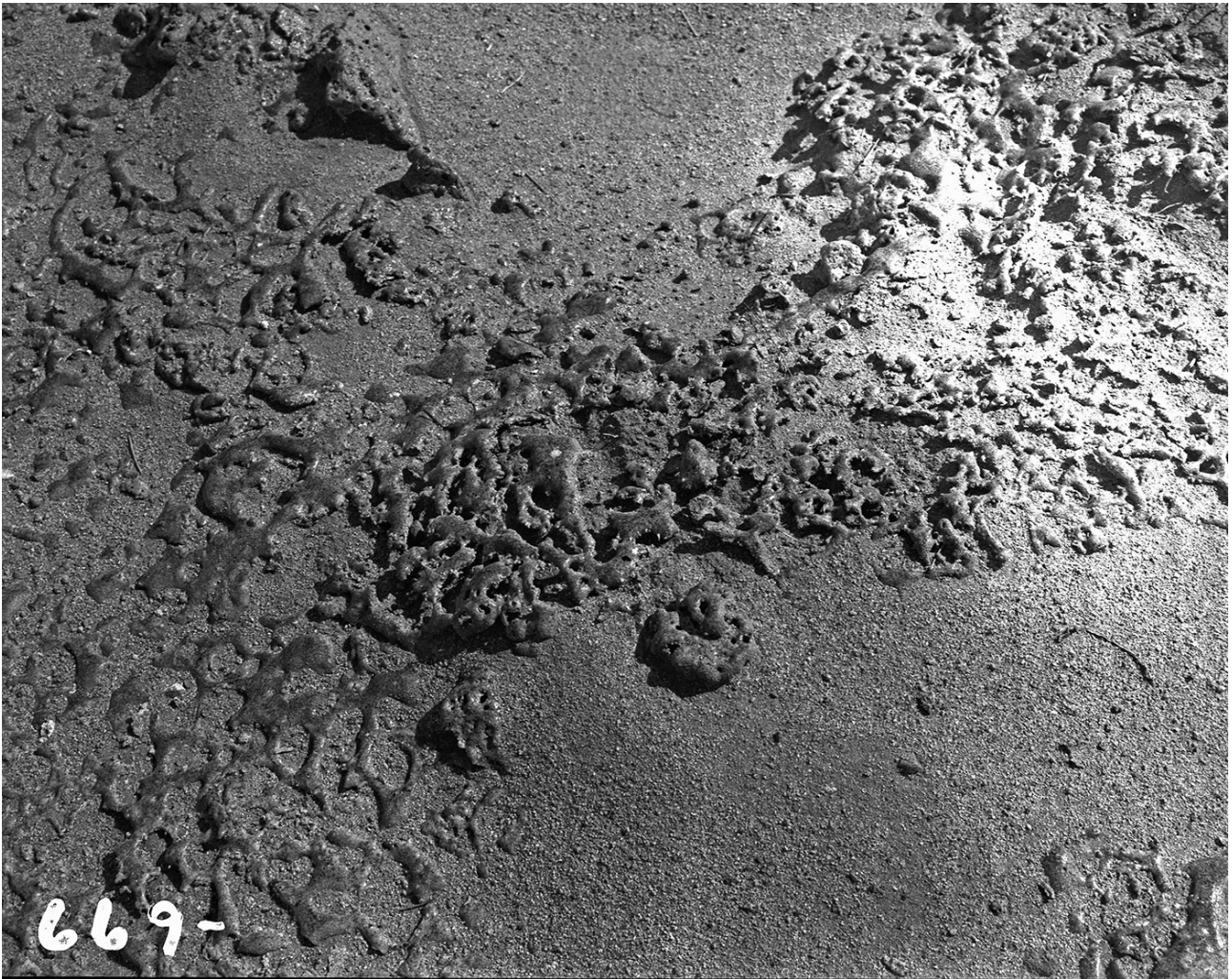




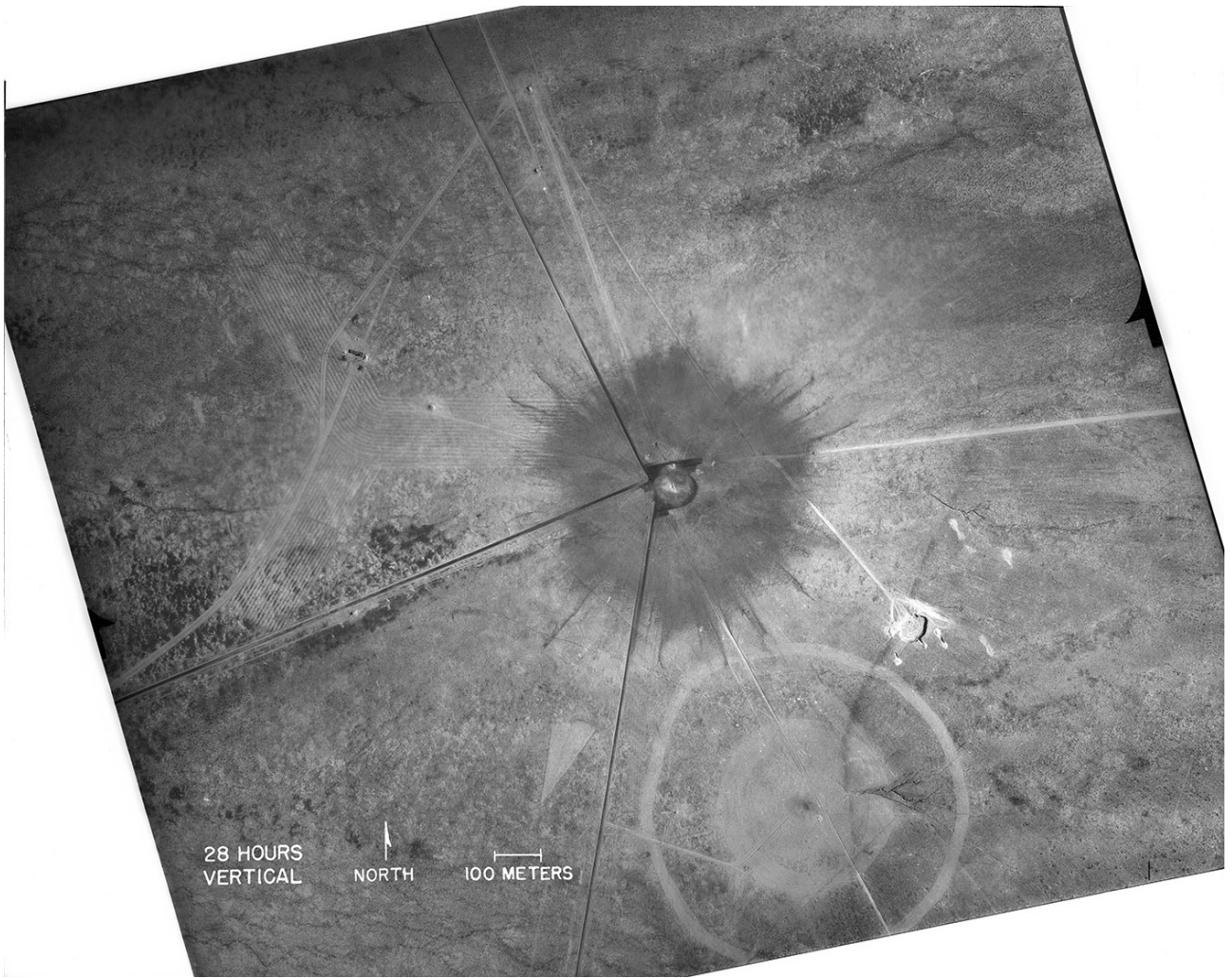
RESUMEN:



La foto de la pagina siguiente muestra unos cristales fundidos de color verde que forman una mezcla de trinitite.



DESPUES DE 28H EL ORIGEN DE LA DETONACION VISTA AEREA:



A partir de aqui comienza el apartado de fenomenos:

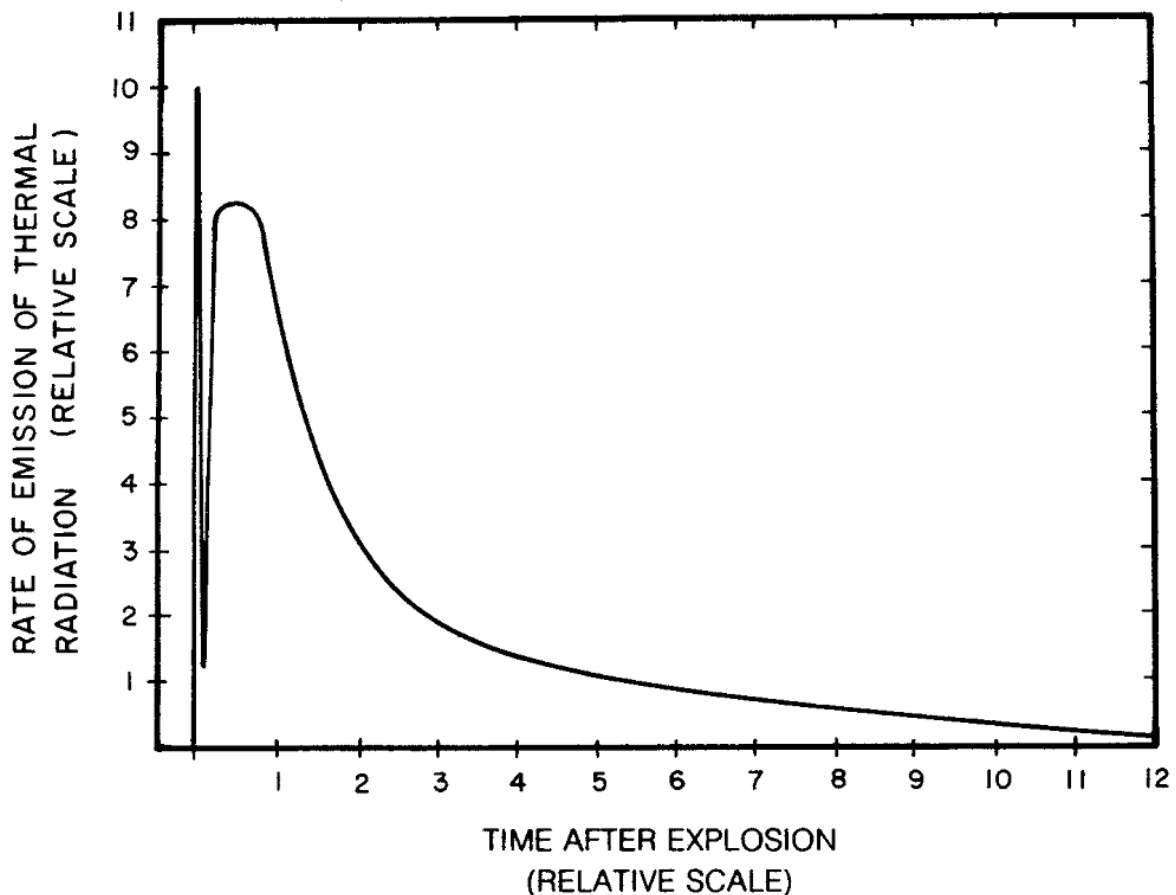
7. -FENOMENOS PRODUCIDOS Y CALCULOS EFECTUADOS-

Una serie de fenómenos característicos , algunos de los cuales son visibles, mientras que otros no lo son directamente, están asociados con las explosiones nucleares. Ciertos aspectos de estos fenómenos dependerán del aire, gran altitud , tipo de superficie o subsuelo.

*Cuando la energía del Uranio o Plutonio se fisiona, la cantidad de energía liberada en una millonésima parte de 1 segundo se convierte en Calor irradiado al aire cercano a 5000°C , prácticamente la temperatura del centro de nuestro sol. Los gases a los que se les ha transferido en esa millonésima parte de 1 segundo toda la energía cinética liberada están contenidos en una área muy pequeña, por tanto habrá un desplazamiento muy brusco de aire con las presiones que generará después, calculados anteriormente como una etapa termodinámica en el apartado 4 CÁLCULOS.

Emisión de Radiación Térmica

*La emisión de radiación térmica se cuantifica en el tiempo por el siguiente grafico: (Escala Relativa)



*Cuando los rayos X invisibles son liberados, la atmosfera los absorbe iluminandose de color blanco y luego tornandose de color incandescente por la bola de fuego que asciende.

*El color de la nube radiactiva es inicialmente roja o (roja-marron), la presencia de los dos colores es debida a acido nitroso y oxidos de nitrogeno en la superficie de la bola de fuego. Es el resultado de interaccion quimica de el nitrogeno, oxigeno y vapor de agua en el aire con la presencia de altas temperaturas y bajo la influencia de las radiaciones nucleares. La bola de fuego se refrigera y se condensa, el color de la nube cambia a blanco a una nube ordinaria.

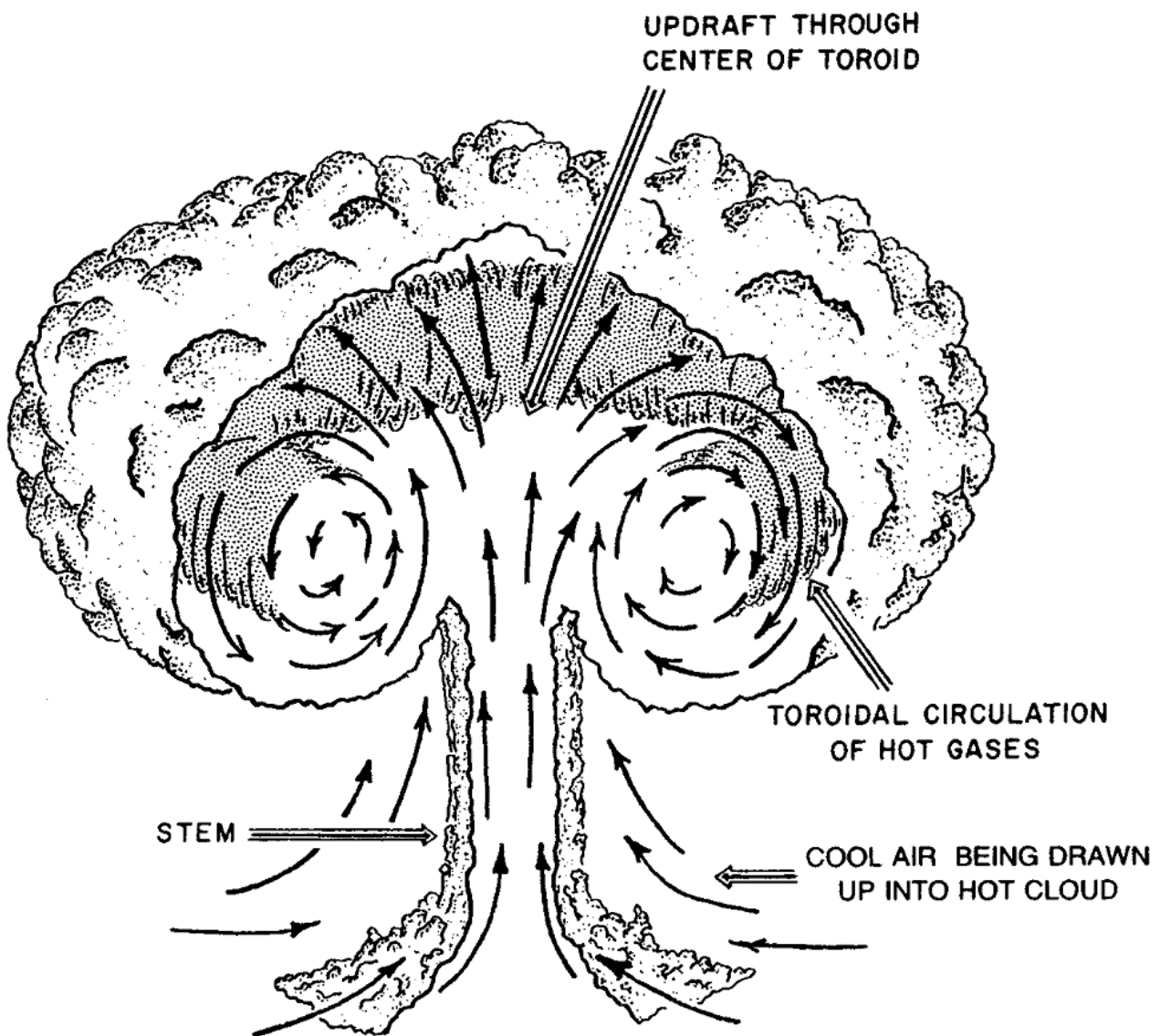
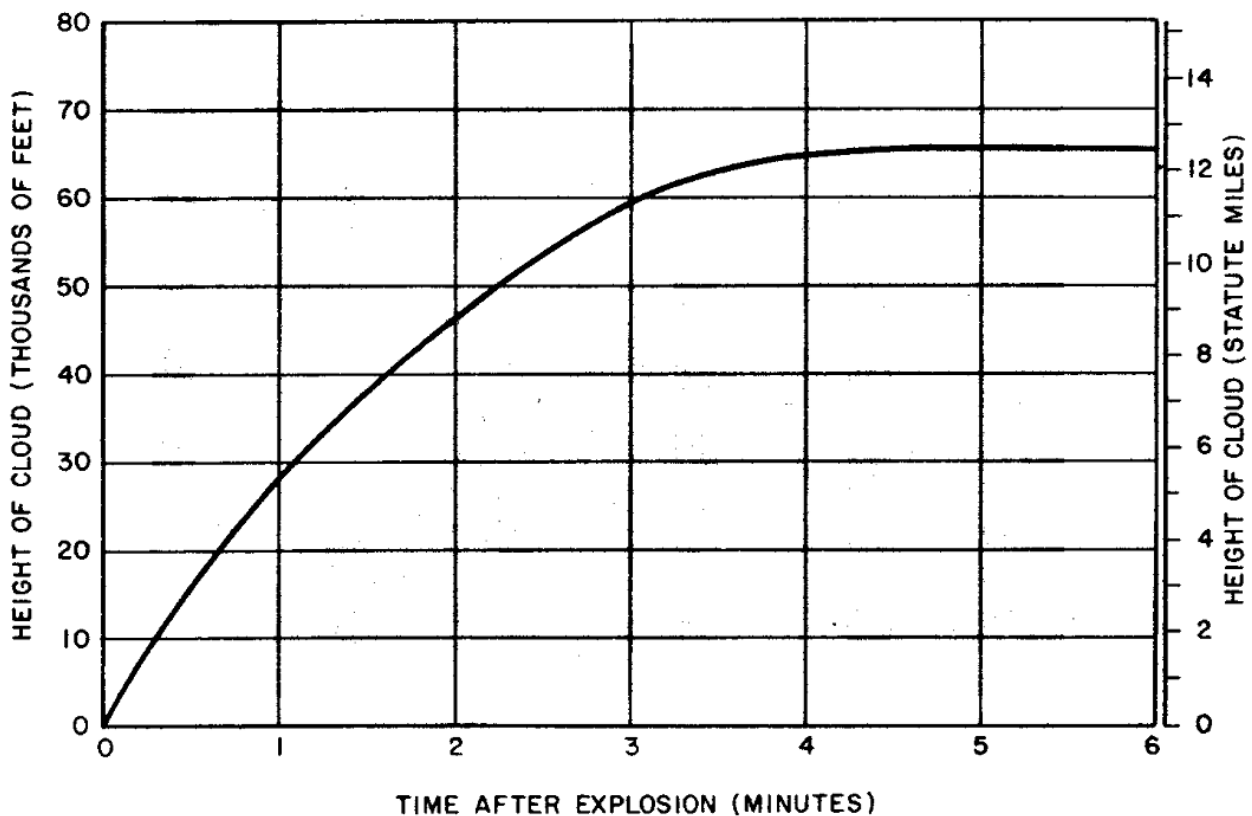


Figure 2.07a. Cutaway showing artist's conception of toroidal circulation within the radioactive cloud from a nuclear explosion.

*La tasa de ascenso de la nube tras el primer minuto de la detonacion de una bomba de 1 megaton es de 440 pies por segundo, o 300 millas por hora.

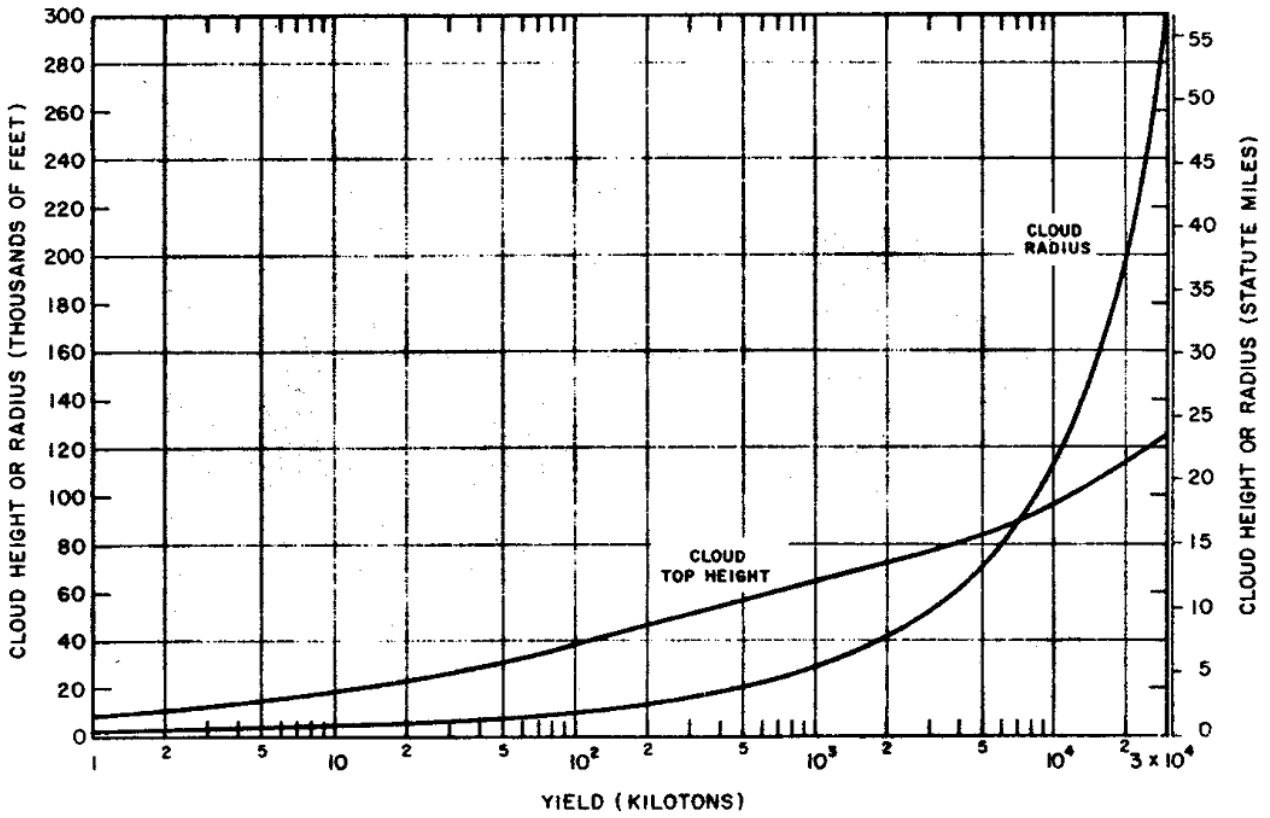
*El limite de ascenso de dicha nube se encuentra entre la tropopausa y la estratosfera, segun se puede apreciar en el siguiente grafico, donde en el eje x representa el tiempo en minutos, y el eje y en Altitud, en miles de pies (Thousands feets).



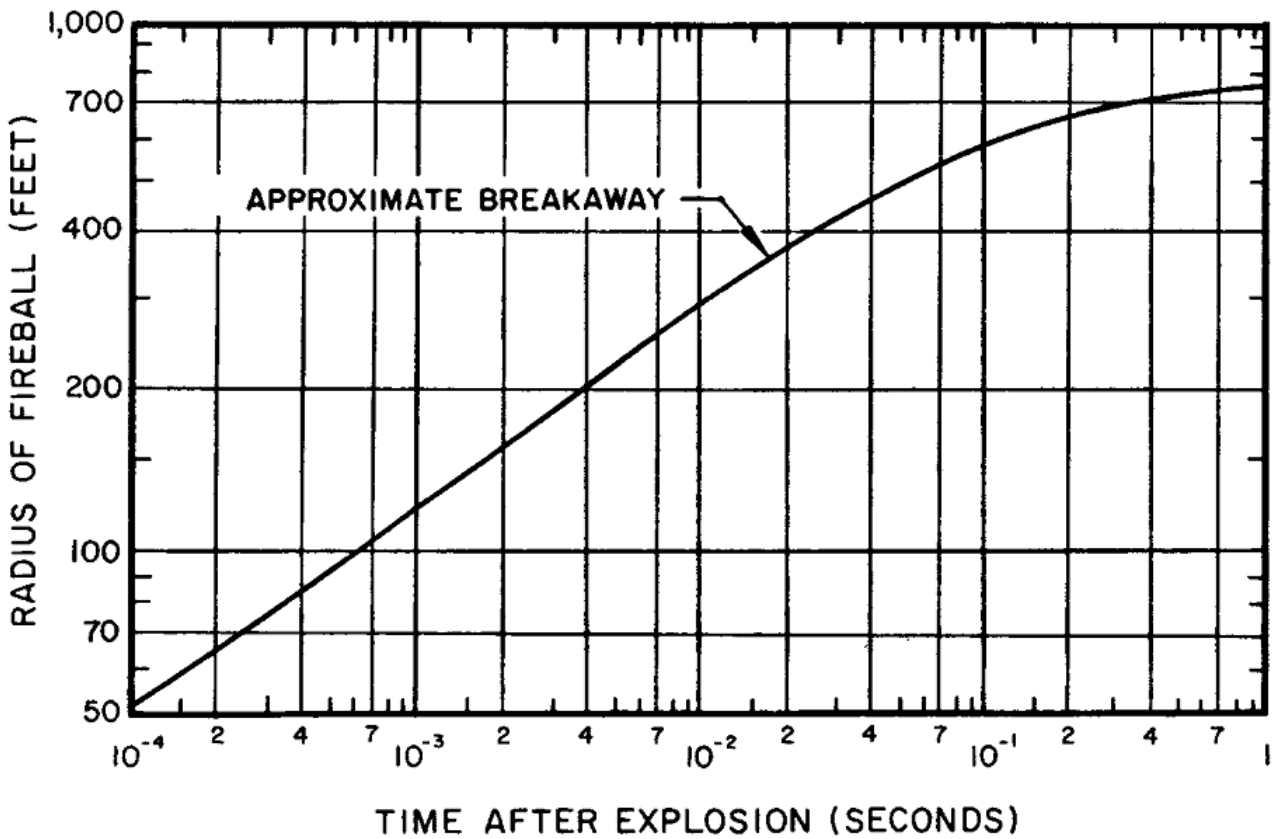
*La nube llegara a su maxima altura sobre los 10 minutos, entonces estabilizada seguira siendo visible durante 1 hora hasta que sea dispersada por los vientos atmosfericos.

*En cuanto a las nubes tipo seta formadas por armas de 10 kilotones, tienen su tope de altitud en 19000 pies, con una base de 10000 pies.

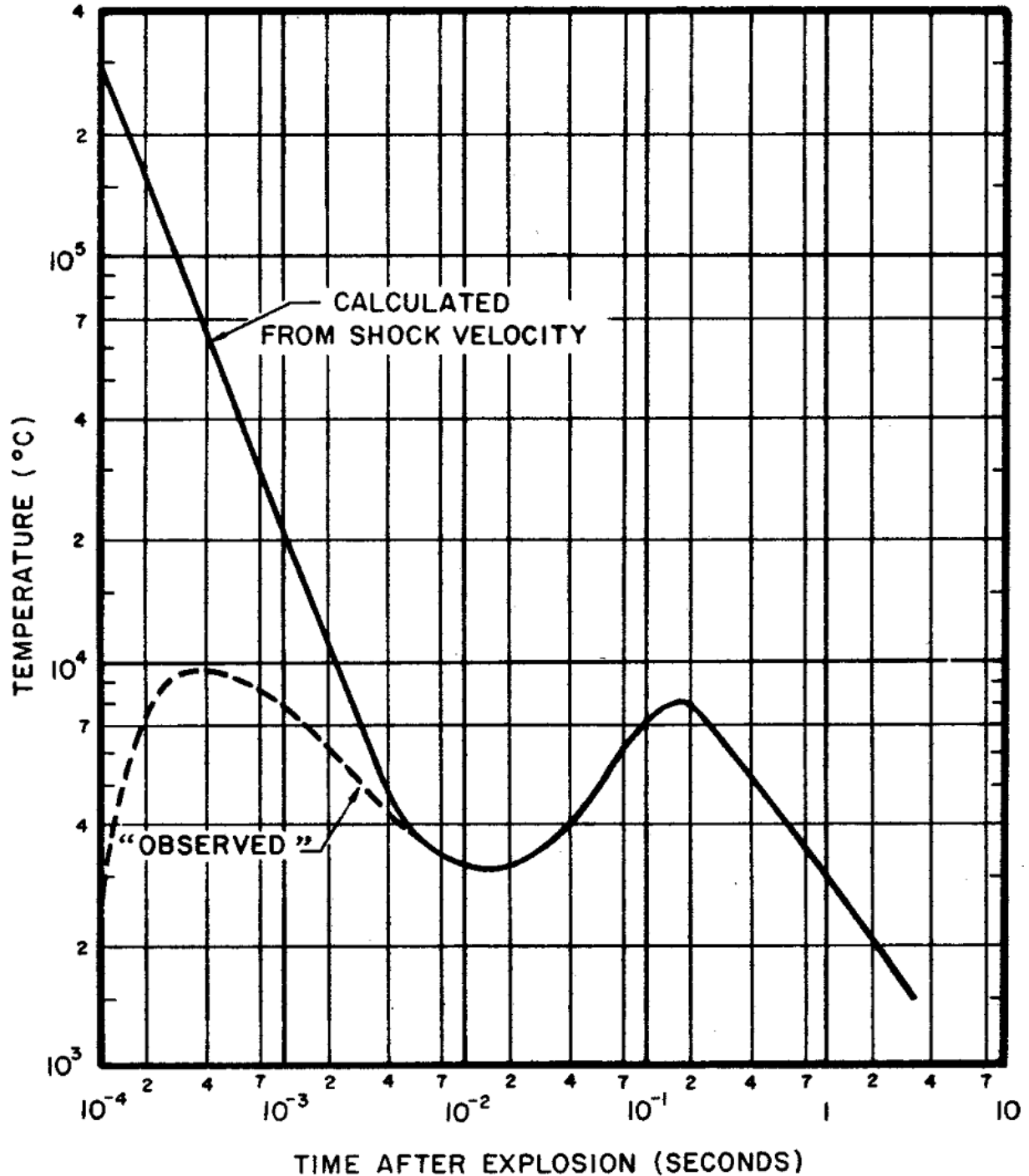
*En el siguiente grafico hay dos curvas ,define el radio de la nube tipo seta (en millas), y en la otra curva su altitud en miles de pies, ambos en el eje Y, mientras que en el eje X define la potencia del arma en kilotones.



*En el siguiente grafico podemos observar el radio en pies de la bola de fuego de una bomba de 20 kilotones en funcion del tiempo de explosion hasta 1 segundo.



*En el siguiente gráfico muestra la temperatura en una bomba de 20 kilotones desde los 300000°C iniciales calculados desde la velocidad de choque, y la real observada en ese periodo de entre los 0,0001 y 0,004 segundos en líneas discontinuas.



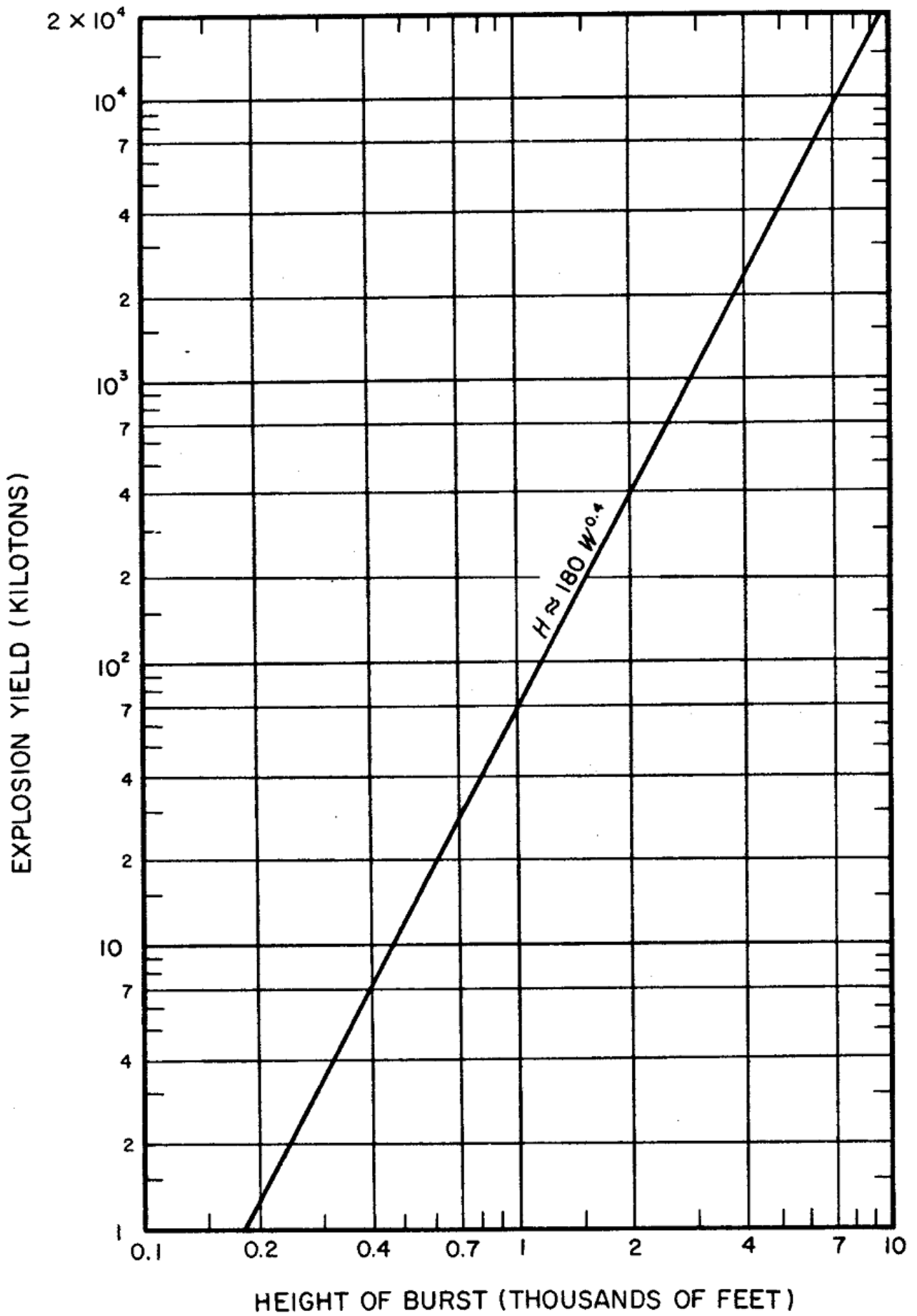
*Después de los 0,004 segundos hasta casi 4 segundos analizados, la temperatura descenderá a 3000°C en 0,001 segundos, y ascenderá a un pequeño pico de 8000°C a los 0,2 segundos, luego descenderá linealmente.

*La relación del radio medio en superficie se da aproximadamente por la siguiente aproximación $R=90 \cdot W^{0.4}$ Donde (R) es el radio térmico mínimo de la bola de fuego en pies, y (W) es la energía en kilotones

*Para detonaciones en el aire , el radio de la bola de fuego (at breakaway) for air burst , es $R=110 \cdot W^{0.4}$

*Para detonaciones en contacto con la superficie el radio de la bola de fuego es (at breakaway) for contact surface burst $R=145 \cdot W^{0.4}$

*Relacionado con el tamaño de la bola de fuego en cuestión de la altura de la explosión en la que la lluvia temprana deja de ser un problema serio (maximum for local fallout) $H=180 \cdot W^{0.4}$ H =altura en (pies)

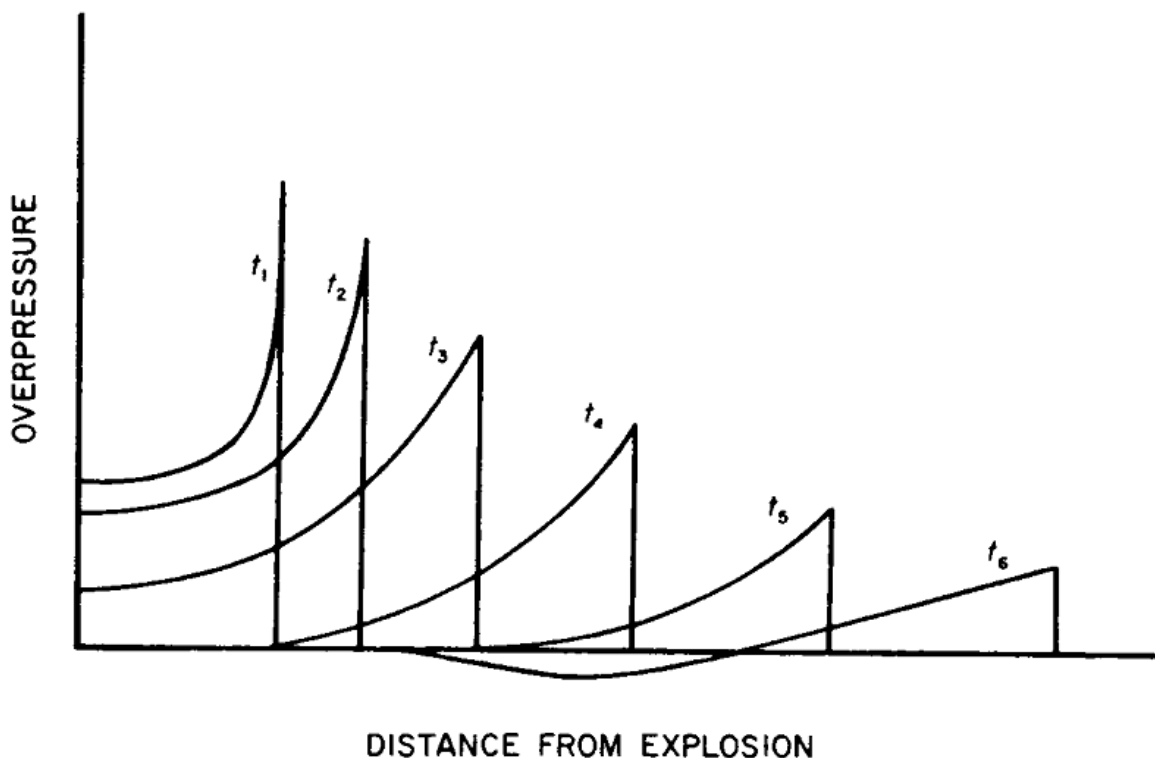


Fenomeno del aire fluorecente:

*Hay varias transiciones en los efectos fluorescentes, esto es, la emision visible de radiaciones ultravioleta por muy pocos periodos de tiempo, acompañado por las explosiones nucleares en la atmosfera y altas altitudes. Estos efectos surgen desde la excitacion electronica (y ionizacion) de atomos y moleculas in el aire resultado de interacciones con alta energia de rayos X de la bola de fuego, or con rayos gamma, netrones, particulas beta, o otras perticulas cargadas con suficiente energia. El exceso de energia de los atomos excitados, moleculas, y iones, es entonces emitida rapidamente la radiacion fluorecente

Caracteristicas de la Onda de Choque:

*A medida que la onda de choque viaja en el aire lejos de su fuente, la sobrepresión en la parte delantera disminuye constantemente , y la presión detrás de la parte delantera se cae de una manera regular. Después de un corto tiempo, cuando el frente de choque ha recorrido una cierta distancia de la bola de fuego, la presión detrás de la parte delantera cae por debajo de la de la atmósfera circundante y la llamada "fase negativa" de las formas de onda explosiva . Este desarrollo se ve en la figura siguiente , que muestra las sobrepresiones en seis veces sucesivas , indicados por los números 1, 2 , 3, 4 , 5 y 6 .



Las curvas marcadas desde t1 hasta t3, la presión en la onda de choque no ha caído por debajo de la ambiente , pero en la curva marcada t6 se ve que , a cierta distancia detrás del frente de choque la sobrepresión tiene un valor negativo . En esta región la presión de aire está por debajo de la de la atmosférica original (o ambiente) , por lo que hay una subpresión en lugar de existir una sobrepresión.

*La presión dinámica es proporcional a el cuadrado de la velocidad del viento y a la densidad del aire detrás del choque frontal. Ambas de esas cantidades pueden estar relacionados con la sobrepresión en condiciones ideales en el frente de la onda de choque por ciertas ecuaciones que se verán mas adelante (Ref-1) 3.55

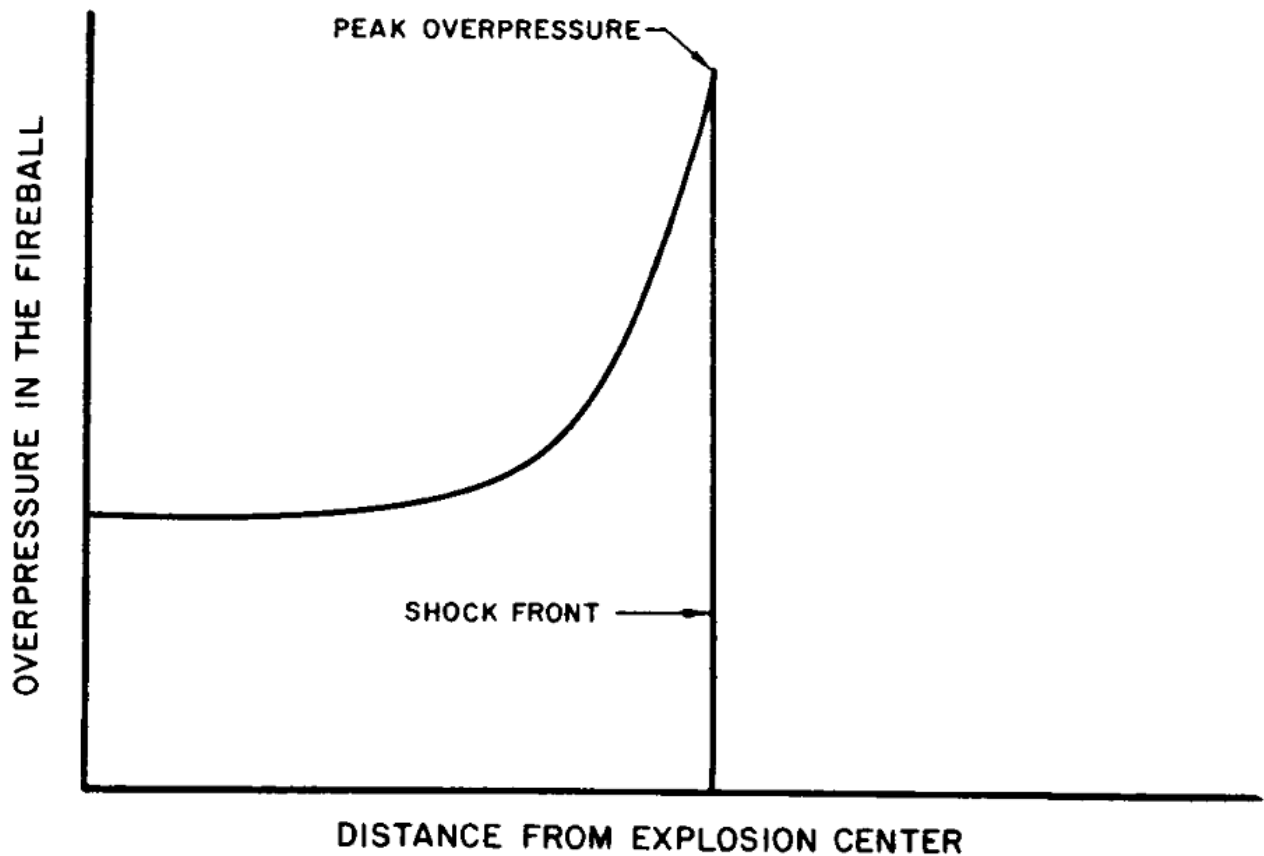
En el siguiente grafico, la sobrepresión pico (libras por pulgadas cuadradas), y la presión dinámica (libras por pulgadas cuadradas) y la máxima velocidad de viento (millas por hora), en el aire al nivel del mar calculada para un choque frontal en las condiciones ideales

Tabla 3.07

PEAK OVERPRESSURE AND DYNAMIC PRESSURE AND MAXIMUM WIND VELOCITY IN AIR AT SEA LEVEL CALCULATED FOR AN IDEAL SHOCK FRONT

Peak overpressure (pounds per square inch)	Peak dynamic pressure (pounds per square inch)	Maximum wind velocity (miles per hour)
200	330	2,078
150	222	1,777
100	123	1,415
72	74	1,168
50	41	934
30	17	669
20	8.1	502
10	2.2	294
5	0.6	163
2	0.1	70

Siendo (PEAK OVERPRESSURE) el máximo valor de la onda de choque frontal, representada en el siguiente grafico:

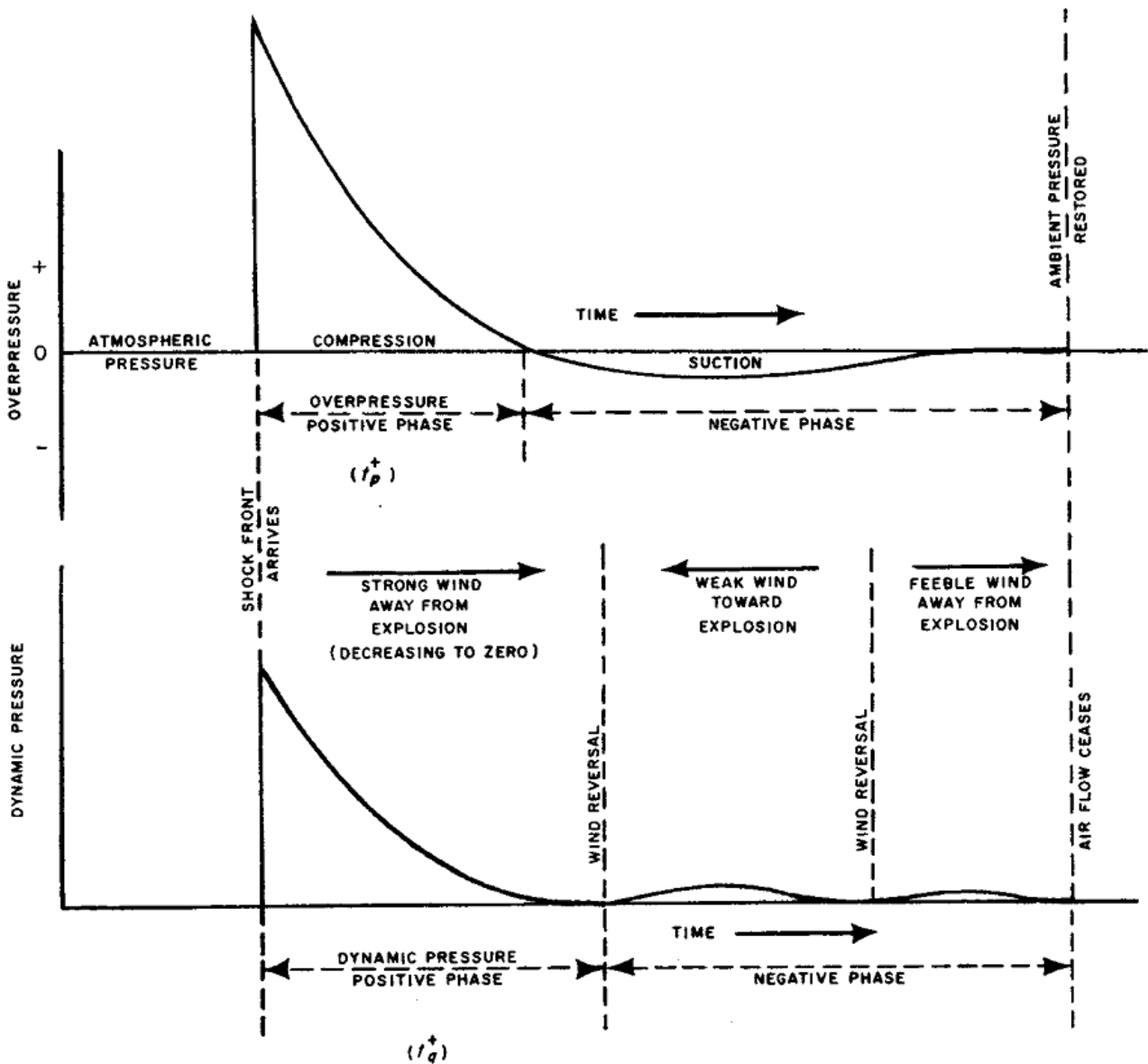


*Para los choques muy fuertes la presión dinámica de pico es mayor que la sobrepresión máxima, pero por debajo de 70 libras por pulgada cuadrada de sobrepresión a nivel del mar, la presión dinámica es la más pequeña. Al igual que excedía la sobrepresión de choque pico generalmente disminuye al aumentar la distancia desde el centro de la explosión, aunque a un ritmo diferente. Algunos picos de presión dinámicos y velocidades máximas del viento de la explosión que corresponden a diferentes sobrepresiones máximas, calculados para un frente de choque ideal en el aire a nivel del mar (3.53) se dan en la Tabla 3.07. Los resultados se basan en los 1116 pies por segundo (761 millas por hora) como la velocidad del sonido en el aire (ver tabla 3.66)

Cambios en la onda de choque en el tiempo:

Cuando el (ideal) frente de choque llega al punto de observación, la sobrepresión aumentará bruscamente desde cero hasta su valor máximo (o pico).

Posteriormente, el exceso de presión disminuye , como se indica por la curva superior de siguiente figura. La sobrepresión se reduce a cero en un corto tiempo, y esto marca el final de la fase positiva (o de compresión) de la sobrepresión en el lugar dado. La duración de la sobrepresión fase aumenta positivas con el rendimiento energético y la distancia de la explosión. Para una ráfaga de aire 20 kilotones , por ejemplo, esta fase dura aproximadamente 1 segundo a 1,4 segundos a intervalos de inclinación de 1 a 2 millas ; para una explosión de 1 megatón , las duraciones respectivas serían de aproximadamente 1,4 a 2,3 segundos



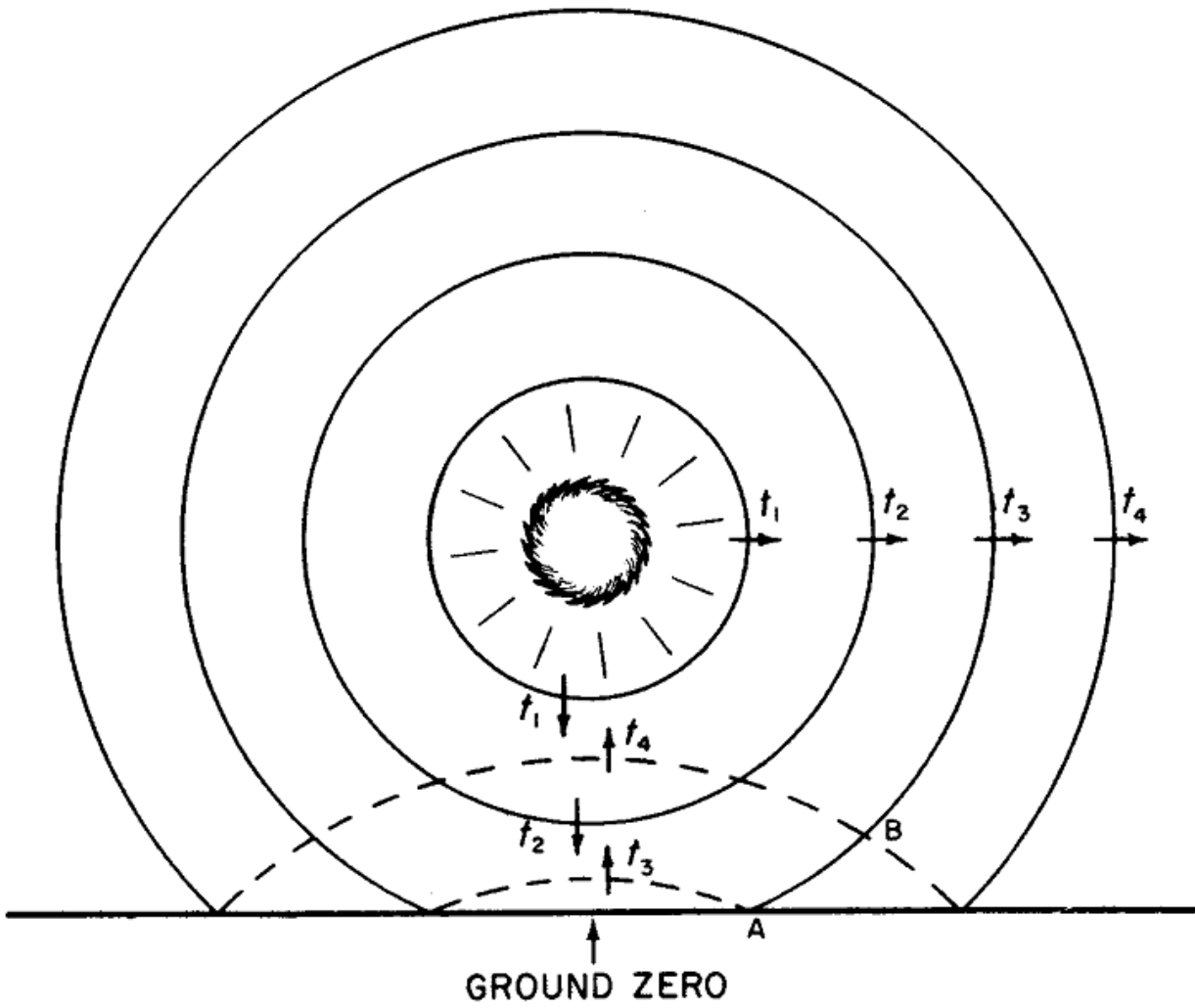
Reflexion de la onda de choque en la superficie:

Cuando la onda incidente de choque de una explosión en el aire golpea a un medio más denso como la superficie de la tierra, ya sea tierra o el agua , que se refleja en ondas en estas circunstancias se representa en la siguiente figura 3.21 . Esta figura muestra cuatro etapas en el movimiento hacia fuera de la onda de choque esférica , procedentes de una explosión en el aire . En la primera etapa el frente de onda no ha llegado a la tierra ; la segunda etapa es algo más tarde en el tiempo, y en la tercera etapa , que sigue siendo más tarde, una onda reflejada , indicada por la línea de trazos , se ha producido

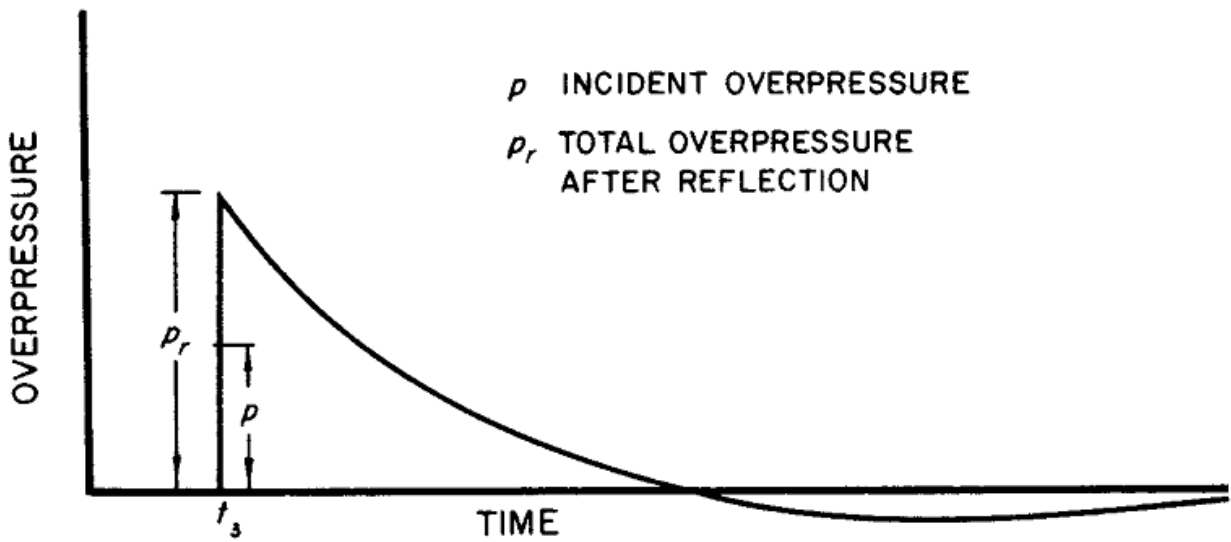
Cuando se produce tal reflexión, una persona o un objeto , precisamente, en la superficie experimentará un aumento de presión única , ya que la onda reflejada se forma instantáneamente. En consecuencia, el exceso de presión en la superficie se considera generalmente que es enteramente una presión reflejada. Para obtener una superficie lisa (o ideal), el total reflejado de la sobrepresión en la región mas cercana de la zona cero será más del doble del valor de la sobrepresión de pico de la onda incidente explosión. El valor exacto del pico refleja la presión que dependerá de la fuerza de la onda incidente (3,56) y el ángulo en el que incide sobre la superficie (3,78) .

La naturaleza de la superficie también tiene un efecto importante (3,47) , pero por el momento se supone que la superficie al ser lisa, actúa como un reflector ideal. La variación en sobrepresión con el tiempo , como se observa en un punto realmente en la superficie no demasiado lejos de la zona cero , tal como A en la figura 3.21 , se representa en la figura 3.22 para un frente de choque ideal. El punto A puede ser considerado como que atraviesa la Comunidad de reflexión "regular ", donde las ondas incidentes y reflejadas no se fusionan , excepto en la superficie .

A continuacion se muestran dos imagenes, la fig 3.21 y la 3.22 respectivamente.



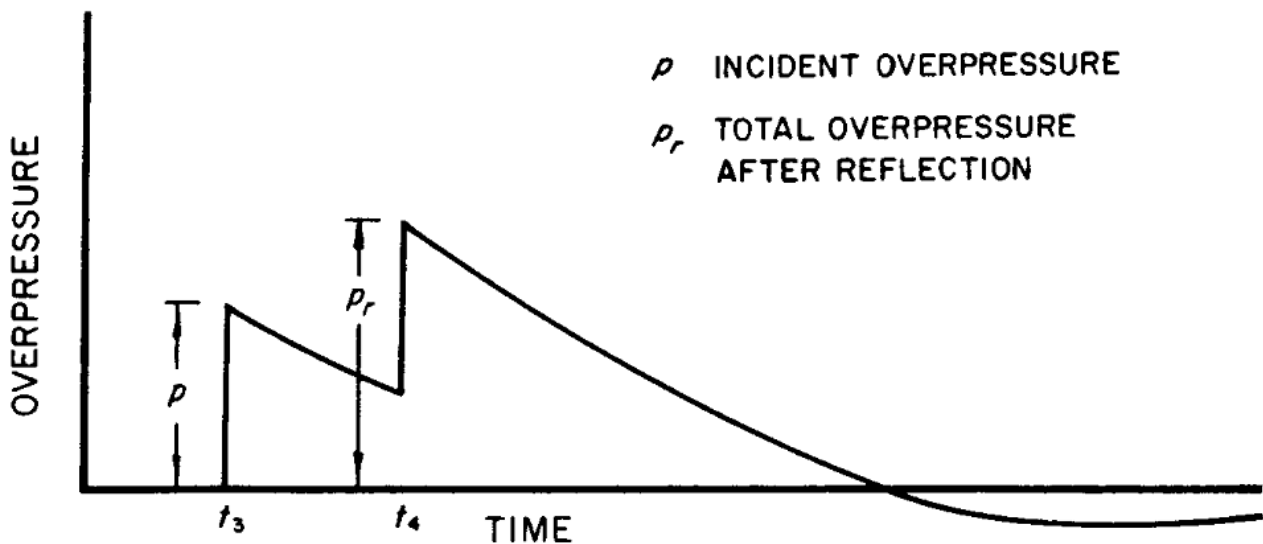
(fig3.21)



(fig 3.22)

En cualquier lugar algo por encima de la superficie de esta región, se sentirán dos choques separados, el primer sera debido a la onda incidente y la segunda explosión de la onda reflejada, que llega un poco más tarde (Fig. 3.23).

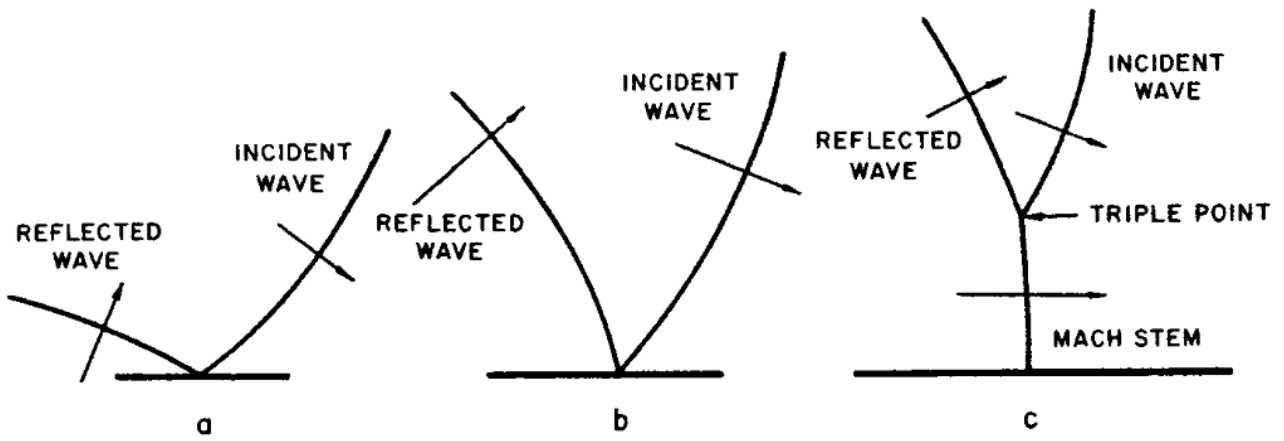
Esta situación se puede ilustrar considerando el punto B en la figura. 3.21, también en la región de reflexión regular. Cuando el frente de onda incidente llega a este punto, en el tiempo t_3 , la onda reflejada esta todavía a cierta distancia. Habrá, por lo tanto, un corto intervalo de tiempo antes de que la onda reflejada alcance el punto por encima de la superficie en el tiempo t_4 . Entre t_3 y t_4 , la onda reflejada se ha extendido hacia fuera en cierta medida, de modo que su sobrepresión de pico será menor que el valor obtenido en la superficie. En la determinación de los efectos de la corriente de aire en las estructuras en la región de reflexión regular, puede ser necesario tener en cuenta la magnitud y también las direcciones del movimiento tanto de la ondas incidente y reflejada. Después del paso de la onda reflejada, la dirección del viento transitorio cerca de la superficie se convierte esencialmente en horizontal.



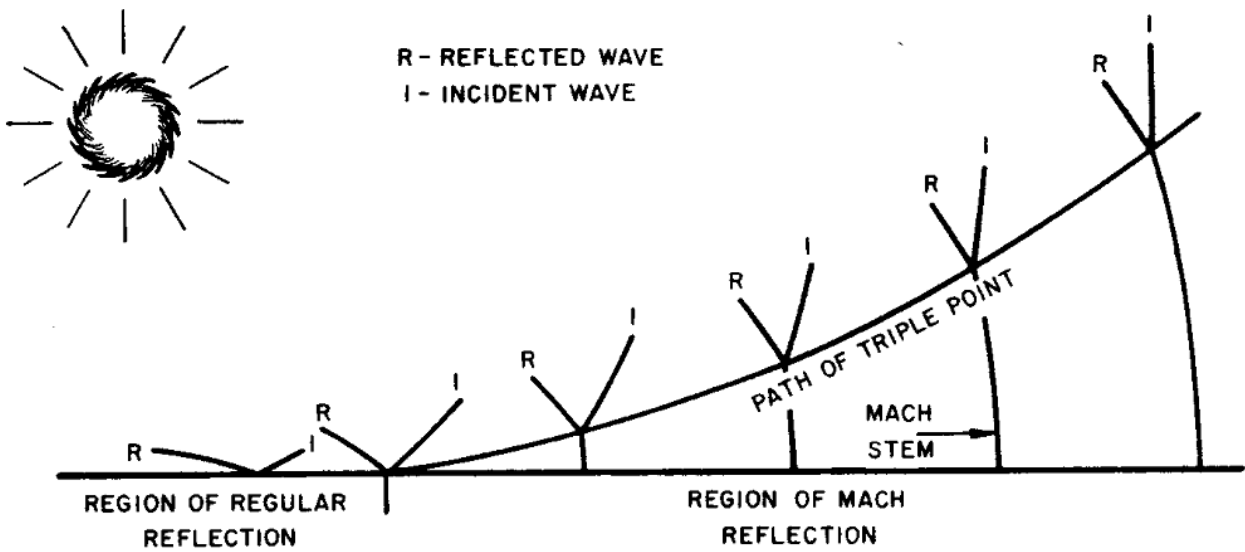
(fig 3.23)

La siguiente discusión con la relativa demora entre la llegada del incidente y frentes de onda reflejados en un punto por encima de la superficie, tal como B en la Fig. 3.21, se basa en la suposición tácita de que las dos ondas viajan con velocidades aproximadamente iguales. Esta suposición está razonablemente justificada en las primeras etapas, cuando el frente de onda no está lejos de la zona cero. Sin embargo, será evidente que la onda reflejada siempre viaja a través del aire que se ha calentado y comprimido por el paso de la onda incidente. Como resultado, el frente de onda reflejada se mueve más rápido que la onda incidente y, bajo ciertas condiciones, con el tiempo se adelanta de modo que los dos frentes de onda se combinan para producir un solo frente. Este proceso de interacción de la onda se llama "Mach" o reflexión irregular". La región en la que las dos ondas se han fusionado, por tanto, se llama el Mach (o irregular) región en contraste con la región normal en la que no se han fusionado.

La fusión del incidente y las ondas reflejadas se indica esquemáticamente en la Fig. 3.25, que muestra una porción del perfil de la onda de explosión cerca de la superficie. La situación en un punto bastante cerca de la zona cero, tal como A en la Fig. 3.21, se representa en la Fig. 3.25A. En una etapa posterior, más lejos de la zona cero, como en la Fig. 3.25b, el frente más pronunciada de la onda reflejada muestra que viaja más rápido que, y está superando, la onda incidente. En la etapa representada por la Fig. 3.25c, la onda reflejada cerca del suelo ha superado y se fusionó con la onda incidente para formar un solo frente llamado el " tallo Mach ". El punto en el que la onda incidente, la onda reflejada, y los frentes de Mach conocer que se conoce como el " punto triple ". 2 La configuración de los tres frentes de choque ha sido llamado el " Mach Y.



(fig 3.25)



(fig 3.26)

A medida que la onda reflejada continúa para superar a la onda incidente, las subidas de punto triple y la altura de los aumentos madre Mach (Fig. 3.26). Cualquier objeto situado ya sea en o sobre el suelo, dentro de la región Mach y por debajo de la trayectoria de punto triple, experimentará una sola descarga. El comportamiento de este se fusionó (o Mach) de onda es la misma que la descrita anteriormente para las ondas de choque en general. La sobrepresión en un lugar determinado se caerá con el tiempo y la fase positiva (compresión) será seguida de una fase negativa (succión) en la forma usual.

Propiedades de la onda expansiva ideal:

La velocidad de choque , U , es expresada por $U=c_0 \cdot \sqrt{1+\frac{\gamma+1}{2\gamma} \cdot \frac{p}{P_0}}$, en donde c_0 es la velocidad ambiente de sonido (por delante del frente de choque) , p es la sobrepresión máxima (detrás del frente de choque) , P_0 es la presión ambiente (por delante del frente de choque), y γ es la relación de los calores específicos del medio , es decir , aire . Si γ se toma como 1,4 , que es el valor a temperaturas moderadas , la ecuación para la velocidad de choque se

convierte en la siguiente expresion: $U=c_0 \cdot \sqrt{1+\frac{6p}{7P_0}}$

La velocidad de la partícula (o la velocidad del viento pico detrás del frente de choque) , u , viene dada por $u=\frac{c_0 \cdot p}{\gamma \cdot P_0} \cdot \sqrt{1+\frac{\gamma+1}{2\gamma} \cdot \frac{p}{P_0}}$ de modo que para el aire

tenemos la siguiente expresion : $u=\frac{5p}{7P_0} \cdot \frac{c_0}{\sqrt{1+\frac{6p}{7P_0}}}$

La densidad , ρ , del aire detrás del frente de choque está relacionado con la

densidad ambiente, ρ_0 , por la siguiente expresion: $\frac{\rho}{\rho_0}=\frac{2\gamma P_0+(\gamma+1)p}{2\gamma P_0+(\gamma-1)p}=\frac{7+\frac{6p}{P_0}}{7+\frac{p}{P_0}}$

La presión dinámica , q , se define por la siguiente expresión: $q=\frac{1}{2}\rho u^2$

de manera que la energía cinética por unidad de volumen de aire que está inmediatamente detrás del frente de choque ; esta cantidad tiene las mismas dimensiones que la presión. La introducción de las ecuaciones de Rankine - Hugoniot para ρ y u dada anteriormente, conduce a la siguiente relación:

$$q = \frac{p^2}{2\gamma P_0 + (\gamma - 1)p} = \frac{5}{2} \cdot \frac{p^2}{7P_0 + p} \quad \text{ec(3.55.1)}$$

Entre el pico de presión dinámica en el aire y el exceso de presión pico y la presión ambiente. Las variaciones de la velocidad del choque, de partículas (o pico a viento) la velocidad y la presión dinámica pico con pico de la sobre-presión a nivel del mar, como se deriva de las ecuaciones anteriores se muestran gráficamente en la siguiente figura 3.55, donde muestra la relación ideal de las características de la onda de choque, en el choque frontal frente a la sobrepresión de pico.

Peak reflected pressure for normal incidence (PSI).

Pico reflejado de presión para una incidencia normal (PSI).

Peak overpressure.

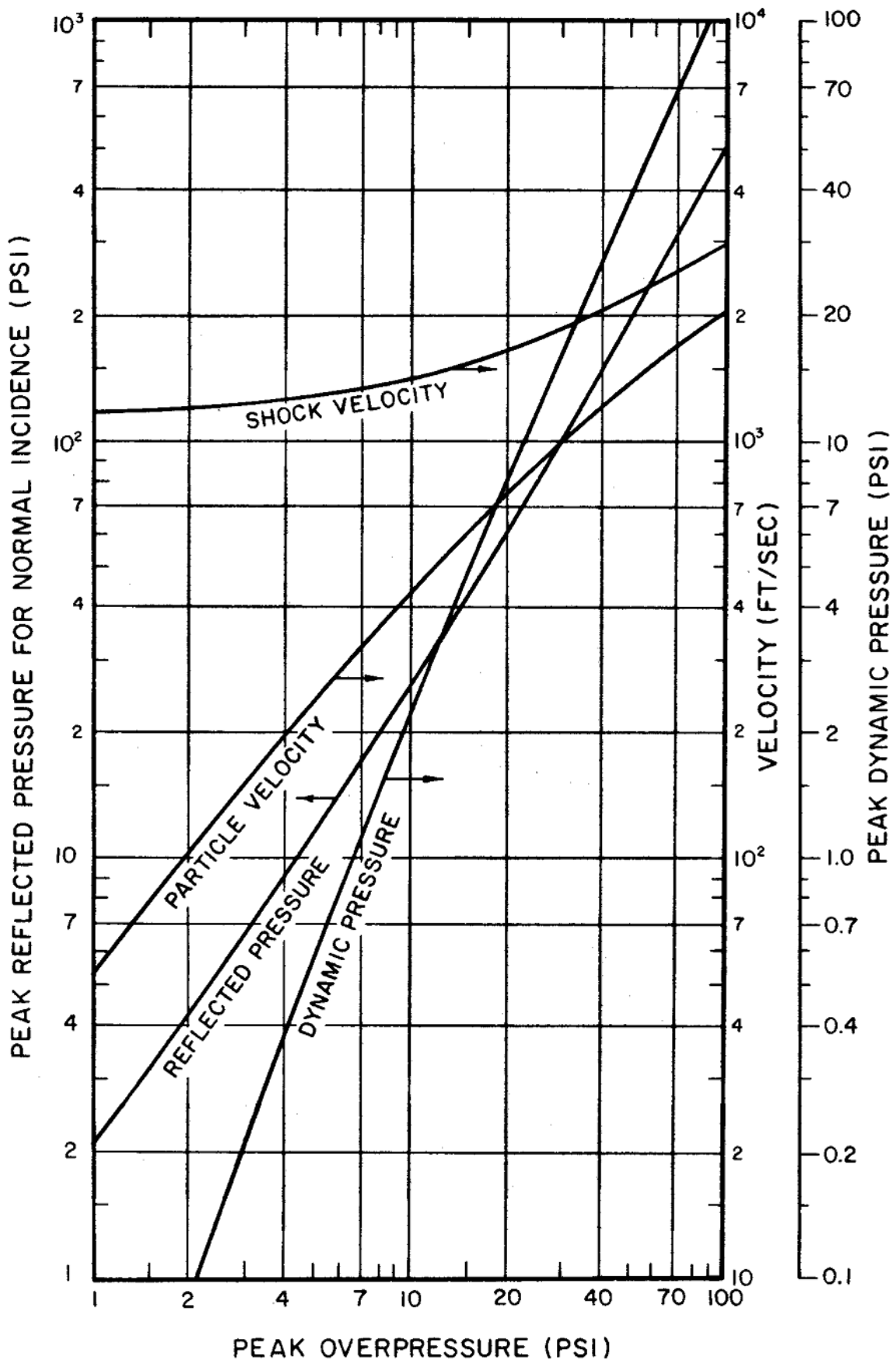
Sobrepresión pico.

Peak dynamic pressure.

Presión dinámica pico.

Velocity (FT/SEC)

Velocidad pies por segundo



(fig 3.55)

Cuando la onda expansiva golpea una superficie plana, como la de una estructura, en incidencia normal, es decir, en la cabeza, el valor instantáneo (pico) de la sobrepresión reflejada, p_r , está dada por la siguiente expresión:

$$p_r = 2p + (\gamma + 1)q \quad (3.56.1)$$

Al usar la ecuación (3.55.1) para el aire, esta se convierte en la siguiente

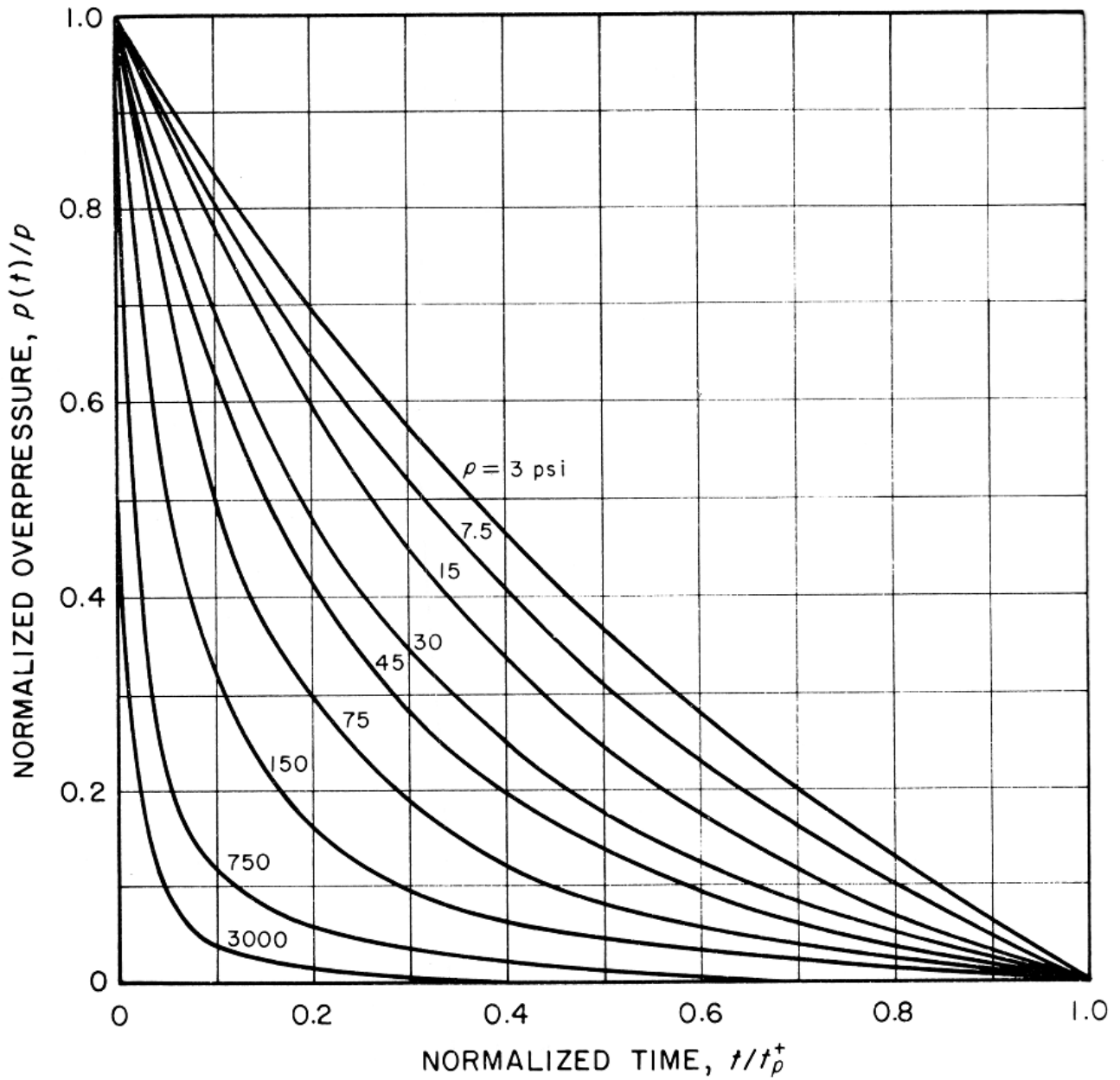
expresión:
$$p_r = 2p \cdot \frac{7P_0 + 4p}{7P_0 + p} \quad (3.56.2).$$

Se puede observar a partir de la ecuación (3.56.2) que el valor de p_r se acerca $8p$ para valores muy grandes de la sobrepresión incidente y la presión dinámica (golpes fuertes), y tiende hacia $2p$ para pequeñas sobrepresiones y pequeñas presiones dinámicas (choques débiles). Es evidente a partir de la ecuación (3.56.1) que el aumento de la sobrepresión reflejada por encima del valor esperado es de dos veces el valor incidente es decir, $2p$, es debido a la presión dinámica (o el viento). La sobrepresión reflejada surge de la variación del momento cuando el aire en movimiento cambia de dirección como resultado de golpear la superficie.

Una curva que muestra la variación del pico instantáneo se refleja en la presión, con la sobrepresión incidente pico, para incidencia normal sobre una superficie plana, se incluye en la Fig. 3.55.

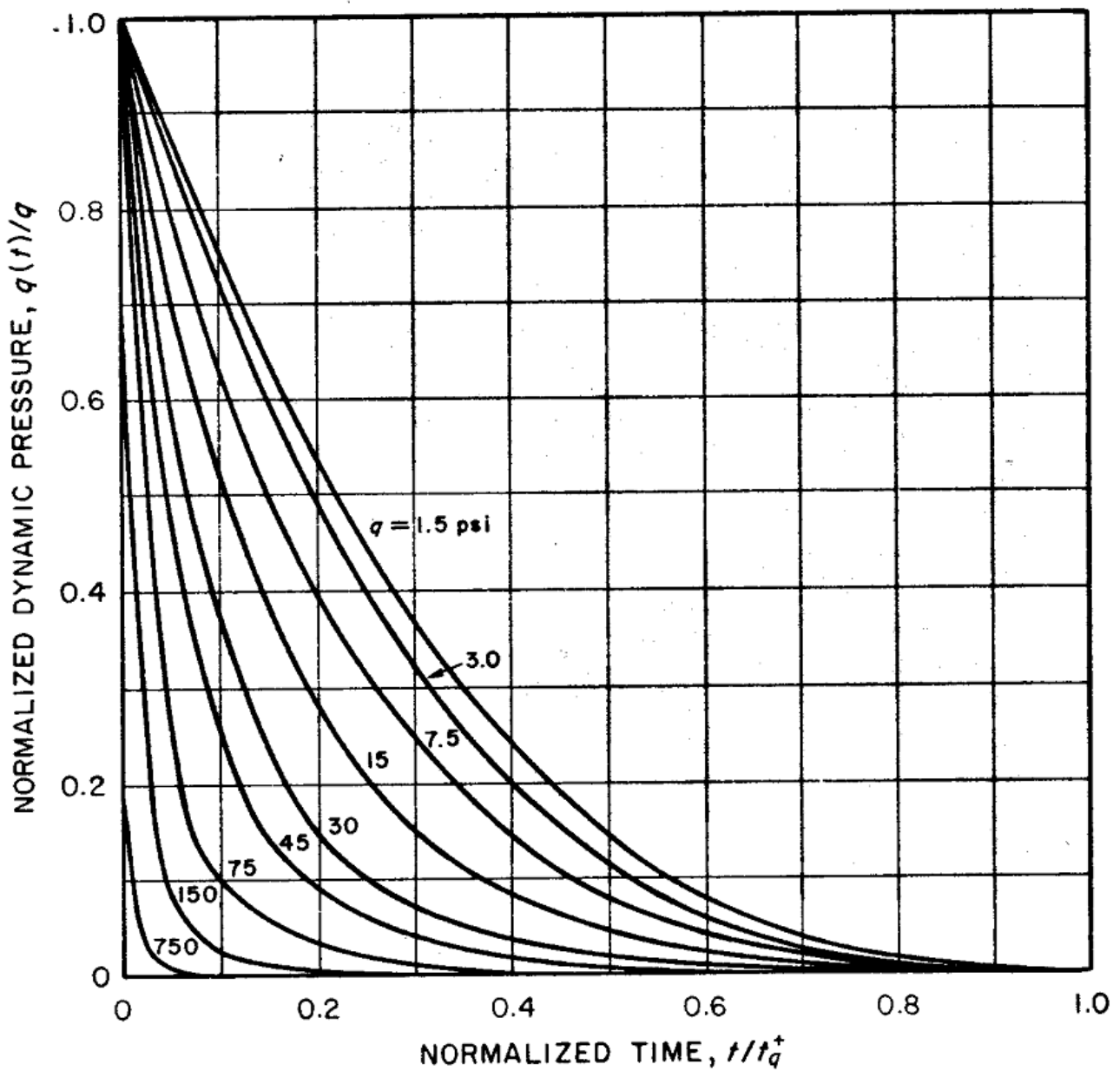
Las ecuaciones (3.55) dan los valores máximos de los distintos parámetros de la explosión en el frente de choque. La variación de la sobrepresión en un punto dado en el tiempo después de su llegada a dicho punto ha sido obtenido por integración numérica de las ecuaciones de movimiento y los resultados se representan en la Fig. 3.57. En estas curvas "normalizadas" sobre la presión, definidos por $p(t)/p$, donde $p(t)$ es la sobrepresión en el tiempo t después de la llegada del frente de choque y p es la sobrepresión de pico, se da como una función de el tiempo "normalizada", t/t_p^+ donde t_p^+ es la duración de la fase positiva de sobrepresión.

El parámetro indicado en cada curva es la sobrepresión pico a que se refiere dicha curva. Se ve, por lo tanto, que la variación de la sobrepresión normalizada (y real) con el tiempo depende de los valores de pico de sobrepresión de t_p^+ ; para varias condiciones de ráfaga se dan en la Fig. 3.76.



(fig 3,57)

Del mismo modo, la variación de la presión dinámica normalizada, $q(t)/q$, con el tiempo normalizado, t/t_q^+ , donde t_q^+ es la duración de la fase positiva de presión dinámica, depende del valor de pico de la presión dinámica. Esto se muestra por las curvas de la Fig. 3,58 para varios valores indicados de la presión dinámica de pico; los valores de t_q^+ requerido para su uso con esta figura se encuentran en la figura 3.76. Cabe señalar que, dado que la duración de la fase de presión positiva dinámica es algo más larga que el de la sobrepresión, es decir, t_q^+ es más largo que t_p^+ , Figs. 3.57 y 3.58 no tienen una base de tiempo común.



(fig 3,58)

*Otro parámetro importante es el daño explosión "impulso", que tiene en cuenta la duración de la fase positiva y la variación de la sobrepresión durante ese tiempo. Impulse (por unidad de área) se puede definir como el área total bajo la curva de la variación de sobrepresión en el tiempo. El impulso de sobrepresión fase positiva (por unidad de área) , I_p^+ , puede entonces ser representada matemáticamente por

$$I_p^+ = \int_0^{t_p^+} p(t) dt,$$

donde $p(t)$ is obtenido en la fig(3,57) para cualquier sobrepresion entre 3 y 3000psi. El impulso dinámico fase positiva se define por una expresión similar en el que $q(t)$ y t_q^+ reemplazan $p(t)$ y t_p^+ , respectivamente.

Leyes de escala:

Teóricamente, una presión dada se producirá a una distancia de una explosión que es proporcional a la raíz cúbica de la producción de energía . ensayos a escala real han demostrado esta relación entre la distancia y el rendimiento de energía para mantener los rendimientos hasta (e incluyendo) el rango de megatones.

Por lo tanto , el cubo de escala de la raíz se puede aplicar con confianza a través de una amplia gama de energías de explosión. De acuerdo con esta ley, si (D_1) es la distancia (o distancia oblicua) a partir de la explosión de una referencia de (W_1) , kilotones a la que se alcanza una cierta sobrepresión o la presión dinámica, entonces para cualquier explosión de energía kilotones (W) estas mismas presiones tendrán lugar a una distancia (D) administrada por la presión.

$$\frac{D}{D_1} = \left(\frac{W}{W_1} \right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{Ec (3.61.1)}$$

Como se indicó anteriormente , la explosión de referencia se elige convenientemente como si tuvieramos un rendimiento energético de 1 kilotones , de modo que $W_1=1$. De ello se deduce , por lo tanto , de la ecuación (3.61.1) es

tal que así: $D = D_1 \cdot W^{\frac{1}{3}}$ (3.61.2)

Donde D_1 se refiere a la distancia oblicua desde una explosión de 1 kiloton. En consecuencia, si no se especifica la distancia D , entonces el valor de la energía de la explosión, W , requerido para producir un determinado efecto, por ejemplo, una sobrepresión de pico dado, se puede calcular. Alternativamente, si no se especifica la energía, W , el rango apropiado, D , se puede evaluar a partir de la ecuación (3.61.2).

Al comparar las ráfagas de aire que tienen diferentes rendimientos de energía, es conveniente introducir una altura a escala de ráfaga, se define como:

$$\text{Altura a escala del estallido} = \frac{\text{Altura real del estallido}}{W^{\frac{1}{3}}}$$

Para explosiones de diferentes energías que tienen la misma altura a escala de ráfaga, la ley de escala raíz cúbica puede ser aplicado a distancias de punto cero, así como para distancias de la explosión. Por lo tanto, si d_1 es la distancia desde el punto cero en el que un exceso de presión en particular o la presión dinámica se produce para una explosión de 1 kiloton, a continuación, para una explosión de energía kilotones (W) se observarán las mismas presiones a una distancia d determinada por la relación: $d = d_1 \cdot W^{\frac{1}{3}}$ (3.62.1).

Esta expresión puede ser utilizada para los cálculos del tipo mencionado en el párrafo anterior, excepto que las distancias que sean de la zona cero en lugar desde la explosión (rangos de inclinación).

La escalabilidad del cubo de la raíz también se puede aplicar a la hora de la llegada del frente de choque, la duración de fase positiva, y el impulso de fase positiva, con el entendimiento de que las distancias son en sí mismo a escala de acuerdo con la ley del cubo de la raíz. Las relaciones (por estallidos de la misma altura a escala) pueden expresarse en la forma:

$$\frac{t}{t_1} = \frac{d}{d_1} = \left(\frac{W}{W_1}\right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{y} \quad \frac{I}{I_1} = \frac{d}{d_1} = \left(\frac{W}{W_1}\right)^{\frac{1}{3}}$$

donde t_1 representa la hora de llegada o la duración de fase positiva y I_1 es el impulso de fase positiva de la explosión de una referencia de W_1 de energía , y t y I , se refieren a cualquier explosión de energía W ; como antes , d_1 y d son las distancias de la zona cero . Si W_1 se toma como 1 kiloton , a continuación, las diversas cantidades se relacionan como siguen:

$$t = t_1 \cdot W^{\frac{1}{3}} \text{ a una distancia } d = d_1 \cdot W^{\frac{1}{3}} \text{ , y } I = I_1 \cdot W^{\frac{1}{3}} \text{ a una distancia } d = d_1 \cdot W^{\frac{1}{3}} .$$

Ejemplos del uso de las ecuaciones desarrolladas anteriormente se dará más tarde.

Correcciones de Altitud:

Las relaciones generales que tienen en cuenta el hecho de que la temperatura absoluta T y la presión P ambiente no son los mismos que T_0 y P_0 , respectivamente , en la referencia la explosión de (1 kiloton) al ambiente a nivel del mar, son los siguientes. Para la sobrepresión sera da la siguiente

expresion:
$$p = p_1 \cdot \frac{P}{P_0} \quad (3.65.1)$$

donde p es la sobrepresión en la altura y p_1 la es al nivel del mar . El valor corregido de la distancia de la zona cero para el nuevo nivel de sobrepresión es

entonces por
$$d = d_1 \cdot W^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{P_0}{P}\right)^{\frac{1}{3}} \quad (3.65.2)$$

Una expresión similar es aplicable a la distancia oblicua , D . La hora de llegada de duración de la fase de positiva en esta nueva distancia es:

$$t = t_1 \cdot W^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{P_0}{P}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{T_0}{T}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (3.65.3)$$

El factor $\left(\frac{T_0}{T}\right)^{\frac{1}{2}}$ aparece en esta expresión debido a que la velocidad del sonido es proporcional a la raíz cuadrada de la temperatura absoluta. Por impulso en la

altura, la relación apropiada es $I = I_1 \cdot W^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{P}{P_0}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot \left(\frac{T_0}{T}\right)^{\frac{1}{2}}$ (3.65.4)

Las ecuaciones anteriores son aplicables cuando el blanco y el punto de explosión están aproximadamente a la misma altura. Si la diferencia de altitud es inferior a unos pocos miles de pies, la temperatura y la presión a una altura media se pueden usar. Pero si la diferencia de altitud es considerable, es una buena aproximación para aplicar la corrección de la altitud deseada (3,46). Para las explosiones por encima de unos 40.000 pies, una asignación debe hacerse para los cambios en la partición de energía de la explosión (3,67).

Con el fin de facilitar los cálculos basados en las ecuaciones en el párrafo anterior, los siguientes factores han sido definidos y tabulados (tabla

3.66) : $S_p = \frac{P}{P_0}$, $S_p = \left(\frac{P_0}{P}\right)^{\frac{1}{3}}$, $S_p = \left(\frac{P_0}{P}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{T_0}{T}\right)^{\frac{1}{2}}$ así que eso:

$$p = p_1 \cdot S_p \quad (3.66.1)$$

$$D = D_1 \cdot W^{\frac{1}{3}} \cdot S_d \quad \text{y} \quad d = d_1 \cdot W^{\frac{1}{3}} \cdot S_d \quad (3.66.2)$$

$$t = t_1 \cdot W^{\frac{1}{3}} \cdot S_t \quad (3.66.3)$$

$$I = I_1 \cdot W^{\frac{1}{3}} \cdot S_p \cdot S_t \quad (3.66.4)$$

Los valores de referencia (P_0) y (T_0) son de una atmósfera estándar a nivel del mar. La presión atmosférica (P_0) es de 14.7 libras por pulgada cuadrada y la temperatura es de 15°C o 59°F, de modo que (T_0) es 519° o 288° Kelvin Rankine. En un ambiente estrictamente homogénea los factores de escala de altitud (S_p), (S_d), y (S_t) todos serían unidad y las ecuaciones (3.66.1), etc, se reducen a las de (3.65). Abajo una altitud de aproximadamente 5000 pies de los factores de escala no difieren en gran medida de la unidad y la aproximación de una atmósfera homogénea (a nivel del mar) no es serio en el error, como se mencionó anteriormente.

TABLA 3. 66

DATOS PROMEDIOS ATMOSFERICOS PARA LATITUDES MEDIAS

Altitude (feet)	Temperature (degrees Kelvin)	Pressure (psi)	Altitude Scaling Factors			Speed of Sound (ft/sec)
			S_p	S_v	S_t	
0	288	14.70	1.00	1.00	1.00	1,116
1,000	286	14.17	0.96	1.01	1.02	1,113
2,000	284	13.66	0.93	1.03	1.03	1,109
3,000	282	13.17	0.90	1.04	1.05	1,105
4,000	280	12.69	0.86	1.05	1.07	1,101
5,000	278	12.23	0.83	1.06	1.08	1,097
10,000	268	10.11	0.69	1.13	1.17	1,077
15,000	258	8.30	0.56	1.21	1.28	1,057
20,000	249	6.76	0.46	1.30	1.39	1,037
25,000	239	5.46	0.37	1.39	1.53	1,016
30,000	229	4.37	0.30	1.50	1.68	995
35,000	219	3.47	0.24	1.62	1.86	973
40,000	217	2.73	0.19	1.75	2.02	968
45,000	217	2.15	0.15	1.90	2.19	968
50,000	217	1.69	0.12	2.06	2.37	968
55,000	217	1.33	0.091	2.23	2.57	968
60,000	217	1.05	0.071	2.41	2.78	968
65,000	217	0.83	0.056	2.61	3.01	968
70,000	218	0.65	0.044	2.83	3.25	971
75,000	219	0.51	0.035	3.06	3.50	974
80,000	221	0.41	0.028	3.31	3.78	978
85,000	222	0.32	0.022	3.57	4.07	981
90,000	224	0.25	0.017	3.86	4.38	984
95,000	225	0.20	0.014	4.17	4.71	988
100,000	227	0.16	0.011	4.50	5.07	991
110,000	232	0.10	0.0070	5.23	5.82	1,003
120,000	241	0.067	0.0045	6.04	6.61	1,021
130,000	249	0.044	0.0030	6.95	7.47	1,038
140,000	258	0.029	0.0020	7.95	8.41	1,056
150,000	266	0.020	0.0013	9.06	9.43	1,073

Para tener en cuenta la fracción más pequeña del rendimiento que aparece como energía de la explosión en las zonas altas , el rendimiento real se multiplica por un " factor de eficiencia explosión " para obtener un rendimiento eficaz explosión . No hay forma sencilla de formular el factor de eficiencia explosión como una función de la altitud , ya que, a gran altura, sobrepresión varía con la

distancia de tal manera que el rendimiento de explosión efectiva es diferente a diferentes distancias . Es posible, sin embargo , para especificar los límites superior e inferior en el factor de eficiencia de explosión, como se muestra en la Tabla (3.68) por varias altitudes. Mediante el uso de este factor, junto con la presión ambiental P y la temperatura absoluta T en el punto de observación (o de destino) en las ecuaciones en (3.65) (o 3,66) , una estimación puede estar hecho de los límites superior e inferior de la explosión parámetros.

Un ejemplo de tal estimación se dará más adelante .

TABLA 3.68

FACTORES DE EFICIENCIA DE EXPLOSION PARA RÁFAGAS DE GRAN ALTITUD

Burst Altitude (feet)	Blast Efficiency Factor	
	Upper Limit	Lower Limit
40,000	1.0	0.9
60,000	1.0	0.8
90,000	0.9	0.6
120,000	0.7	0.4
150,000	0.4	0.2

Las curvas de calibración y los cálculos de propiedades de onda explosiva:

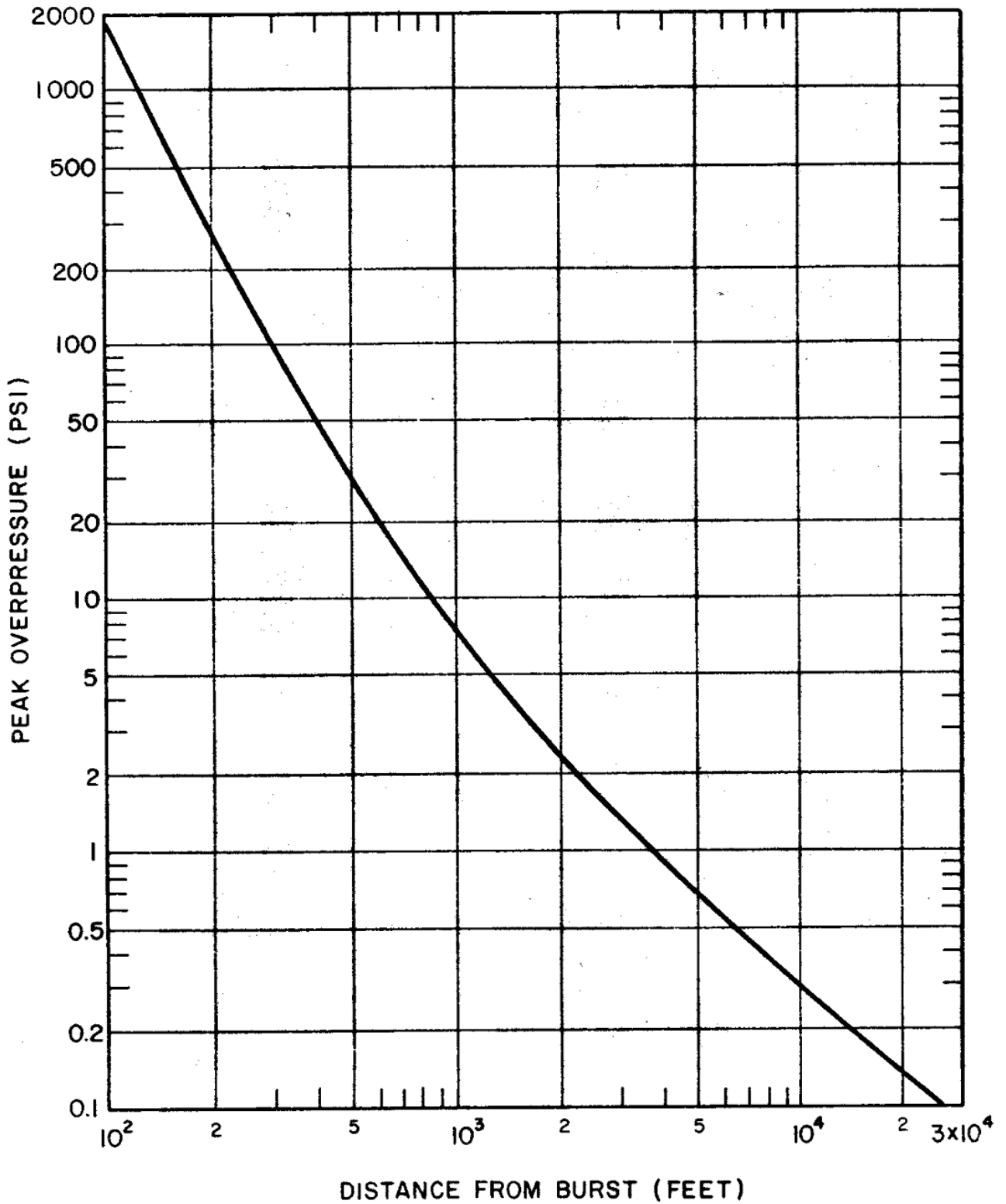
La variación de sobrepresión pico con la distancia a partir de una explosión de 1 kiloton de TNT al aire libre, es decir, una explosión en una atmósfera homogénea, donde no hay límites o superficies presentes, de una atmósfera estándar a nivel del mar se muestra en la figura (3.72). Esta curva, junto con las leyes de escala y las correcciones de altitudes descritas anteriormente, se pueden utilizar para predecir las sobrepresiones incidentes de aire para los casos en que la onda expansiva llega al objetivo sin haber sido reflejada desde cualquier superficie.

La curva de la figura (3.72) muestra la variación de la sobrepresión pico con la distancia de una explosión para 1 kiloton en una atmósfera estándar al aire libre a nivel del mar.

Escalas. Para objetivos por debajo de 5000 pies y para ráfagas de altitud por debajo de 40000 pies, el rango a la que una sobrepresión pico dada se extiende por distintos rendimientos distintos de 1 kiloton, será como la raíz cúbica del rendimiento, es decir, $D = D_1 \cdot W^{\frac{1}{3}}$ donde, dada una sobrepresión pico, D_1 es la distancia (distancia oblicua) a partir de la explosión de 1 kiloton, y (D) es la distancia desde la explosión de (W) KT.

(Para mayores altitudes de destino o de ráfaga, véase 3.64 y siguientes)

Figura (3.72)



Sobrepresión pico de ráfaga al aire libre de 1 kiloton para condiciones ambientales al nivel del mar.

Ejemplo.

Dado: Un bomba de 2 Megatones estalló a una altitud de 100.000 pies.

Encontrar: El más alto valor de sobrepresión pico excluyendo razonablemente del objetivo talvez (un avión o un misil) a una altitud de 60000 pies.

Solución: El factor de eficiencia de la explosión se basa en la altitud de ráfaga, pero el factor de escala de altitud se basa en la altitud del objetivo (3.64). El valor más alto de la sobrepresión pico ocurrirá con el límite superior del factor de eficiencia de explosión.

De la Tabla 3.68 , este límite superior para una ráfaga a una altitud de 100.000 pies es algo menor que 0,9 . Por lo tanto , el rendimiento efectivo es de aproximadamente: $0,9W=0,9 \cdot 2=1,8 MT=1800 KT$

La distancia más corta desde el punto de la ráfaga hasta el objetivo, es decir , donde la sobrepresion sera más grande , es: $D=100000-60000= 40000 \text{ pies}$

De la ecuación (3.66.2) , la distancia correspondiente a partir de 1 kiloton

para las condiciones del nivel del mar es: $D = \frac{D}{W^{\frac{1}{3}}} \cdot \frac{1}{S_d}$

A partir de la Tabla 3.66 , S_d en el objetivo de altitud de 60.000 pies es de

2,41 ; por lo tanto: $D = \frac{40000}{1800^{\frac{1}{3}}} \cdot \frac{1}{2,41} = 1360 \text{ pies}$

De la figura . 3.72 , la sobrepresión pico a una distancia de 1,360 pies a partir de 1 kiloton en condiciones del nivel del mar es de 4,2 psi. La sobrepresión que corresponde a una altitud de 60.000 pies se obtiene de la ecuación (3.66.1) y la Tabla 3.66 ; así: $p = p_1 \cdot S_p = 4,2 \cdot 0,071 = 0,30 \text{ psi}$ **0,3psi**

Las curvas de la figura. 3.73a (rango de alta presión), figura. 3.73b (rango de presión intermedia), y la fig. 3.73c (rango de baja presión) muestra la variación con la distancia desde el punto cero de la sobrepresión pico en puntos cercanos a la superficie del terreno para el aire en una explosión para 1 kilotón como una función de la altura de la explosión. Los datos correspondientes para otros rendimientos energéticos en la explosión se pueden obtener mediante el uso de las leyes de escala. Las curvas son aplicables a una atmósfera estándar a nivel del mar y condiciones de la superficie casi ideales. Las desviaciones de estas condiciones afectarán a los resultados, tal como se explica en las secciones anteriores (cf. 3.35 et seq., También el 3.79 et seq.). Se ve en las figuras, especialmente para sobrepresiones de 30 libras por pulgada cuadrada o menos, que las curvas muestran una pronunciada "rodilla". Por consiguiente, para cualquier sobrepresión especificada, hay una altura de ráfaga que se traducirá en una distancia máxima de la superficie de la zona cero a la que se extiende que la sobrepresión. Esto se denomina la altura "óptima" de la ráfaga para la sobrepresión dada.

Las curvas de la Fig. 3.73a muestran sobrepresiones pico en el suelo en el rango de alta presión como una función de la distancia de la zona cero y la altura de la explosión para 1 kiloton que estalló en una atmósfera estándar a nivel del mar. La línea quebrada separa la región de (reflexión regular) de (la región de Mach) e indica donde se forma el punto triple (3.24 y siguientes). Los datos se consideran adecuados en las condiciones de la superficie casi ideales. (Para terrenos, la superficie y los efectos meteorológicos, consult (3,35-3,43) (3,47-3,49) y (3.79)).

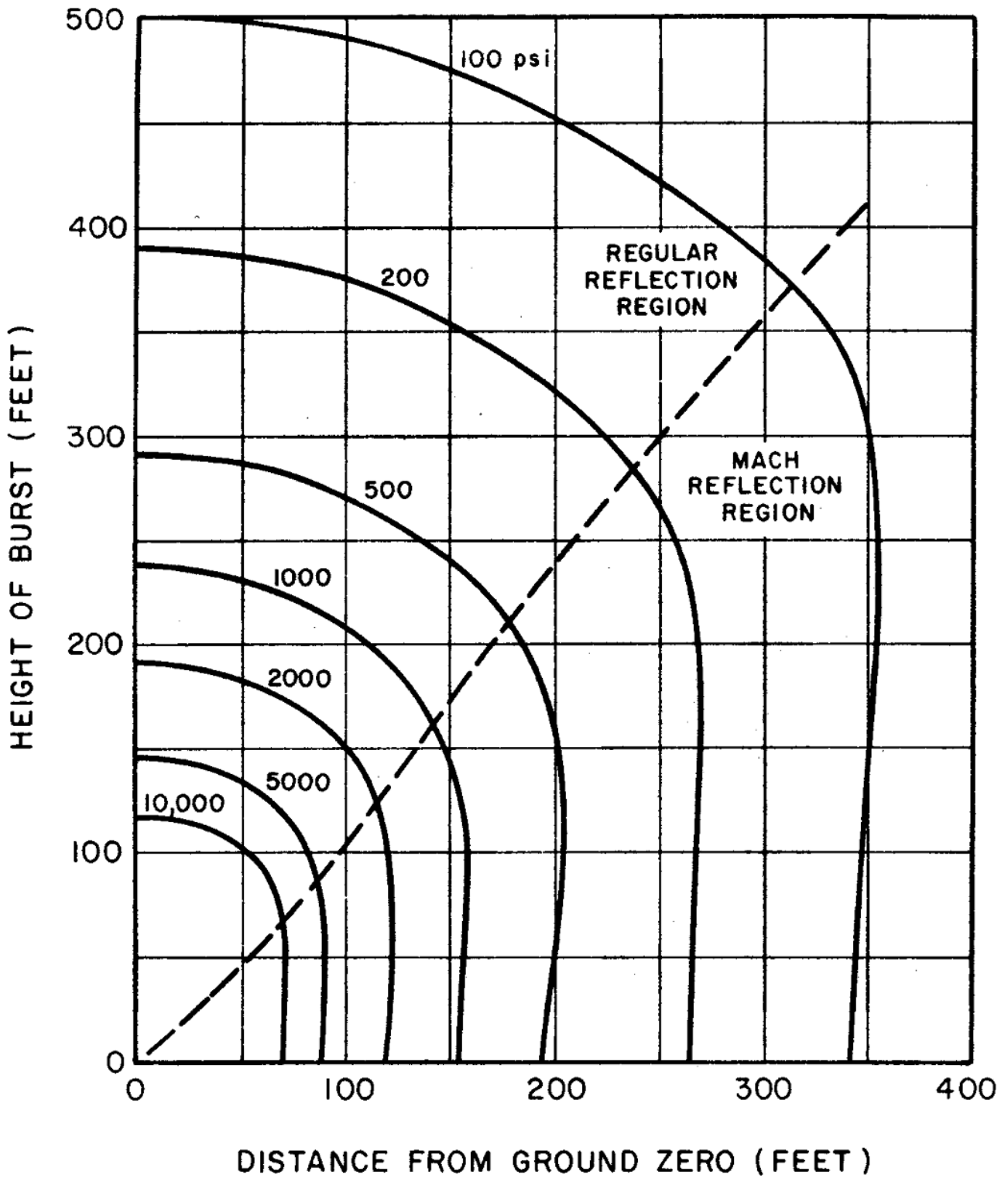
Escala: La altura de la ráfaga y la distancia de la zona cero a la que una sobrepresión dada

extiende una escala como la raíz cúbica del rendimiento, es decir: $\frac{d}{d_1} = \frac{h}{h_1} = W^{\frac{1}{3}}$ donde, por

una sobrepresión pico dada, d_1 y h_1 son la distancia de la zona cero y la altura durante la explosión para 1 kiloton, y d y h son la distancia correspondiente y la altura de la explosión por kiloton $KT(W)$. Para una altura de explosión sobre el nivel del mar de 5000 pies o menos se asume para una atmósfera homogénea.

(figura 3.73a)

Sobrepresión pico de ráfaga en el suelo para 1 kiloton (Rango de alta presión



Ejemplo

Dado: Una detonación de 80 kilotonnes (KT) a la altura de 860 pies.

Encuentra: La distancia desde la zona de impacto a la que se extienden 1000 psi de sobrepresión.

Solución: La altura correspondiente de la ráfaga para 1 kiloton (KT) , es decir ,

la altura a escala, es:
$$h_1 = \frac{h}{W^{\frac{1}{3}}} = \frac{860}{80^{\frac{1}{3}}} = 200 \text{ pies.} \quad d = d_1 \cdot W^{\frac{1}{3}} = 110 \cdot 80^{\frac{1}{3}} = 475 \text{ pies}$$

De la figura (3.73a) , una sobrepresión de 1.000 psi se extiende una distancia de 110 pies desde la zona cero , a una altura de ráfaga de 200 pies para un arma 1 kiloton . La distancia correspondiente para 80 kilotonnes es:

$$d = d_1 \cdot W^{\frac{1}{3}} = 110 \cdot 80^{\frac{1}{3}} = 475 \text{ pies}$$

El procedimiento descrito anteriormente es aplicable a problemas similares para las curvas de las Figuras . 3.73b y c.

Las curvas de la figura . 3.73b muestran sobrepresiones pico sobre el terreno en el rango de presión intermedia como una función de la distancia de la zona cero y la altura de la explosión para 1 kiloton que irrumpen en una atmósfera estándar a nivel del mar . La línea quebrada separa la región de (reflexión regular) de la (región de Mach) e indica donde se forma el punto Triple (3.24 y siguientes.). Los datos se consideran apropiados para las condiciones de superficie casi ideales . (Para terreno , superficie, y los efectos meteorológicos , consulte (3,55 a 3,43 ,) (3,47-3,49) y 3,79 y ss .

Escala: La Altura de la explosión y la distancia desde el punto cero a la que una sobrepresión pico dada se extiende en una escala de raíz cúbica de rendimiento ,

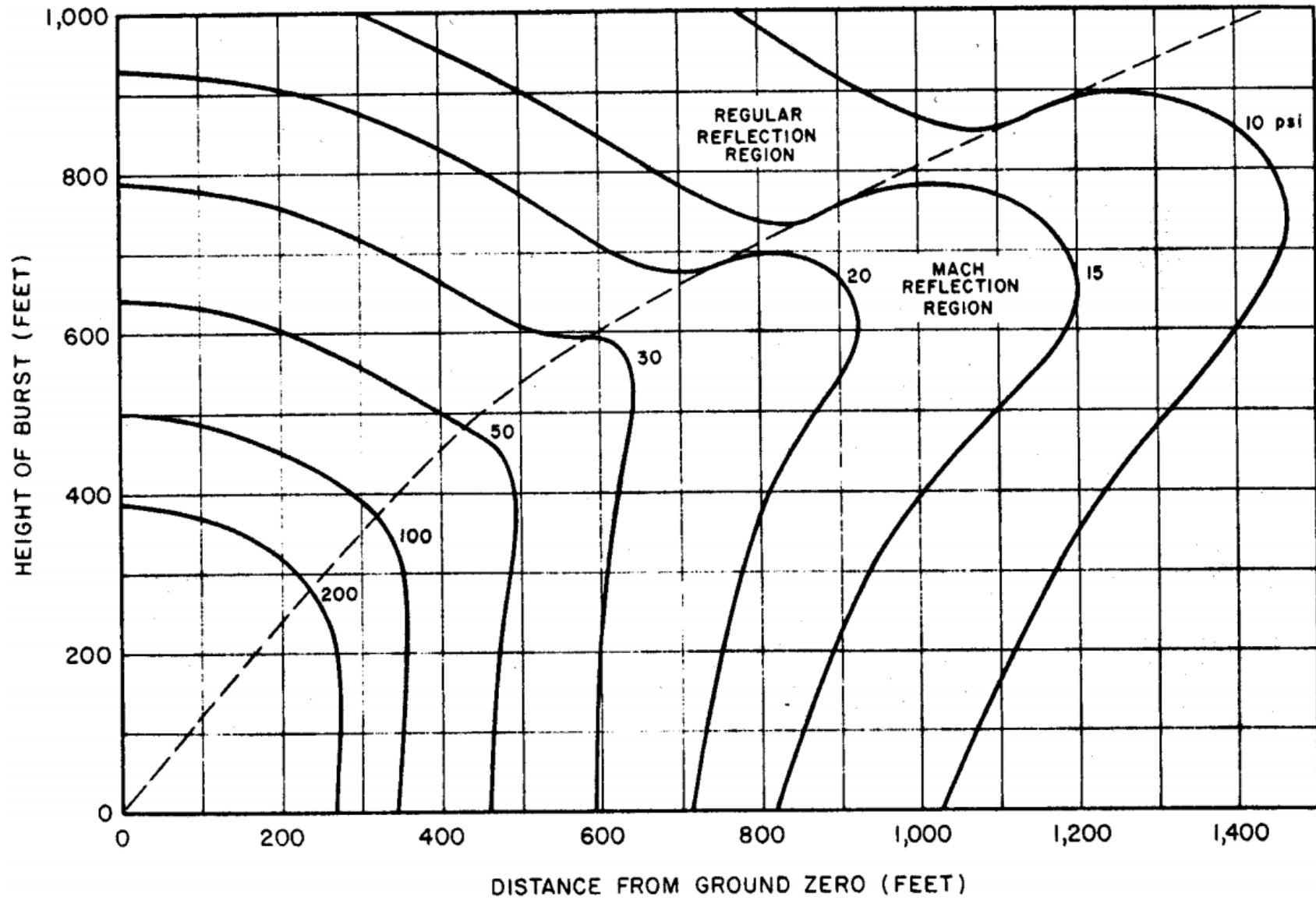
es decir , $\frac{d}{d_1} = \frac{h}{h_1} = W^{\frac{1}{3}}$ donde, por una sobrepresión pico dada , d_1 y h_1 son la

distancia de la zona cero y la altura durante la explosión de 1 kiloton , y d y

h son la distancia correspondiente y la altura de la explosión por un KT (W) .

Para una altura de explosión sobre el nivel del mar de 5000 pies o menos se asume para una atmósfera homogénea.

(figura 3.73b) sobrepresiones de ráfagas máximas sobre el terreno para un 1 kiloton (rango de alta presión).



Ejemplo

Dado: Una detonación de 100KT a una altura de 2320 pies.

Encontrar : La sobrepresión pico a 1860 pies de la zona cero .

Solución: La altura correspondiente de la explosión por kiloton es:

$$h_1 = \frac{h}{W^{\frac{1}{3}}} = \frac{2320}{100^{\frac{1}{3}}} = 500 \text{ pies} \quad \text{y la distancia al suelo es} \quad d_1 = \frac{d}{W^{\frac{1}{3}}} = \frac{1860}{100^{\frac{1}{3}}} = 400 \text{ pies}$$

De la Figura . (3.73b) , la ráfaga se halla a una distancia horizontal del suelo de 400 pies, y una altura de 500 pies respecto del suelo, la sobrepresión pico será de 50 psi .

Respuesta: El procedimiento descrito anteriormente es aplicable a problemas similares para las curvas de las Figuras 3.73a y c.

Las curvas de la figura . 3.73c muestran las sobrepresiones pico sobre el terreno en el rango de baja presión en función de la distancia de la zona cero y la altura de la explosión para 1 Kiloton, irrumpen en una atmósfera estándar a nivel del mar . La línea quebrada separa la región de (reflexión regular) de la (región de Mach) e indica donde se forma el punto triple (3.24 y siguientes .) . Los datos se consideran apropiados para las condiciones de superficie casi ideales . (Para terreno , la superficie y los efectos meteorológicos , consulte (3,35-3,43) , (3,47-3,49) y 3,79 y siguientes.

Escala. La altura de la explosión y la distancia desde el punto cero a la que una sobrepresión pico dada extiende una escala de raíz cúbica del rendimiento , es

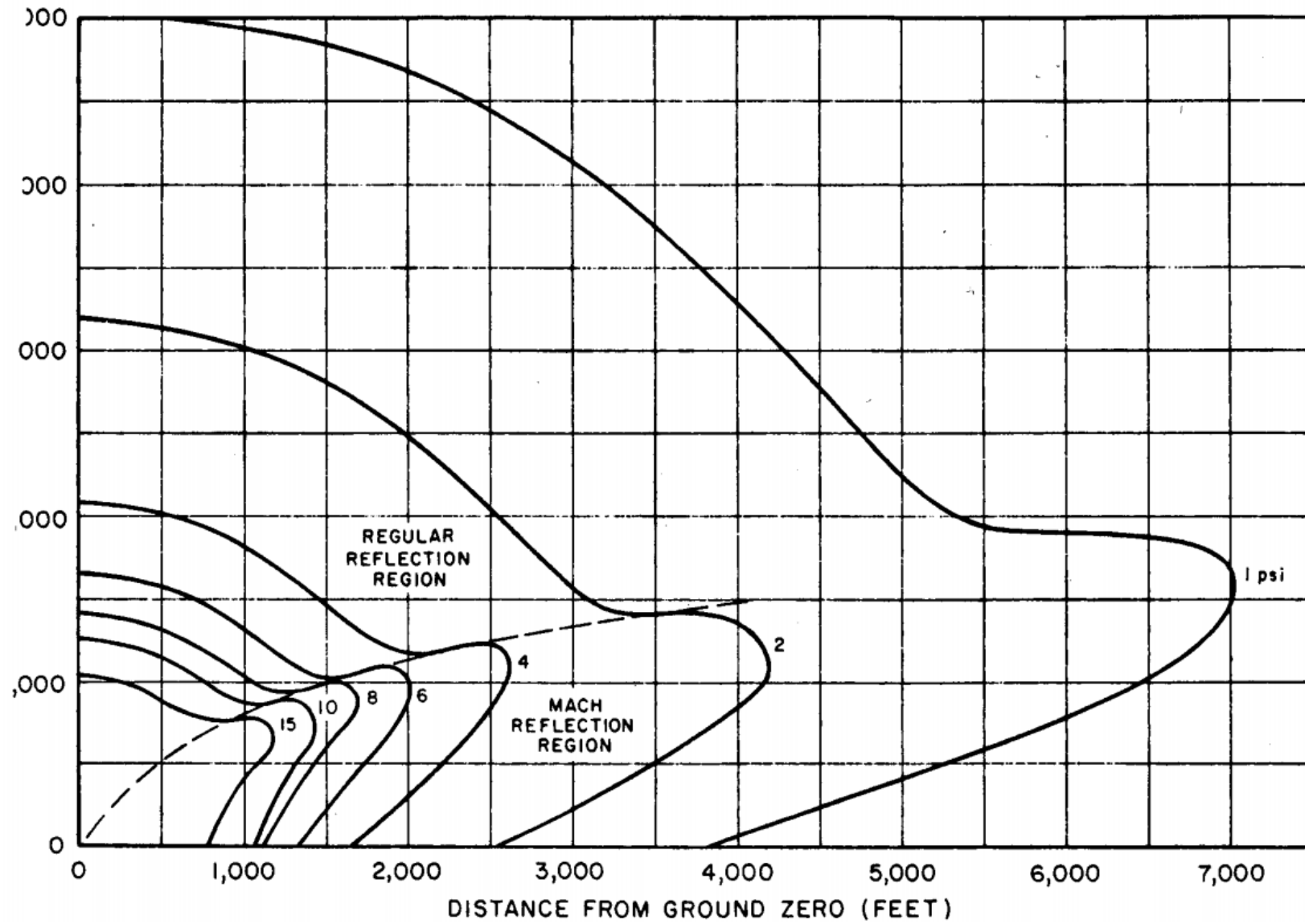
decir , , $\frac{d}{d_1} = \frac{h}{h_1} = W^{\frac{1}{3}}$ donde, por una sobrepresión pico dada , d_1 y h_1 son la

distancia de la zona cero y la altura durante la explosión de 1 kiloton , y d y

h son la distancia correspondiente y la altura de la explosión por un KT (W) .

Para una altura de explosión sobre el nivel del mar de 5000 pies o menos se asume para una atmósfera homogénea.

(figura 3.73c) Sobrepresiones de ráfagas máximas sobre el terreno por 1 kiloton (rango de baja presión)



Ejemplo

Teniendo en cuenta : Una detonación 125KT .

Encontrar : La distancia máxima de la zona cero hasta los que se extienden los 4 psi , y la altura de la explosión hasta los que se extienden los 4 psi.

Solución: En la figura (3.73c) , la distancia máxima a la que suelo se extienden los 4 psi para un arma de 1 Kiloton son 2600 pies. Esto ocurre a una altura de detonacion de aproximadamente 1100 pies . Por lo tanto, para una detonación 125KT

, la altura de ráfaga será: $h = h_1 \cdot W^{\frac{1}{3}} = 1100 \cdot 125^{\frac{1}{3}} = 5500 \text{ pies}$

Esta altura esta suficientemente cerca de 5000 pies suponiendo una atmósfera homogénea. La distancia de la zona cero es entonces:

$$d = d_1 \cdot W^{\frac{1}{3}} = 2600 \cdot 125^{\frac{1}{3}} = 13000 \text{ pies}$$

El procedimiento descrito anteriormente es aplicable a problemas similares para las curvas de las Figuras . 3.73 a y b.

(en la grafica ultima el eje y tiene intervalor de 1000, puesto que la distancia era 2600 para 4psi , se obserba que tiene 1100 pies de altitud, por la tanto, rebasa los 1000pies, se deduce por tanto que cada cuadro que se asciende son 500 pies.

Las curvas de la figuras. (3.75) indican la variación de la presión dinámica de pico a lo largo de la superficie con la distancia desde el punto cero y la altura de la ráfaga de una ráfaga de aire para 1 kilotones en una atmósfera estándar del nivel del mar para las condiciones de superficie casi ideales. Desde la altura de las cartas de ráfaga indican condiciones después de la onda expansiva se ha reflejado desde la superficie, las curvas no representan la presión dinámica de la onda incidente. En la zona cero del viento en la onda incidente explosión es detenida por la superficie del suelo, y toda la presión dinámica incidente se transforma en electricidad estática sobre la presión. Por lo tanto, las curvas de altura de la explosión muestran que la presión dinámica es cero en la zona cero. En otros lugares, la reflexión de la onda incidente explosión produce vientos que en la superficie debe soplar en paralelo a la superficie. Las presiones dinámicas asociadas con estos vientos producen fuerzas horizontales. Es este componente horizontal de la presión dinámica que se da en figura.3.75.

Las curvas de la Fig . 3.75 muestran la componente horizontal del pico de presión dinámica en el suelo como una función de la distancia de la zona cero y la altura de la explosión de un 1 KT que estalla en una atmósfera estándar a nivel del mar . Los datos se consideran apropiados para las condiciones de superficie casi ideales . (Para terreno , la superficie y los efectos meteorológicos , véase (3.35 - .43) , (3.47 - .49) y 3.79.

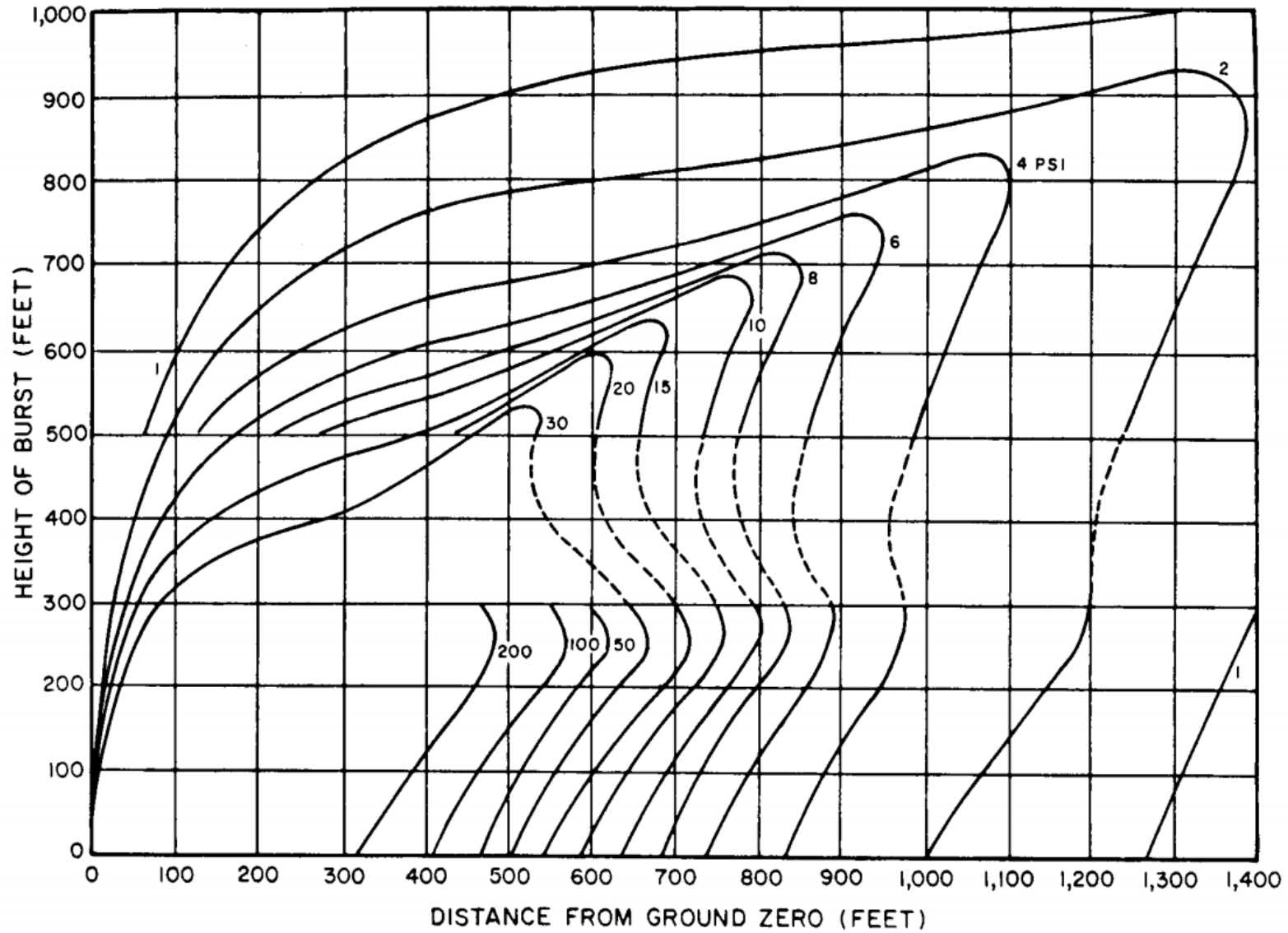
Escalada.

La altura de la explosión y la distancia desde el punto cero a la que un valor pico de presión dinámica dada extiende la escala de la raíz cúbica del

rendimiento , es decir: $\frac{d}{d_1} = \frac{h}{h_1} = W^{\frac{1}{3}}$ donde, por una sobrepresión pico dada , d_1

y h_1 son la distancia de la zona cero y la altura durante la explosion de 1 kiloton , y d y h son la distancia correspondiente y la altura de la explosión por un KT (W) . Para una altura de explosion sobre el nivel del mar de 5000 pies o menos se asume para una atmósfera homogénea.

(fig 3.75) Componente horizontal de presión dinámica pico para una explosión de 1 kiloton:



Ejemplo

Dado: Una bomba de 160 kilotones (KT) que estalló a una altura de 3000 pies.

Encontrar : La componente horizontal de presión dinámica pico en la superficie a 6000 pies de la zona cero .

Solución: La altura correspondiente de la explosión por 1 kiloton KT es:

$$h_1 = \frac{h}{W^{\frac{1}{3}}} = \frac{3000}{160^{\frac{1}{3}}} = 550 \text{ pies} \quad \text{La distancia correspondiente a 1 kiloton KT es:}$$

$$d_1 = \frac{d}{W^{\frac{1}{3}}} = \frac{6000}{160^{\frac{1}{3}}} = 1110 \text{ pies}$$

Desde figura (3,75) , a una distancia de 1110 pies de la zona cero y una altura de ráfaga de 550 pies, la componente horizontal de la presión dinámica de pico es de aproximadamente 3 psi. Responder.

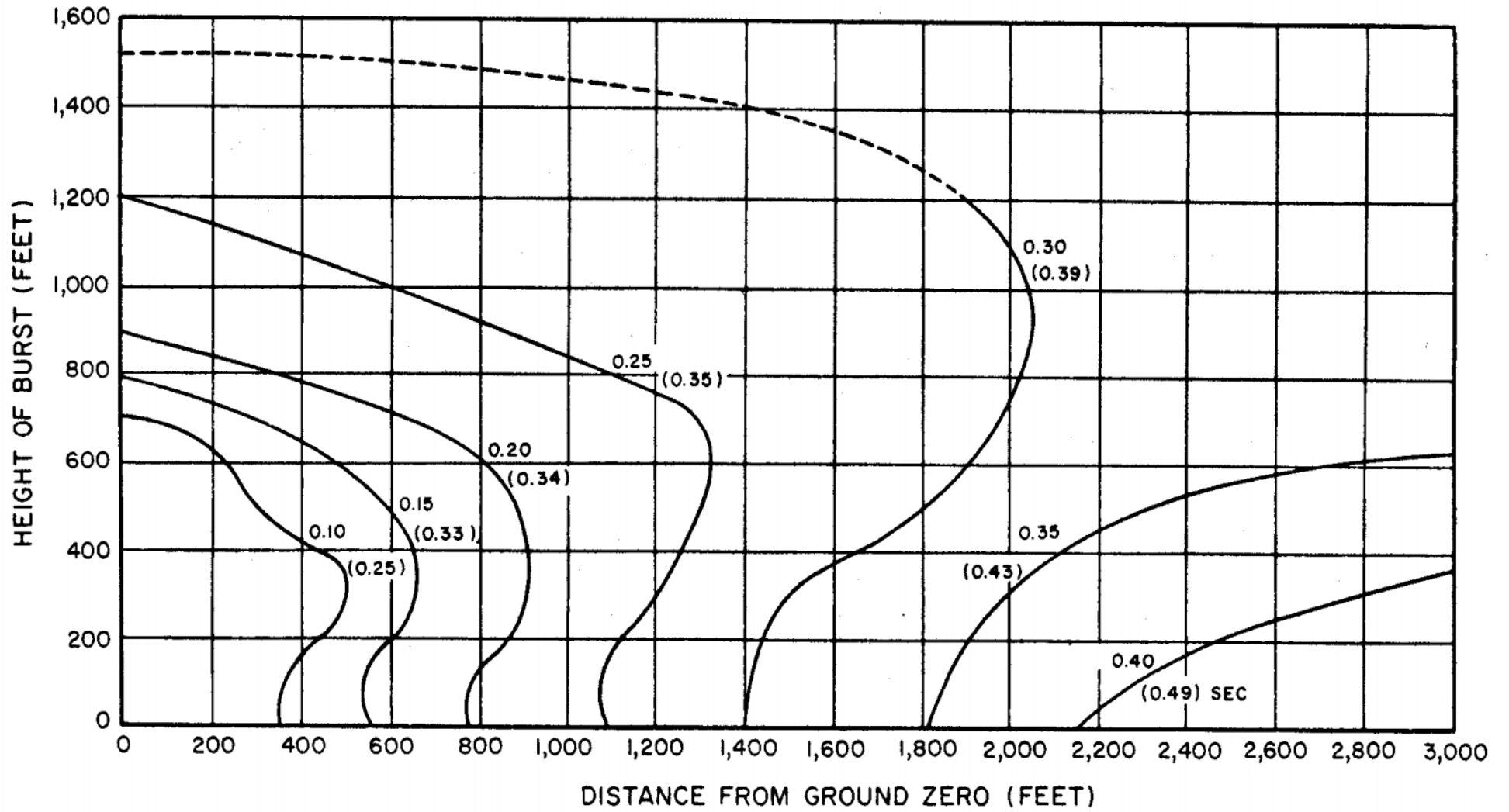
Cálculos similares a los descritos en relación con Figuras . (3.74a) y c se pueden realizar para el componente horizontal de la presión dinámica de pico (en lugar de la sobrepresión de pico mediante el uso de la firura (3.75).

La dependencia de la duración de la fase positiva de la sobrepresión y de la presión dinámica de la distancia desde el punto cero y de la altura de la ráfaga se muestra por las curvas de la figura . (3.76) ; los valores para la duración de la presión dinámica están entre paréntesis. Al igual que en los demás casos , los resultados se aplican a una explosión de 1 kiloton en una atmósfera estándar del nivel del mar para una superficie de casi ideal . Se observará , como se mencionó anteriormente , que para una detonación y lugar determinado , la duración de la fase positiva de la presión dinámica es más larga que la sobrepresión.

Las curvas de la figura 3.76 muestran la duración en el suelo de la fase positiva de la sobrepresión y la presión dinámica (entre paréntesis) como una función de la distancia de la zona cero y la altura de la explosión de una ráfaga 1 kiloton en un nivel del mar norma atmósfera. Las curvas se consideran apropiado para las condiciones de superficie casi ideales:

Escala: Las relaciones requeridas son: $\frac{d}{d_1} = \frac{h}{h_1} = \frac{t}{t_1} = W^{\frac{1}{3}}$ donde , d_1 , h_1 , y t_1 , es la distancia desde el punto cero de la altura de la explosión , y la duración , respectivamente, por 1 KT ; y d , h , y t son la distancia correspondiente , la altura de la ráfaga , y la duración de W KT . Para la altura de la explosión de 5000 pies o menos , una atmósfera homogénea el nivel del mar puede ser asumido.

(fig 3.76) Duración de la fase positiva en el suelo de la sobrepresión y la presión dinámica.



Ejemplo

Teniendo en cuenta : Una explosión 160KT a una altura de 3000 pies.

Encontrar : La duración de la sobrepresión en la fase positiva en planta de (a) , (b) la presión dinámica a 4000 pies de la zona cero .

Solución: La altura correspondiente de la explosión por 1 KT es:

$$h_1 = \frac{h}{W^{\frac{1}{3}}} = \frac{3000}{160^{\frac{1}{3}}} = 550 \text{ pies} \quad \text{y la distancia correspondiente de la zona cero es:}$$

$$d_1 = \frac{d}{W^{\frac{1}{3}}} = \frac{4000}{160^{\frac{1}{3}}} = 740 \text{ pies}$$

(a) A partir de la figura (3.76) , la duración de la fase positiva de la sobrepresión para una 1 KT a 740 pies del suelo de la zona zero y una altura de ráfaga de 550 pies es 0,18 segundos . Por consiguiente, la duración correspondiente de la fase positiva de sobrepresión para 160KT es:

$$t = t_1 \cdot W^{\frac{1}{3}} = 0,18 \cdot 160^{\frac{1}{3}} = 1 \text{ segundo}$$

(b) A partir de la Fig. 3.76 , la duración de la fase positiva de la presión dinámica para 1 KT a 740 pies de la zona cero y una altura de 550 pies de ráfaga es de 0,34 segundos . Por lo tanto, la duración correspondiente de la fase positiva de presión dinámica de 160 KT es:

$$t = t_1 \cdot W^{\frac{1}{3}} = 0,34 \cdot 160^{\frac{1}{3}} = 1,8 \text{ segundos}$$

Las curvas de las figuras . 3.77a y b dan el tiempo de llegada de la onda de choque en el suelo a diferentes distancias de la zona cero en función de la altura de la explosión de 1 kiloton en las condiciones habituales de una atmósfera a nivel del mar y la superficie casi ideal.

Las curvas de las Figs . 3.77a y b dan la hora de llegada en segundos de la onda expansiva en el suelo como una función de la distancia de la zona cero y la altura de la explosión para 1 KT que irrumpe en una atmósfera estándar a nivel del mar . Las curvas se consideran apropiados para las condiciones de superficie casi ideales .

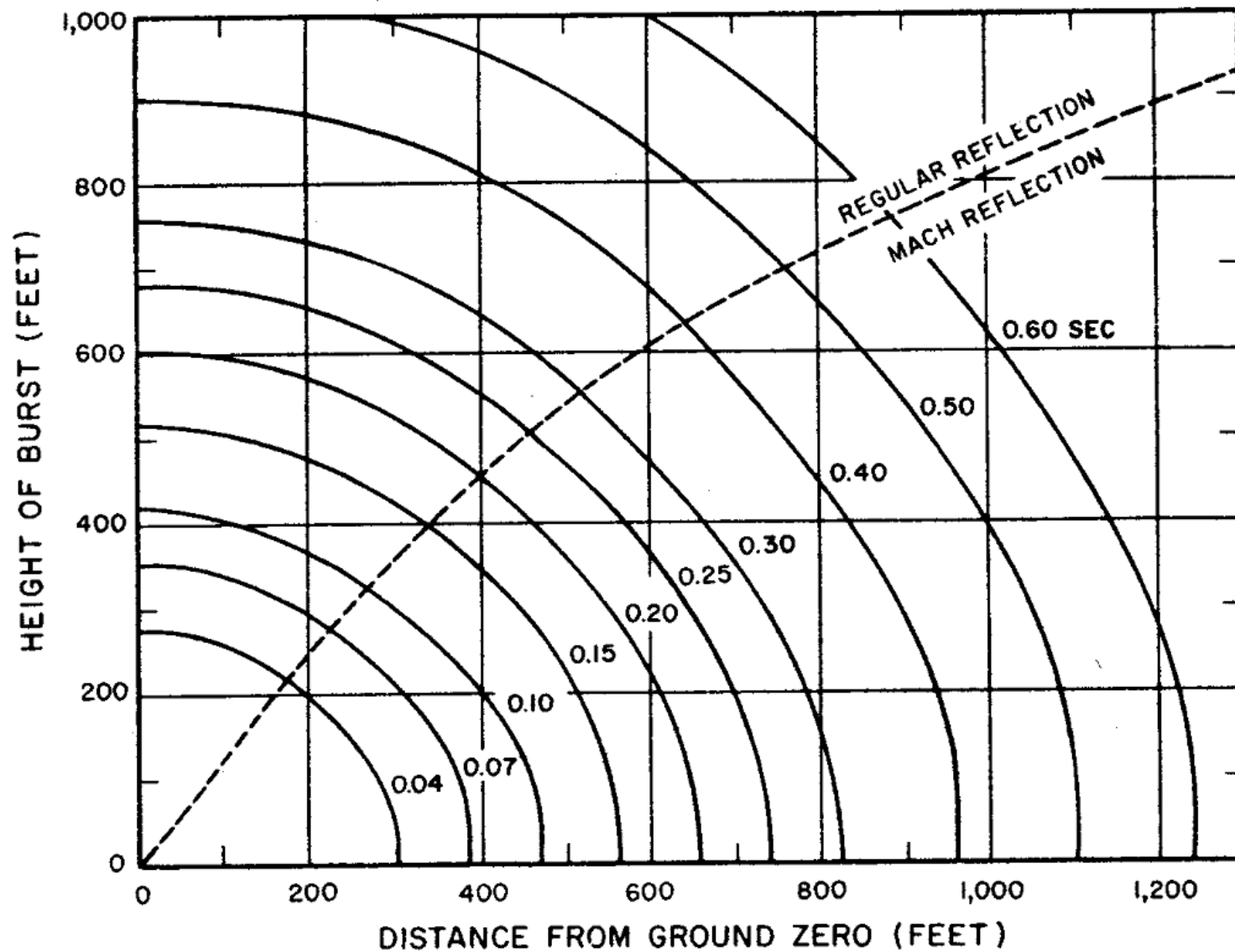
Escalada. Las relaciones requeridas son

$$\frac{d}{d_1} = \frac{h}{h_1} = \frac{t}{t_1} = W^{\frac{1}{3}}$$

donde , d_1 , h_1 , y t_1 , es la distancia desde el punto cero

de la altura de la explosión , y la duración , respectivamente, por 1 KT ; y d , h , y t son la distancia correspondiente , la altura de la explosion , y la duración de W KT . Para la altura de la explosión de 5000 pies o menos , una atmósfera homogénea el nivel del mar puede ser asumido.

(fiura 3.77a) Los tiempos de llegada de la onda expansiva de la explosión 1 kiloton sobre el terreno(primeros tiempos)



Ejemplo

Teniendo en cuenta : Una explosión de 1 MT a una altura de 5000 pies .

Encontrar : La hora de llegada de la onda expansiva a una distancia de 10 millas de la zona cero .

Solución: La altura de ráfaga correspondiente a 1 KT es: $h_1 = \frac{h}{W^{\frac{1}{3}}} = \frac{5000}{1000^{\frac{1}{3}}} = 500 \text{ pies}$

la distancia correspondiente de la zona cero de 1 kt es:

$$d_1 = \frac{D}{W^{\frac{1}{3}}} = \frac{5280 \cdot 10}{1000^{\frac{1}{3}}} = 5280 \text{ pies}$$

De la figura 3.77b , a una altura de estallido de 500 pies y una distancia de 5280 pies de la zona cero , el tiempo de llegada es de 4,0 segundos para 1 KT. El

tiempo de llegada correspondiente a 1 MT sera: $t = t_1 \cdot W^{\frac{1}{3}} = 4 \cdot 1000^{\frac{1}{3}} = 40 \text{ segundos}$

El exceso de presión pico en (figuras 3.74a , b, y c , que permiten la reflexión en la superficie del terreno , se considera que es el lado de sobrepresiones (4,06 nota al pie) que se utilizarán en la determinación de la carga y la respuesta del objetivo . Sin embargo , una reflexión más profunda es posible en la cara frontal de una estructura cuando es golpeado por la onda expansiva . la magnitud de la presión reflejada $p_r(\alpha)$ depende en el lado de la presión p y el ángulo α , entre onda expansiva frontal y la superficie de pegado (figura 3.78a) . los valores de la relación $\frac{p_r(\alpha)}{p}$ como una función del ángulo de incidencia para el varios lados indicando presiones que se dan en la figura (3.78b) . es ver que para incidencia normal , es decir, cuando $\alpha=0^\circ$, la relación $\frac{p_r(\alpha)}{p}$ es de aproximadamente 2 a baja sobrepresión (3.56) .

Las curvas de la figura 3.78b son particularmente aplicables en la región de Mach en que un frente de choque esencialmente vertical en movimiento radialmente golpea una superficie reflectante tal como la pared frontal de una estructura (véase la Fig. 4.07) .

La relación de sobrepresión reflejada en $\frac{p_r(\alpha)}{p}$, se representa gráficamente en la figura. 3.78b como una función del ángulo de incidencia del frente de onda de choque para varios valores de sobrepresión pico (en el lado) . Las curvas se refieren a un frente de onda que golpea una superficie reflectante, tal como una pared de una estructura.

$p_r(\alpha)$ = reflejo de la sobrepresión de onda explosiva para cualquier ángulo de incidencia dado en (psi)

p = sobrepresión pico inicial incidente en (psi)

α = ángulo entre la parte delantera de la onda expansiva y la superficie reflectante (grados). Con mas detalle, a continuacion la siguiente figura 3.78a

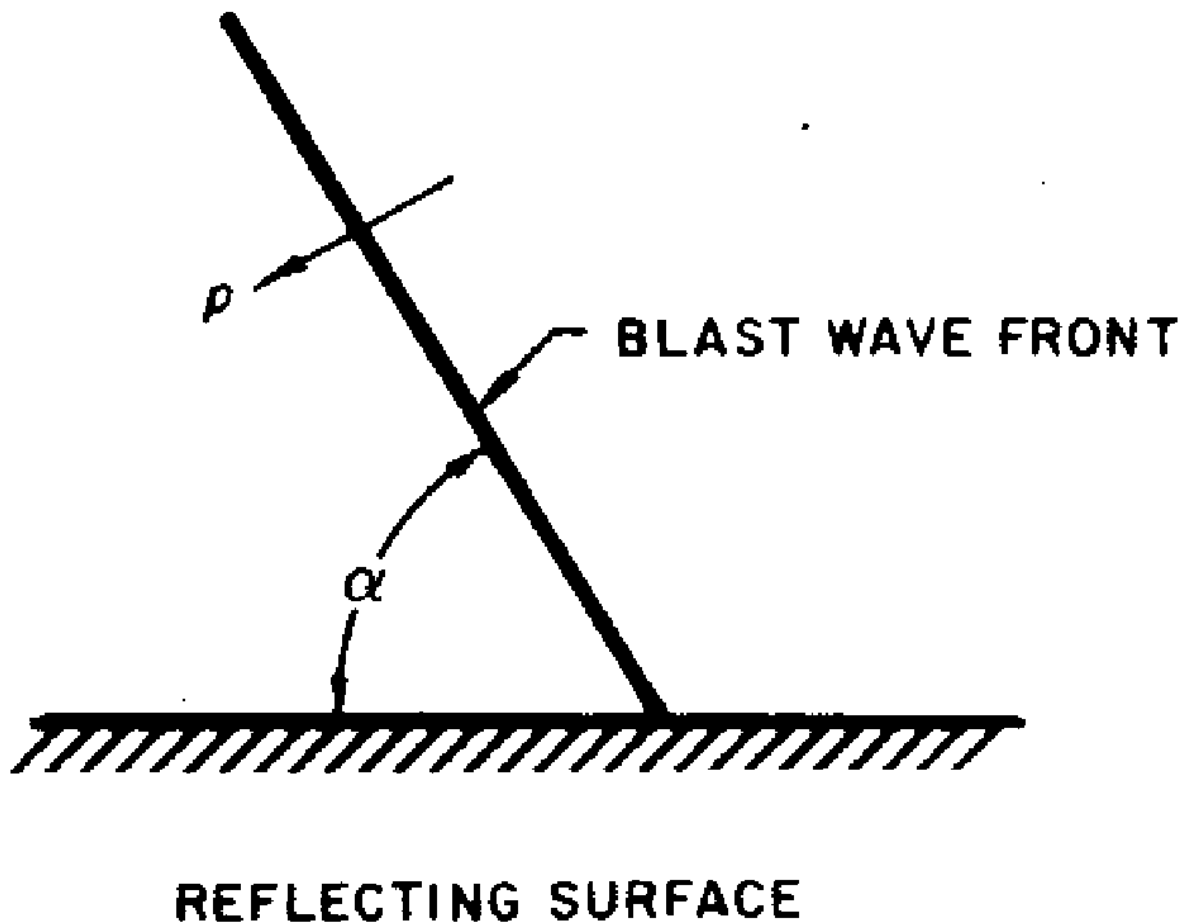


figura (3.78a) Angulo de incidente (α) de la de onda del frente de la explosión con la superficie reflectante.

Ejemplo:

Teniendo en cuenta : Una onda de choque de 50 psi de sobrepresión pico inicial que golpea una superficie en un ángulo de 35° .

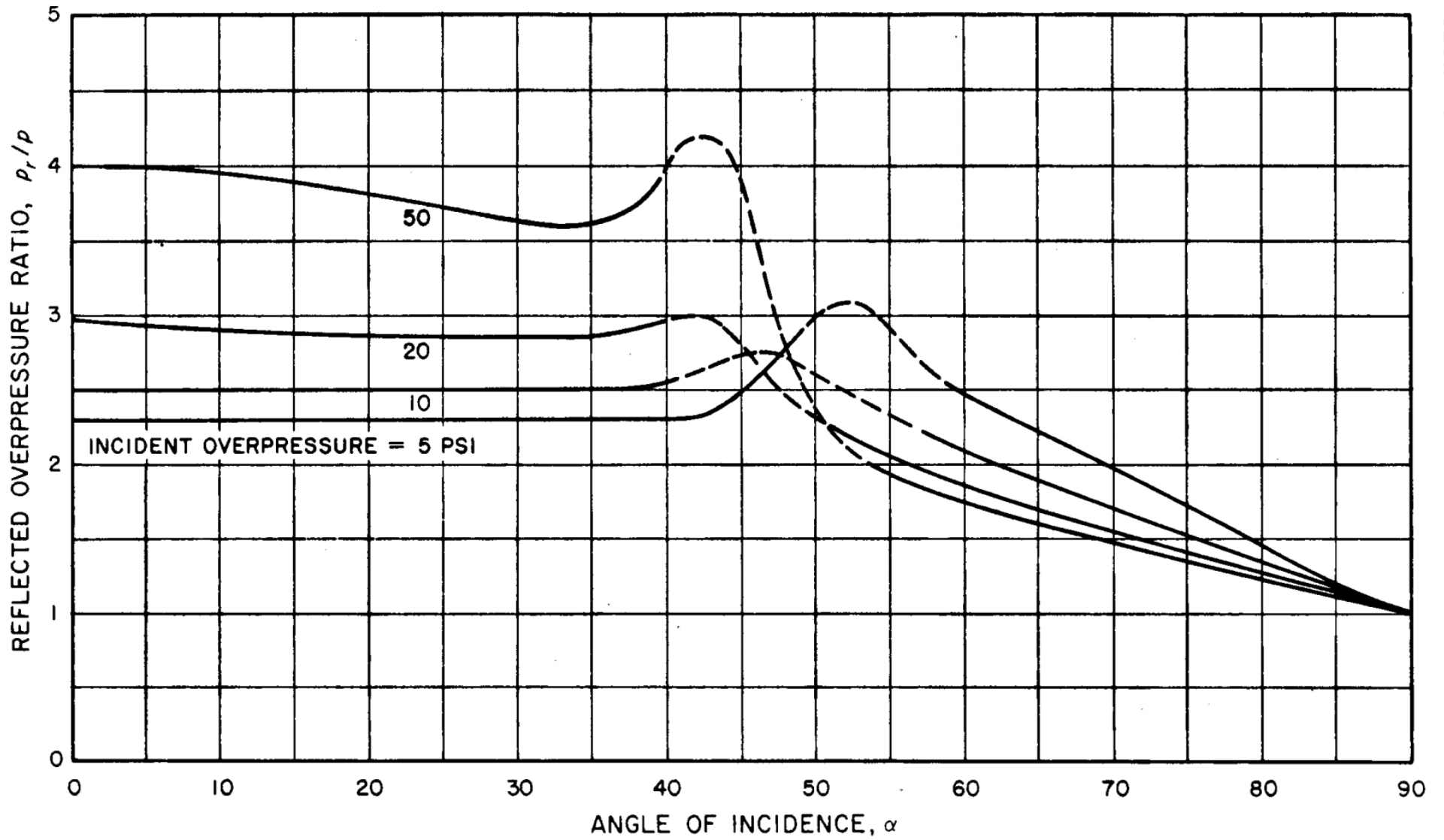
Encontrar : La sobrepresión de la onda de choque reflejada.

Solución: En la figura 3.78b , las relaciones de sobrepresión reflejadas ,

$\frac{P_r(\alpha)}{p}$ para 50 psi y un ángulo de incidencia de 35° es 3,6 ; por lo tanto

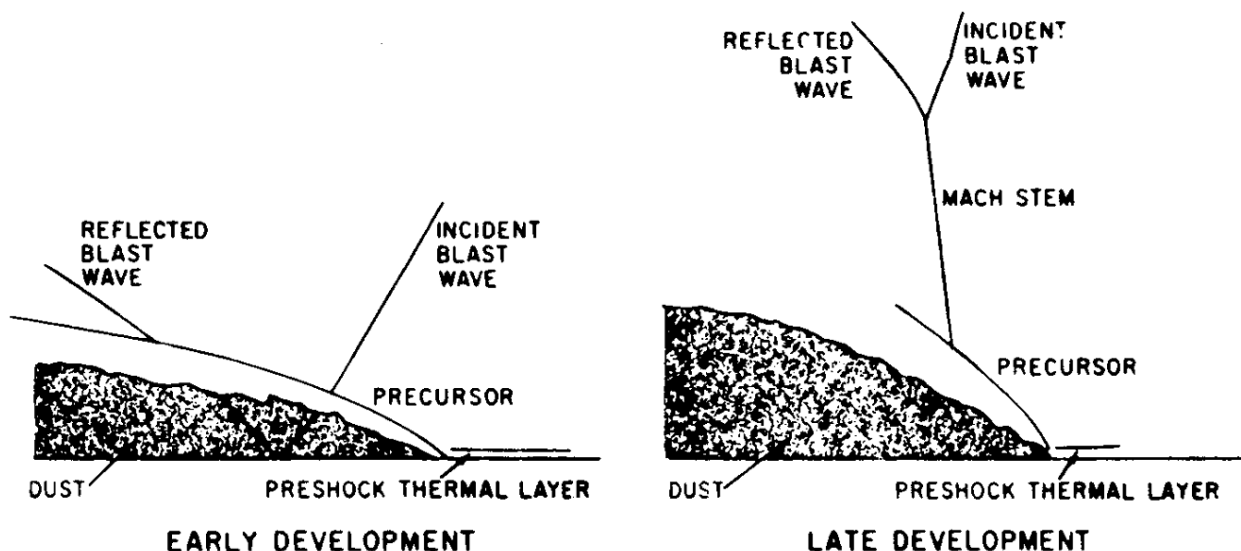
$$P_{r(35^\circ)} = 3,6 p = 3,6 \cdot 50 = 180 \text{ psi}$$

figura (3.78b) Relación de sobrepresión reflejada en función del ángulo de incidencia para el varias sobrepresiones lado iz



Después de las formas precursoras , el principal frente de choque por lo general ya no se extiende hasta el suelo ; si lo hace, la parte inferior está tan debilitado y distorsionado que no se reconoce fácilmente. Entre el suelo y el borde inferior de la onda principal de choque hay hueco, probablemente no bien definido , a través del cual la energía que alimenta el precursor puede fluir .

Por delante de la fachada principal de choque , la energía de la explosión en el precursor es libre no sólo para seguir el frente de choque que se mueve rápidamente en la capa térmica , sino también para propagar hacia arriba en el aire sin ser molestados por delante de la fachada principal de choque . Este patrón de flujo divergente dentro del precursor tiende a debilitar ella, mientras que la energía que se alimenta continuamente en el precursor de la parte delantera Choque principal precursor . La anterior descripción de lo que ocurre dentro de un precursor explica algunas de las características que se muestran en la figura 3.81. Únicamente la parte del frente de choque precursora que se encuentra en la capa térmica prechoque viaja más rápido que el frente principal de choque ; la energía divergente hacia arriba, fuera de esta capa , hace que la parte superior pierda algo de su velocidad de avance. La interacción del precursor y el principal frente de choque indica que el choque principal está superando continuamente esta energía que viaja hacia arriba. El polvo, que puede expandirse hasta una altura de más de 100 pies , se muestra el flujo de aire ascendente en el precursor.



RESUMEN

Unos cien microsegundos después, su temperatura ha descendido a 300.000 °C y ya *sólo* brilla como diez millones de soles; entonces, comienza a formarse una onda de choque en su superficie. Esto es la *separación hidrodinámica*. Esta onda de choque, que echa a correr a cien veces la velocidad del sonido (sí, Mach 100), no sólo transporta una brutal *energía cinética* sino que calienta por compresión las capas de aire de alrededor hasta unos 30.000 °C: cinco veces la que hay en la superficie del sol. Todo lo que quede dentro de esta región (unos 220 metros para una bomba de 20 kilotones, menos que Nagasaki) resulta reventado y vaporizado sin importar de qué material estuviera hecho. *No existe materia bariónica en el universo conocido capaz de resistir estas temperaturas ni muy remotamente.* Estamos en la llamada *área de aniquilación*.



En este punto, la temperatura va cayendo a unos 3.000 °C. Esta primera bola de fuego deja de brillar y se vuelve transparente, fenómeno conocido como *la ruptura (breakaway)*. Pero entonces la esfera isotérmica aparece de nuevo por detrás, aún a 8.000 °C; impacta contra la onda de choque que ha ido perdiendo velocidad y la realimenta violentamente, provocando así una tormenta ígnea en todas direcciones

a miles de grados de temperatura y velocidades supersónicas. Es la *onda de choque termocinética o segundo pulso*, causante de la destrucción extensa típica de las armas nucleares, que en las más potentes puede llegar a decenas de kilómetros. Las personas mueren abrasadas, reventadas y por efecto del colapso de los edificios y el impacto de los proyectiles que vuelan a gran velocidad hacia todas partes (notoriamente, los cristales). Conforme aumenta la distancia, poco a poco, la onda de choque se va disipando (las colinas y otras irregularidades del terreno pueden proteger a lo que haya inmediatamente al otro lado).

8. -CONSECUENCIAS DE UNA GUERRA NUCLEAR-

En caso de guerra nuclear total, sería raro que se detonara todo el arsenal, ya sea debido a fallos, destrucción de instalaciones o un ataque de sentido común. Por eso se suele tomar de 5.000 a 7.000 megatones como valor normal desencadenado en un conflicto total, que detonaría de un tercio a la mitad del arsenal. La cantidad de bombas de fusión o fisión se repartiría al 50%.

Como es de imaginar, prácticamente la mayoría de las detonaciones se centrarían en el hemisferio norte, dejando el sur expuesto solamente a los efectos globales.

Los objetivos a cubrir ya han sido diferenciados por los estrategas según la manera de anular al enemigo:

Ataque antifuerzas: es el dirigido contra todo lo que constituya una amenaza militar, estarían incluidos aeropuertos estratégicos, silos de misiles, bases navales, arsenales, centros de comunicaciones, estaciones de alerta... y todo soporte para un ataque o defensa militar. Cabe observar que la mayoría de estos objetivos se hallan emplazados cerca o en ciudades. Dentro de éstos están los objetivos duros (silos de misiles, bunkers o instalaciones enterradas) que necesitan de una gran potencia detonada a ras de suelo o subterránea para producir algo de daño.

Ataque antivalores: Su objetivo lo constituyen todas las industrias de soporte de guerra, transporte, refinerías, instalaciones de energía, emisoras de radio o TV, y por extensión mano de obra. Resumiendo se puede concretar que este objetivo lo constituyen casi enteramente ciudades. Estos se denominan objetivos blandos, ya que aunque suelen ser extensos son fácilmente destruidos.

En ningún caso se ha contado con la extensión de material radiactivo debido a la destrucción de centrales nucleares, depósitos de residuos o misiles nucleares. Aunque este sería un factor inevitable, no hace falta tenerlo en cuenta para ver

los efectos horribles que tendrían lugar sin tener que contar siquiera con la enorme radiactividad residual que darían.

En el mundo hay menos de 2.500 ciudades con más de 100.000 habitantes, lo que no supondría un reto inalcanzable en caso de conflicto nuclear, dejando aún un gran margen para el resto de objetivos (que ya no serían muchos). Si este fuera el caso, de principio la ONU estima el número de bajas en 1.100 millones (toda la población mundial de hace 250 años o la sexta parte de la actual) y otros tantos heridos que tendrían de por sí muy pocas posibilidades de sobrevivir a corto plazo. La mitad de la población humana moriría en unos días.

Tipos de guerra nuclear. -

Se han sugerido varios modelos de guerra atómica, tomando éstos como ejemplos teóricos para estudiar los efectos sobre el planeta:

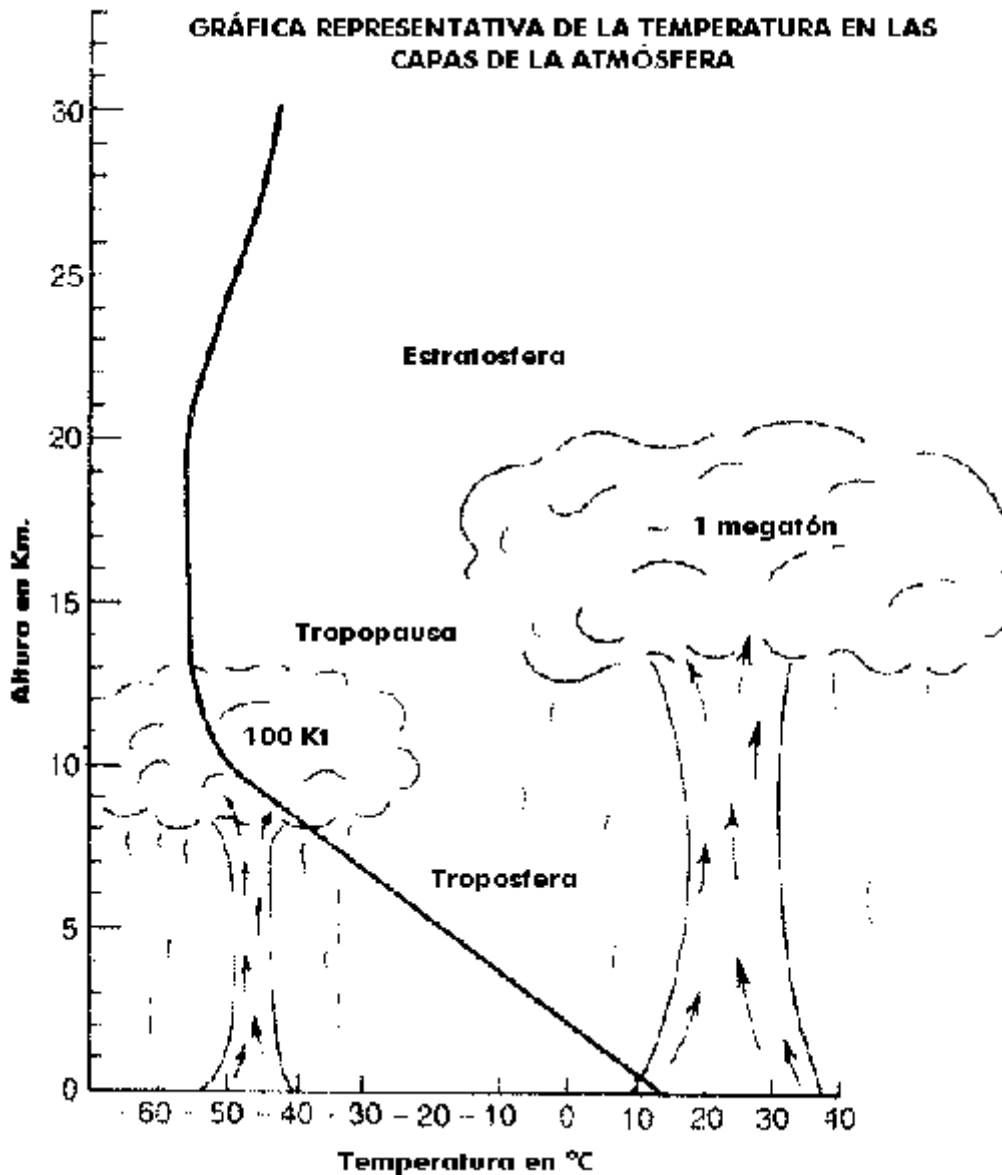
- 1.- Caso de referencia, ataques antivalores y antifuerzas: 5.000 Mt. detonados en 10.400 explosiones, de los que un 57% serían en superficie y un 20% sobre objetivos blandos.
- 2.- Caso sólo antifuerzas: se supone que no hay grandes incendios al no verse implicadas ciudades, 3.000 Mt de los que un 70% son en superficie, de rangos de entre 1 a 10 Mt.
- 3.- Caso sólo antivalores: se detonan 100 Mt en las ciudades, la media de potencia en las bombas es de 100 Kt.
- 4.- Caso grave antivalores y antifuerzas: 10.000 Mt detonados un 15% en superficie, igual cantidad detonada sobre ciudades. La potencia oscila de 0'1 a 10 Mt.

Como ejemplo recordatorio una explosión de 10 Kt detonada a una altura optima destruye los edificios o los deja irreparables a 1'6 km., y daña gravemente a los que están hasta a 2'4 km. La relación potencia-radio aumenta en proporción a la raíz cúbica. Así 10 Mt. es mil veces más potente que los 10 kt. del ejemplo anterior, las distancias se multiplican por diez . La propagación del pulso térmico depende de las condiciones meteorológicas, si se detona por encima de las

nubes estas absorberán parte de ese calor.

Repercusión de los efectos primarios:

La destrucción de los objetivos duros requiere detonaciones cerca del suelo que producen una pulverización instantánea de todo lo que se halle dentro de la bola de fuego que ascendiendo con el hongo se van haciendo radiactivas. La destrucción de ciudades requeriría detonaciones a mayor altura para extender los daños; así, lo que no quede estrujado, volatilizado o barrido se unirá al gran incendio resultante tras la explosión debido al pulso térmico y a la dificultad de apagar los incendios unido a los vientos que avivarían los pequeños fuegos. Se estima que en las ciudades industrializadas la cantidad de material combustible esta entre 40 kg/m^2 hasta 200 kg/m^2 en el centro de grandes ciudades. Por tanto las ciudades y sus cercanías se convertirían pronto en grandes incendios que elevarían a la atmósfera gran cantidad de cenizas. En las zonas de impacto (al igual que en Hiroshima) la temperatura bajaría inmediatamente después de la explosión y la oscuridad sería casi total entre los 30 y 60° de latitud norte (en el caso 1.6, de 10.000 Mt).

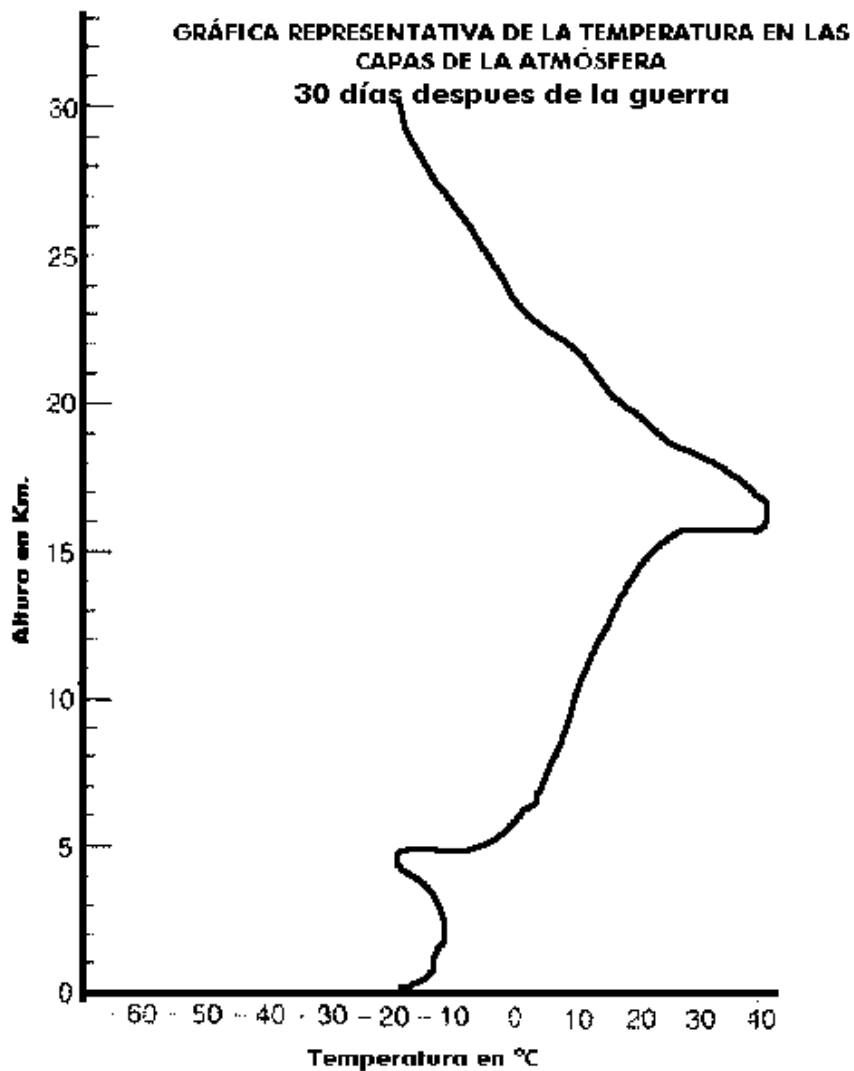


Está demostrado que para bombas menores de 100 Kt. las cenizas y polvo radiactivo no se elevan más allá de la estratosfera, de modo que tras unas horas o días cae de nuevo a tierra sin producir más daños que los de una lluvia radiactiva (que no es poco).

Para valores mayores de 100 Kt. los polvos microscópicos y cenizas se instalan en la estratosfera, por encima de las nubes a más de 13 km, permaneciendo allí durante largo tiempo. Se alcanza el valor máximo 1 Mt. en donde la bola de fuego se coloca por completo en plena estratosfera, allí su alta temperatura quema el nitrógeno (N) de la atmósfera que ataca químicamente al ozono (O₃) destruyéndolo (creando óxidos de nitrógeno). El ozono es el que impide que los rayos

ultravioletas lleguen a la superficie de la tierra y dañen a las especies vivas. Las columnas de humo producidas por incendios en ciudades se elevarían entre 1 y 7 km., un 5% de ellos serían tempestades de fuego, donde el humo llegarían a los 19 km. (dentro de la estratosfera). En los incendios no urbanos como mucho llegarían a los 5 km., y los de larga duración a los 2 km.

Así pues, tras las explosiones se tendrá un panorama en el que el caso elegido sólo tendrá repercusiones cuantitativas. Las partículas debidas a los incendios y detonaciones se colocarán en la estratosfera oscureciendo la luz del sol durante semanas o meses, de modo que la temperatura del planeta bajará varios grados. Una vez que la atmósfera se vaya aclarando la luz ultravioleta se empezará a filtrar hasta la superficie para dañar a la poca vida que aún resista. La *buena noticia* es que por muy grave que sea el conflicto no parece probable que se induzca una nueva era glacial.



El umbral sobre el cual se hacen catastróficos los efectos globales es el de 100 Mt, repartidos en 1000 bombas de 0'1 Mt, y como veremos son debidos más a las cenizas de los incendios y detonaciones que a otros factores. Esto no significa que un ataque puramente antifuerzas (caso 1.1) no produzca un desastre climático, ya que seguro que si se lanzan 3.000 Mt se producirían incendios. Es lógico suponer que el umbral no es una barrera antes de la cual no pasa nada y tras ella sí, los efectos se van agravando de manera progresiva según nos acercamos a ella y son muy graves al rebasarla.

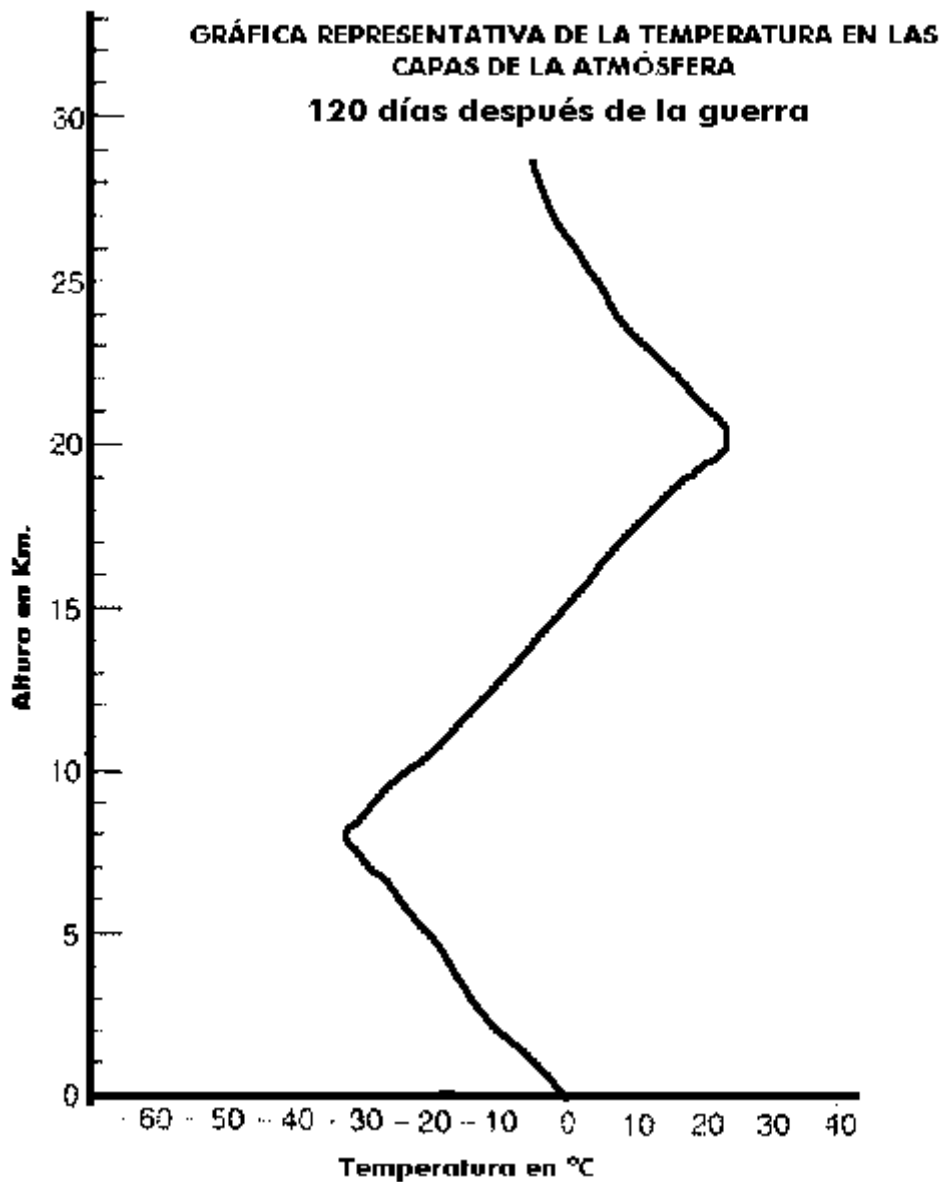
Invierno nuclear:

Tenemos experiencia sobre los efectos que producen un pequeño cambio de temperatura global. En 1815 la erupción del volcán Tambora en Indonesia produjo un descenso de 1° C en todo el planeta debido a la proyección de ceniza volcánica a la atmósfera. Los fríos durante el siguiente año dieron en Europa y EE.UU. el nombre de año sin verano. Las repercusiones van más allá de abrigarse un poco, ya que con ese pequeño cambio todo el cultivo de maíz en Canadá se perdería (es uno de los mayores exportadores, junto con EE.UU.). Pequeños cambios globales producen enormes repercusiones locales. Un cambio de 1° C es lo máximo que sufre el planeta en miles de años, durante las glaciaciones las temperaturas bajan hasta 10 °C, pero de manera gradual durante siglos, dando tiempo a las especies a aclimatarse.

En caso de un invierno nuclear la temperatura global baja de manera drástica en días, desde 10°C en el caso más modesto (1.1) hasta 50°C en el más severo (1.7). Esto es debido a que las negras cenizas microscópicas producidas los incendios y detonaciones se situarían en la alta atmósfera, libres de la lluvia o corrientes, así que irían cayendo de manera muy lenta mientras en la superficie la oscuridad haría descender la temperatura e impidiendo la fotosíntesis de las plantas. En los casos 1 y 1.4 la luz sería como si el día estuviera muy cubierto para llover, así durante más de dos meses. En los casos 1 y 1.7 la luz sería del 0,1% durante un año para ir recuperándose poco a poco.

Al estudiar un ecosistema nos damos cuenta que está interrelacionado con los

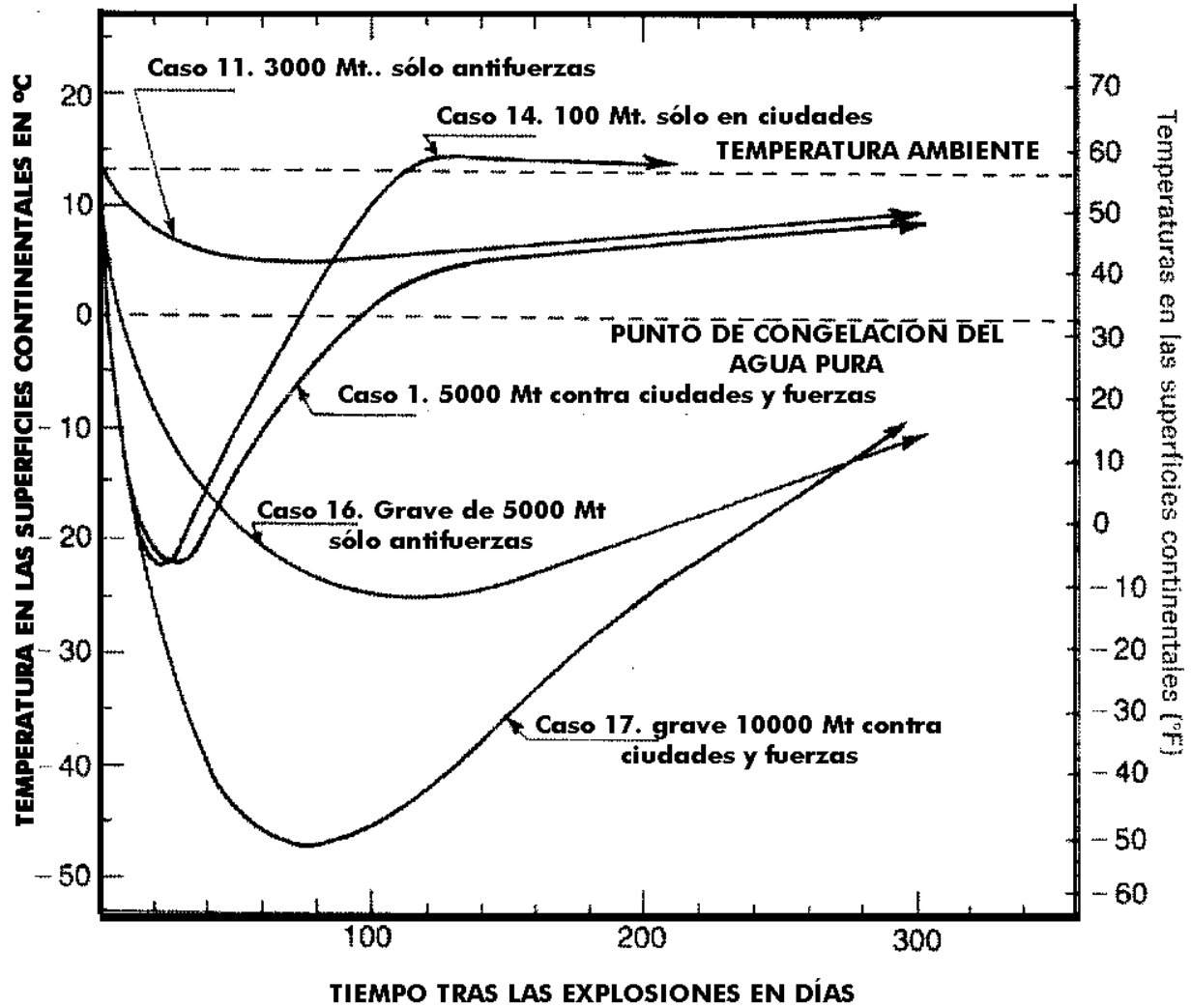
inmediatos, de modo que da y toma recursos de los demás. Sin embargo no es simplemente un intercambio, un círculo vicioso de recursos que cambian de manos, porque a su vez todo el planeta y cada una de sus partes necesitan de un aporte de energía exterior, y esta es la luz del sol. Las plantas (y otros organismos análogos) tienen la misión planetaria de recoger esta energía y convertirla en algo potable para el resto de los seres. Así que, si quitamos la luz del sol, las plantas sucumben, las especies que dependen de ellas también y los depredadores con ellos. Nuestro planeta es una gran célula fotobiológica que convierte la luz del sol en material biológico.



Pero además el Sol es el motor físico-químico que mueve y da dinamismo al planeta, ya que gracias a su calor se produce el ciclo de agua, las corrientes atmosféricas y la temperatura necesaria para la vida. Así las especies dependemos de los servicios gratuitos que nos da el planeta a través del Sol: agua potable renovable, composición de la atmósfera, renovación de los nutrientes, eliminación de residuos, generación y conservación de los suelos y una gran biblioteca genética constituida por todas las especies del planeta que habitan cada nicho ecológico y sacan de él el mayor rendimiento.

Los grandes incendios por sí solos ya causarían el mayor daño al planeta: las nubes de polvo microscópico negro ocultarían la luz del Sol, grandes nubes de humo y gases tóxicos de la combustión de ciudades e industrias ahogarían la superficie, la luz ultravioleta que terminaría por filtrarse dañando el ADN de las especies, escape de sustancias tóxicas que contaminarían el suelo y las aguas. Todo esto ocurriría de manera casi simultánea, siendo la suma mucho más que cada una de las partes, extendiéndose además por todo el planeta.

Un efecto determinante en la destrucción del ecosistema planetario es el producido sobre las plantas verdes, que son la base de la vida y las más afectadas por el frío y la oscuridad. Es de suponer que las más afectadas serían las menos aclimatadas al frío. Los bosques tropicales serían los primeros en desaparecer, y aunque las plantas de las zonas frías están hechas al frío, un descenso brusco podría ser letal. Una reducción del 5% de la luz solar es suficiente para detener el crecimiento de la planta, y un 10% reduce considerablemente la fotosíntesis. Para el caso de 10.000 Mt la luz se reduciría hasta un 1% durante más de un mes en el hemisferio norte, alcanzando el 50% a los 8 meses. Si la temperatura media del planeta son 13° C descendería hasta -40° C en la parte templada del hemisferio norte durante 4 meses, llegando a -3° C al cabo de un año.



De esto se deduce que la peor de las circunstancias posibles es la de una guerra nuclear en la época de crecimiento vegetal o poco antes, siendo entonces muerta prácticamente toda la vegetación del hemisferio norte. Si fuera en la época de aletargamiento el daño sería menor pero siempre enorme, impidiendo que la fase posterior de crecimiento fuera buena; además, un invierno más frío sí afectaría árboles perennes (por ejemplo los frutales). Sea cuando fuera, los trópicos están acostumbrados a temperaturas prácticamente estables, así que un descenso brusco sería fatal en todos los casos. Los efectos del frío en las costas sería más moderado debido al efecto regulador térmico de los océanos, aunque se verían barridas por tormentas brutales debidas precisamente a esa diferencia de temperatura entre la tierra y el mar.

ADEMÁS DEL FRÍO Y LA OSCURIDAD

Un factor muy importante al evaluar los efectos de una guerra nuclear son los sinergismos, es decir, el conjunto es mucho más que la suma de sus partes. Un buen ejemplo es que el sistema inmunológico humano se ve seriamente dañado cuando se superpone la radiación ionizante instantánea y la debida a la ceniza radiactiva como la exposición a la luz ultravioleta. El frío y la oscuridad acabarían con muchos mamíferos y casi todas las aves, así que millones de cadáveres en descomposición facilitarían la aparición de enfermedades que atacarían a los ya de por sí débiles. La ausencia de depredadores haría a los insectos (que son muy resistentes) multiplicarse, consumiendo la poca vegetación que quedase; además, ese aumento de luz ultravioleta (hasta se cuadruplicaría) dejaría ciegos a muchos mamíferos, impidiéndoles ver aún después de que hubiera luz, abocándoles a una muerte lenta. Los sinergismos actúan de manera favorable cuando las cosas van bien, y empeoran las cosas cuando todo va mal.



Los óxidos de nitrógeno inyectados a la atmósfera por las bolas de fuego habrían acabado hasta con el 50% de la capa de ozono, que se recuperaría mucho después de que la atmósfera fuera de nuevo transparente. La reacción de las plantas ante un aumento de la luz ultravioleta es el de reducir la fotosíntesis, este efecto se multiplica por dos o tres si han permanecido largo tiempo en penumbra. De modo que aunquela luz y el calor llenen de nuevo el planeta las plantas supervivientes tardarán meses en volver a producir.

El descenso de las temperaturas causaría un congelamiento del agua continental, salvándose los mares tanto por su concentración de sal como por su efecto

atenuante de la temperatura. Así tendríamos ríos y lagos congelados hasta en 1'5 m. Estas variaciones de temperatura detendrían el ciclo del agua, matando tanto lo que se hallara en la aguas congeladas como fuera.

El mar no sufriría apenas por la caída de temperatura, sin embargo la luz es imprescindible para la vida del plancton y algas, que son la base de la vida oceánica, también el aumento de la luz ultravioleta inhibe el crecimiento del fitoplancton. Las tempestades debidas a las diferencias de temperatura tierra-mar harían también difícil la vida a las especies costeras.

Cálida lluvia de polvo radiactivo:

Y por si todo lo anterior no era poco, aún queda tener en cuenta que gran parte de ese polvo en suspensión a baja altura es radiactivo. Este caería rápidamente en forma de lluvia radiactiva contaminando con dosis letales la tierra durante las primeras 48 h. Hasta un 30% de la tierras del hemisferio norte recibirían más de 500 rems, acabando con la mitad de los adultos sanos que hubiera. Poca gente sana quedaría tras las primeras horas, así que esta radiación remataría a más del 50% de supervivientes, dejando secuelas a casi todo habitante del planeta: baja resistencia a las enfermedades, alta probabilidad de cáncer, mutaciones y malformaciones. La radiación media de fondo en todo el planeta sería superior a 100 rems y en el hemisferio norte mayor a 200 rems.



La resistencia a la radiactividad varía según las especies, así las aves, los mamíferos y las coníferas son los más sensibles, siendo por lo general más resistentes los organismos más sencillos y de más corto ciclo reproductivo, entre los que se encuentran los que causan enfermedades (virus y bacterias).

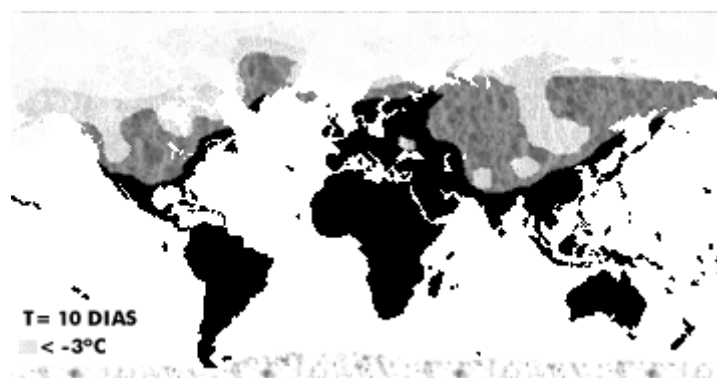
Además las primeras lluvias que llevarían radiactividad a la tierra también

arrastrarían los compuestos químicos residuales de los incendios de las ciudades, estos sería un amplio conglomerado de productos tóxicos como cloruros de vinilo, furanos y piroexenos procedentes de las comodidades de la sociedad moderna: plásticos, textiles, residuos, combustibles... Así la lluvia sería además lluvia ácida concentrada, una zancadilla más para los seres vivos.

Las sustancias radiactivas con las cenizas sedimentadas que cubrirían los campos, calles y edificios sería muy parecidos a los que se ve en las erupciones volcánicas, salvo que este contendría los siguientes elementos durante un determinado tiempo: I^{131} (8 días), Ru^{106} (1 año) , Sr^{90} (30 años), Ca^{137} (30 años) y Cs^{130} (30 años). Esto daría 500 rems como media en el hemisferio norte durante el primer día, 100 rems hasta el primer mes y 10 rems hasta pasado un año. En el hemisferio sur serían menores los efectos a corto plazo (100 rems el primer mes) pero muy parecidos los de largo plazo.

Cuando por fin se ve lo que queda:

Si alguien quedara para ver lo que queda no agradecería su suerte. Los pozos de petróleo, minas de carbón y turberas continuarían ardiendo durante meses o años, un 5% de la tierra del hemisferio norte sería sólo cenizas. La erosión del suelo por falta de vegetación causaría inundaciones y avalanchas de barro y despojos. Las aguas y la tierra estarían contaminadas, no habría nada que comer o beber, y lo que quedase estaría seriamente contaminado.



No se puede imaginar el estado psicológico de los supervivientes de una guerra nuclear, pero el pasar de una vida cómoda a la más absoluta soledad y desamparo en semanas (incluso los más desfavorecidos lo verían así) sería para volver a cualquiera loco o por lo menos para caer en la más honda de las depresiones, quizás hasta un estado de postración absoluto en espera de la muerte.

Los que saldrían algo mejor parados serían las especies carroñeras, rodeadas de gran cantidad de cadáveres su número se multiplicaría vertiginosamente. Así la fauna del "día después" serían unas orondas ratas, cucarachas y moscas.

Se piensa generalmente en lo que harían los supervivientes de una guerra nuclear, aunque hemos visto que en realidad no serían muchos por no decir ninguno. Sin embargo, si la guerra fuera pequeña y poniéndonos en el mejor de los casos, la supervivencia sería posible (aunque desagradable) y dependería en gran medida del nivel de destrucción alcanzado. En cualquier caso veremos qué les esperaría, teniendo en cuenta que aunque la guerra se situara sobre todo en el hemisferio norte, el sur se vería también afectado, aunque menos en los efectos más inmediatos, igualmente en los de medio y largo plazo.

Si pensamos en los bancos de semillas y almacenes de grano, veremos que por estar cerca de la ciudad o cultivos seguramente habrían ardido. Las semillas que permanecieran bajo tierra estarían relativamente a salvo, ya que las altas temperaturas debidas atormetas de fuego las dañarían también. Los medios de transporte de recursos se hallarían casi por completo destruidos, por lo que cada grupo se las tendría que apañar como pudiera.

Los supervivientes tendrían que subsistir de lo que ellos mismos pudieran plantar o criar. Tendrían que buscar suelos adecuados y no contaminados, y recurrir a plantar lo que más a mano tuvieran, ya que la variedad genética sería mínima. Hasta que el clima se restableciera el tiempo sería impredecible y extremo, además las plantas necesitan de otras cosas como polinización, microorganismos y ausencia de plagas, así los primeros cultivos darían resultados poco provechosos. Las zonas más afectadas serían los trópicos en donde la pérdida de los ecosistemas haría muy difícil una resurrección de la cultura humana. La búsqueda

desesperada de recursos o nuevas tierras de cultivo daría como resultado otra agresión al ecosistema ya muy dañado.

Si pensasen en el mar como medio de sustento verían como su producción estaría muy mermada, además las tempestades, mal estado de la mar y falta de combustible para la navegación moderna haría también difícil la subsistencia también las costas.

El hombre actual, en la mayoría de los casos, no conoce ni el medio natural ni cómo alimentarse de él, tampoco las técnicas más rudimentarias la tecnología (como obtener telas o herramientas), así que aunque los ecosistemas permitieran la vida humana, a duras penas si sabríamos aprovecharla.

La vida sería una vuelta a la prehistoria, en la que la mejor civilización humana se vería reducida a un conjunto de grupos de cazadores-recolectores en las islas del pacífico. Una civilización avanzada tras una seria guerra nuclear sería imposible ya que nuestros antepasados se sirvieron de recursos que tenían casi al alcance de la mano, así se comenzaron a usar los minerales (carbón, petróleo, cobre...) extrayéndolos de lugares en los que eran accesibles y abundantes. Tales sitios ya no quedan en el planeta, para obtener estos mismos minerales se requieren minas profundas y elaboradas tareas de refinado y purificación. Tras una era del reciclado y uso de materiales sobrantes de la civilización actual ya tan sólo se podría esperar una cultura prehistórica o clásica a lo sumo, la evolución de la humanidad detenida para siempre por sí misma mediante una guerra nuclear.



U.S.A. SURPASSES ALL THE GENOCIDE RECORDS!

KUBLAI KHAN MASSACRES 10% IN NEAR EAST

SPAIN MASSACRES 10% OF AMERICAN INDIANS

JOSEPH STALIN MASSACRES 5% OF RUSSIANS

NAZIS MASSACRE 5% OF OCCUPIED EUROPEANS AND 75% OF EUROPEAN JEWS

U.S.A. MASSACRES 6.5% OF SOUTH VIETNAMESE & 75% OF AMERICAN INDIANS

FOR CALCULATIONS & REFERENCES WRITE TO: P.O. BOX 180, NEW YORK, N.Y. 10013



REFERENCIAS: