

Uso de nomograma de incendios con ingenieros forestales Q-Ref.

PROPÓSITO

Los nomogramas o modelos predictivos han existido por poco más de 50 años proporcionando información valiosa para las operaciones de incendios y el personal de planificación para que puedan planificar mejor, preparar y preparar los recursos durante un fuego activo basado en los resultados del nomograma. Sin embargo, parte de la información en los Nomogramas es engorrosa o de poco uso práctico para el recurso individual promedio o bombero en el terreno sin una extensa instrucción y práctica en el aula.

La información que a menudo es de poco uso práctico es el calor por unidad de área (HPA), en *BTU* por pie cuadrado. Por lo general, la tasa de incendios de propagación se da en cadenas por hora, pero para ser más útil para el personal operativo en el campo algunos re-la disposición de las figuras a los pies por segundo es necesaria y puede hacer el Nomograms mucho más útil en poder determinar la cantidad y el tipo derecho de recursos del aire basados en el calor por área de la unidad. Este documento conceptual intenta explicar este concepto y cómo usar los recursos existentes para lograr el máximo efecto de enfriamiento, de modo que los recursos terrestres como Crews, Engines y Dozers puedan acercarse para esfuerzos de supresión más eficientes.

Hay una guía de referencia rápida de ingenieros de aparatos silvestres; que fue desarrollado para operadores de motores y operadores de bombas para determinar la *capacidad de absorción de BTU* de agua y cómo ajustar los caudales a la cantidad de calor generado por un incendio. Este documento explica cómo utilizar mejor esa guía de referencia rápida o Q-Ref junto con los nomogramas de fuego para aumentar la eficiencia de los recursos de aire y la actividad de supresión.

Moylan

Escrito para Archivo



Derechos de autor©2018 -2021 Wildland Apparatus Engineer, SP.

^{numbers}Footnotes en la última página

Uso de nomograma de incendios con ingenieros forestales Q-

Ref.

Nomograma de fuego modelo 4 adjunto

Conceptual

1er. Ejemplo: Combustible Modelo 4, Chaparral (6Ft) Baja velocidad de viento

Slope 60%

20ft velocidad del viento 15mph

Velocidad de viento de llama media efectiva estimada en 16 mph.

Salida? = (cambiar al lado del viento alto)

Entradas: (Azul)

2° Ejemplo: Combustible Modelo 4, Chaparral (6Ft)

(Solo elegido arbitrariamente para la ilustración)

Slope 60%

20ft velocidad del viento 15mph

Velocidad de viento de llama media efectiva estimada en 16 mph.

Humedad del combustible muerto 3% Humedad del combustible vivo 120%

Salidas: (ROJO)

ROS 380 Ch/hr = 25,080 ft/hr = 418 ft/min = 6.97 ft/seg usado (redondeado a 7)



Derechos de autor©2018 -2021 Wildland Apparatus Engineer, SP.

HPA $2,866\text{BTUft}^2$ (calculado) pero use 2,800 - 2,900

$\text{BTU/ft/sec} = \text{HPA} \times \text{ROS/ft/sec} = 2,866 \times 6.97 = 19,976$

El rango de BTU/ft/seg está entre $2,800 \times 7$ a $2,900 \times 7 = 19,600$ a $20,300$ (700 BTU)

Para el modelo de combustible 4 en este ejemplo, así es como se utilizarían los datos de la aeronave en el Q-Ref.

A partir de los resultados de nuevo:

$\text{ROS } 380 \text{ Ch/hr} = 25,080 \text{ ft/hr} = 418 \text{ ft/min} = 6.97 \text{ ft/sec}$ (redondeado a 7)

HPA $2,866\text{BTUft}^2$ (calculado) pero use 2,800-2,900

$\text{BTU/ft/sec} = \text{HPA} \times \text{ROS/ft/sec} = 2,866 \times 6.97 = 19,976$

El rango de BTU/ft/seg está entre $2,800 \times 7$ a $2,900 \times 7 = 19,600$ a $20,300$

El siguiente paso lógico en la determinación y selección del número y tipo apropiado de recursos de aire para esta discusión se basa en tres factores principales, todos con varios sub-factores entrelazados.

- El *primero* es obtener los resultados de lo que el fuego está haciendo mediante el uso del modelo de combustible adecuado Nomogram (como se indicó anteriormente), en términos de tasa de propagación y luego convertido a pies por segundo junto con su intensidad en BTU por pie cuadrado.
- El *segundo* es estimar las dimensiones de la línea de fuego activa donde se aplicará el agente de enfriamiento y el retardante.
- El *tercero* es determinar el número de aviones o caídas necesarias para cada agente utilizado basado en el cálculo del área de fuego activo y luego usar esto junto con el HPA para obtener el BTU que se genera.

Primero, el ROS está en cadenas por hora como 380, usted tiene que convertir esto a pies/hora multiplicando $380 \times 66 = 25,080$ pies por hora. Luego divida esto por 3.600 para obtener pies por segundo. Ese es su primer paso inicial. Obtendrá el ROS de 7 pies/seg. Este 7 pies es el ancho "activo" de tu fuego.

Segundo, necesitas la longitud para obtener el área. Diremos para nuestro ejemplo que es una línea de fuego de una milla (5,280ft) de largo.

El área es entonces $7\text{ft} \times 5,280\text{ft} = 36,960$ pies cuadrados.



Derechos de autor©2018 -2021 Wildland Apparatus Engineer, SP.

A continuación, se debe calcular la BTU por segundo.

Superficie de 36,960 sq/ft x BTU/ft²2,866 = 105,972,360 BTU/seg. Nuestros primeros y segundos pasos están completos.

El primer paso fue utilizar el Nomograma para obtener los resultados finales que se utilizarán con el segundo y tercer factores y ese segundo factor fue la estimación de la zona de fuego.

El tercer factor tiene 5 partes. 1 parte requiere conocer la altitud del fuego y la temperatura del agua que se utilizará para enfriar el área de fuego activo. Esto es importante porque la capacidad de absorción de calor del agua cambia con otros dos factores; Altitud y temperatura del agua. Diremos que esto es a 5,000 pies y luego usaremos una temperatura del agua de 50 grados como en el Q-Ref encontrado en las páginas 26 y 27 (o en las páginas 129 y 130 en el Libro de Lecciones). Esto da una Capacidad Térmica de absorción de calor por libra de agua de 1,123 BTU/lb, una vez calculada como se explica en la página 25 de la Q-ref(o en la página 128 del Libro de Lecciones).

El tercer factor, 2a parte, requiere que se dividan los incendios estimados de generación de BTU (determinados anteriormente), por la capacidad térmica del agua para la temperatura y la altitud.

Esto da las libras de agua requerida porque el primer conjunto de números se basa en BTU por libra.

$$\frac{105,972,360}{1,123} = 94,325 \text{ lbs of water.}$$

A continuación, divide los 94,325 libras por 8.34 (libras por galón) para obtener los galones necesarios para la caída.

$$\frac{94,325 \text{ pounds required}}{8.34 \text{ pounds per gal}} = 11,310 \text{ Gallons}$$

Si hubieras redondeado a 106 millones de BTU, habrías conseguido una respuesta de 11.318 galones.

El tercer factor, tercera parte. Usted se refiere a la Q-Ref y seleccionar un solo avión si uno coincide directamente o excede el requisito de galones. Como se muestra en las páginas 26 y 27 de la publicación única Q-Ref o en las páginas 129 y 130 de la publicación Lesson Book, el petrolero de ala fija DC10 tiene capacidad para 11.600 galones. O podría utilizar el enfoque tomando la capacidad de 3.000 galones para los buques tipo 1 como el BAE146, RJ85, MD87, etc., y dividir los galones requeridos por los galones transportados para obtener el número de cargas como se muestra a continuación.



Derechos de autor©2018 -2021 Wildland Apparatus Engineer, SP.

$$\frac{11,310 \text{ Gals Req'd}}{3,000 \text{ Gals Capacity}} = 3.77, \text{ round to } 4 = \text{Number of loads/drops}$$

Esto le dice el número de ²*Loads o aviones* que tendrá que lograr una buena caída al mínimo. Esto NO es extinción. Esto es sólo para Knockdown. Estas cargas "DEBEN" caer secuencialmente. Cargar y devolver no será suficiente.

Tercer factor cuarta parte. Otra forma de determinar el número adecuado de recursos es volver a la BTU *originalmente calculada* y simplemente dividir esta cifra por la *capacidad BTU* que se muestra en las páginas de datos de aeronaves. i.e. 3.000 galones es igual a 28.100.000 BTU.

$$\frac{\text{BTU of Fire Generated}}{\text{BTU absorption of Aircraft}} = \frac{105,972,360}{28,100,000} = 3.7 \text{ Redondea hasta el } 4.$$

Para un ejemplo de este método, tomemos de nuevo nuestro ejemplo de los incendios generados *por la salida BTU* y luego divídalo por una cifra de un avión con una capacidad mucho menor y digamos que no tenemos ningún avión grande disponible.

$$\frac{\text{BTU of Fire Generated}}{\text{BTU Absorption of Aircraft}} = \frac{105,972,360}{12,170,000} = 8.7 \text{ Loads or Aircraft}$$

Por lo tanto, si tomamos la capacidad de absorción combinada de BTU, *digamos 9, CL215 (scoopers) Tipo 2 Aviones de ala fija que transportan 1.300 galones cada uno, obtendríamos un total de BTU de 109.580.094. Más de lo que nuestra línea de fuego activa está generando. Por lo tanto, el número de aeronaves y o cargas de aeronaves aumentará o disminuirá en función de la capacidad de cada aeronave y la cantidad de BTU que se genera. El punto es que no tiene que ser todos los aviones del mismo tamaño. La idea es obtener la cantidad combinada de absorción de BTU independientemente de los diferentes tipos y modelos de aviones que se utilizan.*

Otro ejemplo es si todo lo que tienes disponible son 5 asientos a 800 galones cada uno, entonces, el resultado se vería así:

$$\frac{105,972,360}{7,500,000} = 14.2 \text{ Loads (ronda a } 15)$$

Esto se dividiría aún más entre los 5 ASIENTOS para que cada ASIENTO tenga que bajar 3 cargas, secuencialmente. También para probar nuestra *capacidad de absorción de BTU* de 15 cargas de 800 galones de agua funciona, hacemos nuestro cálculo: 800 galones x 8.34lbs = 6,672 libras de agua. 6,672 libras x 1123 BTU/lb = 7,492,656 BTU por carga x 15 cargas = 112,389,840 *absorción BTU*. ¿Por qué las



Derechos de autor©2018 -2021 Wildland Apparatus Engineer, SP.

15 cargas? ¿De qué otra manera llevarías . 2 cargas que valgan además de las 14? Debe ser una carga adicional.

Tercer factor quinta parte. El Área Efectiva de Cobertura que un avión puede/podría proporcionar se puede estimar una vez que conozca la *BTU* por pie cuadrado y la *Capacidad BTU* del recurso a utilizar.

Por ejemplo $Fire\ Generated\ BTU/ft^2 = 2,866$. Capacidad de absorción de *BTU* de aeronaves = 28.100.000.

$$\frac{Aircraft\ BTU\ absorption}{Fire\ Heat\ Per\ unit\ Area} = \frac{28,100,000}{2,866} = 9,804\ sq/ft$$

Si además tomamos *el ROS* conocido ft^2 en pies por segundo de 7 y luego dividimos el área de 9,804 por 7 *pies* (ancho de fuego activo), obtendremos una longitud de ejecución efectiva de

$$\frac{9,804\ sqft}{7\ ft\ sec} = 1,400\ feet .$$

Esta es la longitud de carrera máxima por avión y la longitud de carrera sería un ligero porcentaje menos debido a un factor de eficiencia. Si usamos . 95 para un factor de eficiencia del 95%, entonces la longitud de ejecución efectiva podría estimarse en $1.400 \times . 95 = 1.330$ pies. Esto es desde ser 100% en el objetivo de cada avión, cada caída en cada salida simplemente no es posible. Hay demasiadas variables que pueden afectar la precisión de la caída. Nota: Si el terreno es bastante empinado y dentado, entonces tal vez un factor de eficiencia . 7 se utilizaría. Una carrera de 1.400 pies multiplicada por un . 7 (factor de eficiencia del 70%) ahora es solo 980 pies de longitud de carrera efectiva. Volver a calcular el número de aviones/ cargas se calcula tomando esa línea de milla de largo y dividiendo por los 980 pies, que, usted terminaría con 5.38, así que pedir 2 aviones adicionales para un total de 6.

En espera del "nivel de cobertura", ¿los 4 aviones harán una caída de una milla de largo entonces? Para ser más exacto utilice un .9 o el multiplicador de . 95 al 1.400 Esto recalcula el funcionamiento eficaz del avión a 1.330 pies.

$$1.400 \times 4 = 5.600\ pies. \text{ Sí!}$$

$$1,330 \times 4 = 5,320\ pies. \text{ Sí!}$$

[Actualizado 1-2022: Mirando los niveles de cobertura, las tasas de liberación de tanques, el diseño, etc. y los criterios de prueba de tazas sugerirían que el método anterior no es posible. Bajo este sistema "actual" que se está utilizando, estaríamos de acuerdo, sin embargo, tenga en cuenta que se reduce a dos factores principales. 1. Lo que la generación final de Btu del fuego está produciendo y 2.



Derechos de autor©2018 -2021 Wildland Apparatus Engineer, SP.

Recopilación, suficiente capacidad de Btu⁶ Absorption en el lado de las operaciones, para que coincida. Como se indicó anteriormente en el sitio web de la WAE, los problemas de entrega y los problemas para las aeronaves no son nuestra preocupación. Nuestro único objetivo es determinar una coincidencia simple mediante la estimación de los números y tipos de capacidades de carga de los aviones a las cifras de salida de Fire Btu. Por lo tanto, la cobertura ideal para igualar un HPA de 2.866 estaría más cerca de la siguiente fórmula: $Btuft^2$

$$\frac{3,000 \text{ gals}}{9,804 \text{ ft}^2} = .306 \text{ gal/ft}^2$$

Este .306 gals sería multiplicado por las libras por galones de 8.34 para determinar el peso total, que comprende 2.552lbs. Entonces este 2.552lbs sería multiplicado por la capacidad de la absorción de Btu del agua para la altitud y la temperatura que es 1123 Btu/lb.

$$2.552 \text{ lb} \times 1,123 \text{ Btu/lb} = 2,865.896 \text{ Btu per square foot}$$

De esto podemos derivar los galones por 100 pies cuadrados. $306 \times 100 = 30.6$. Hasta que podamos controlar el patrón de caída "Ancho" y reducirlo para que más del agente de enfriamiento esté DIRECTAMENTE sobre la fuente de calor, simplemente tendremos que seguir agregando aviones a la mezcla]

Una vez que se logra el derribo del frente de llama activa, entonces usted tiene el avión cargado LC95 caer inmediatamente en el mismo lugar, para colocar un CAP de inhibidor de la quemadura sobre el combustible ahora enfriado. El contenido de agua restante en el retardante junto con las características de inhibición de la quemadura del retardante debe proporcionar un medio para que las tripulaciones, motores y topadoras se muevan para ser más eficaces en los esfuerzos de control y contención. Después de todo, es la *BTU* que se genera la que mantiene a raya estos recursos y una vez que se logra este derribo, debido al efecto de enfriamiento a gran escala, los otros recursos pueden acercarse.

Combatir el fuego de esta manera es crítico para el tiempo entre las aeronaves debido a la zona involucrada y la cantidad de calor residual significa que las llamaradas son muy probables.

La aeronave cargada con retardante debe estar en el aire y en las inmediaciones cerca del mismo tiempo que la aeronave con agua recta. Si usted está planeando en simplemente tener aviones de carga y retorno con el retardante es probable que encuentre esta técnica para ser tristemente ineficaz.

Después de pasar los últimos meses revisando los informes técnicos de ³Roethermel y otros, se cree que el método descrito anteriormente ofrece la manera más exitosa de combatir incendios a gran escala con una



Derechos de autor ©2018 -2021 Wildland Apparatus Engineer, SP.

generación significativa de BTU. Por último, las cifras de BTU/ft/seg son las mismas que las de Calor por unidad de Área, son las que representan el ROS. Dividiendo la cifra de BTU/ft/seg por la tasa de propagación en Ft/seg le da el HPA.

La tasa de propagación ofrece la capacidad instantánea para determinar dónde estará el fuego en el marco de tiempo que tomará la aeronave para llegar a la escena para hacer ⁴ gotas secuenciales. Esto debe ser visto como el de una boquilla en un motor. Si la BTU es demasiado grande, la boquilla es ineficaz y no será capaz de participar o acercarse. Del mismo modo, si solo hay aviones intermitentes haciendo gotas de tamaños y tiempos aleatorios, esto tendrá el mismo efecto. El GPM debe coincidir con el BTU! ⁵Wildland Apparatus Engineers Q-Ref páginas 26 y 27.

Todos los incendios generan BTU y el agua absorbe BTU. ¡Para ser verdaderamente eficaces, tenemos que aplicar la capacidad de absorción de BTU igual o más rápido que el fuego puede generar! Por ejemplo, simplemente tener un 747 Super Tanker a mano cargado a una capacidad máxima de 19.000 galones que tarda de 4 a 6 horas para hacer un viaje de ida y vuelta, solo está entregando un galón efectivo por capacidad de minuto de:

$$Egpm(4 \text{ hour turn}) = \frac{19,000 \text{ gals}}{240 \text{ min}} = 79$$

$$Egpm(6 \text{ hour turn}) = \frac{19,000 \text{ gals}}{360 \text{ min}} = 52$$

En este caso, 79 Egpm en la capacidad térmica del agua de 1123 es solo 739,899.78 BTU

En el lado bajo, la capacidad térmica de 52 Egpm es solo 487,022.64 BTU

En este caso, no es muy efectivo si estás dejando caer LC95 en los árboles. Él (LC95), se cuelga en el dosel y muy poco o nada golpea los combustibles portadores en el suelo del bosque. Además, con LC95, hay menos agua para absorber el calor. Por ejemplo; en una carga completa de retardante de 19.000 galones, hay 3.454 galones de LC95 y 15.546 galones de agua. El agua es su mayor agente absorbente de calor y para ser eficaz, usted tiene que tener múltiples aviones en el aire para caer secuencialmente. Como se puede ver arriba, un avión de este tamaño en una carga y retorno cada cuatro a seis horas simplemente no es eficaz porque hay demasiado tiempo entre las cargas.

A pesar de que en una gota 19,000 galones de agua absorbe 177.9 millones de BTU, no será eficaz si usted tiene un fuego que produce 100 millones de BTU/ segundo cuando hay un retraso de 4 horas o 6 horas entre gotas. Simplemente hay demasiado calor residual para ser eficaz.



Derechos de autor ©2018 -2021 Wildland Apparatus Engineer, SP.

15.546 galones de agua absorben 145.601.037 BTU, mientras que 19.000 galones absorben 177.950.580 BTU. Esto es para 5.000 pies de altitud y 50 grados de temperatura del agua.

Además, señalaré que desde 1946 hasta la actualidad, ni un solo informe técnico revisado ofrece un método único para la supresión de incendios o incluso una posible teoría para la supresión de los mismos en todos los informes que se han revisado hasta la fecha. Si hay alguna de esas teorías de supresión de estado estaría muy interesado en ver su enfoque.

Escrito para Archivo, Junio 2018 - Abril 2021

wildfireengineer.com

Ingeniero de Aparatos Wildland, SP.

Joseph Moylan



Derechos de autor©2018 -2021 Wildland Apparatus Engineer, SP.

Notas al pie

1. La capacidad de carga utilizada en este documento puede no ser correcta en condiciones reales pendientes de altitud de densidad y configuración de carga de la aeronave, etc.
2. El número de cargas calculadas aquí NO es para el de LC95 ya que LC95 NO tiene una calificación BTU/lb calculada o establecida a la fecha. Esto solo funciona para las cargas de Agua.
3. Gracias a M.C.Wright por traer el conocimiento de los informes técnicos de Rothermel y otros informes y nomogramas a mi atención. Este fue un elemento crítico que faltaba para ser capaz de conceptualizar los recursos y tipos de supresión con la actividad estimada del comportamiento de fuego y la posible disposición teórica de los recursos.
4. Las Gotas deben hacerse en orden secuencial. La intermitencia como se realiza normalmente no proporcionará el efecto de enfriamiento requerido por el hecho de que el fuego está generando calor continuamente, sin embargo, si solo un avión cae una cantidad de agua, luego sale para volver a cargar, en este caso solo se absorbe el 26% de la cantidad de BTU generada. La radiación de calor adyacente simplemente encenderá de nuevo el combustible antes de la siguiente caída vuelve. Se cree que la caída secuencial es más parecida a la de una boquilla que fluye constantemente y proporciona una capacidad de enfriamiento exponencial más cercana a la de lo que el fuego está produciendo.



Derechos de autor©2018 -2021 Wildland Apparatus Engineer, SP.

5. Datos de aeronaves de Q-Ref

Aircraft Type	Category	Cruise Speed		Capacity indiv ^l		Cap Total	Btu total		
		1,2,3	rotor/fix	Kts	Mph	LC95	Water	Gallons	Million Btu's
1- RJ85	Fixed			380	437	545	2455	3000	28.1
1- BAE 146	Fixed			380	437	545	2455	3000	28.1
1-C130MAFF	Fixed			238	275	545	2455	3000	28.1
1-MD-87	Fixed			450	517	545	2455	3000	28.1
1-P3A	Fixed			330	380	545	2455	3000	28.1
1-L188	Fixed			310	356	600	2700	3300	30.1
1-C130	Fixed			238	275	727	3273	4000	37.5
1-737-300	Fixed			250	287	727	3273	4000	37.5
1-DC10	Fixed			490	564	2109	9491	11600	108.6
1-747	Fixed			490	564	3454	15546	19000	177.9
1-CH53E	Rotor			150	137	na	na	2000	18.7
1-CH46 sk	Rotor			121	140	na	na	224	2.1
1-CH47D	Rotor			119	137	na	na	2000	18.7
1-S61	Rotor			133	154	na	na	1000	9.3
1-S64	Rotor			91	105	na	na	2650	24.8
1-S70i	Rotor			159	183	na	na	1000	9.3
1-kmax	Rotor			79	91	na	na	700	6.5
1-AS332L	Rotor			135	156	na	na	2000	18.7
1-B107Vertol	Rotor			121	140	na	na	1000	9.3
1-B234CHnk	Rotor			119	137	na	na	3000	28.1

Use with Fire Behavior Nomograms!

NOTE: The aircraft data sections for pp's 26 & 27, show listings for Maximum Gallon Capacities and may not be reflective of those actually used. The BTU figures are displaying BTU Capacity should those maximum capacities in water be available and utilized.



Derechos de autor©2018 -2021 Wildland Apparatus Engineer, SP.

6 Capacidad de Absorción



Derechos de autor©2018 -2021 Wildland Apparatus Engineer, SP.

HEAT ABSORPTION CAPACITY OF WATER WORKSHEET

BTU's / Min, per Pound of water

(EXAMPLE)

Desired Flow (GPM) 500 @ Temp(deg. est) 70

Flow in GPM 500 x 8.34 = 4,170 lbs/minute

Boiling occurs at 212° Sea Level and Boiling occurs at 196.9° at 8,000ft. This works out to 1.84° per 1,000ft.

BOILING

STEAMING

(Temp to boil @ Alt) - (Tank Temp)

(970)BTU's/lb of water x (lbs/minute flowing) absorption in converting to steam

204° - 70° = 134° each lb of water will be raised 134° to boiling point.

each lb will be raised an additional 970btu in the conversion to steam from a boil.

[B]

134 x 4,170 lbs/min = 558,780 BTU/Min

[S]

(970) x (4,170)lbs/min = 4,044,900 BTU/Lb

Handwritten notes:
 5,000 FT ALT = 5 x 1.84
 1000 G = 9.2
 Sea level 212° - 9.2 = 202.8
 Temp to boil @ sea

Handwritten: BAE - 146 - 3000 Gallon/WATER

S 4,044,900
 B 558,780
 +
 4,603,680 BTU/MIN
 x 60min
 272,220,800 BTU/HR

Desired Flow (GPM) 3,000 @ Temp(deg. est) 50

(substitute Aircraft Load)

Flow in GPM 3,000 x 8.34 = 25,020 lbs/minute

Boiling occurs at 212° at Sea Level and Boiling occurs at 196.9° at 8,000ft. This works out to 1.84° per 1,000ft. 204° = 4,000ft., 202° = 5,000ft. etc.

BOILING 3, 823, 056

STEAMING 29, 276, 906

(Temp to boil @ Alt) - (Tank Temp)

(970)BTU's/lb of water x (lbs/minute flowing) absorption in converting to steam.

Handwritten: 202.8 50 = btu/lb 152.8

[B]

152.8° x 25,020 = 3,823,056
 Btu/lb lbs/min(above) btu/min
 Specific Heat

[S]

(970) x 25,020 = 29,276,906
 lbs/min BTU/min
 Latent Heat

[S] + [B] = TOTAL

[S] 29, 276, 906
 +
 [B] 3, 823, 056
 = 33,099,962 BTU/MIN Total
 x 60min
 = 1,985,997,720 BTU/HR Total

Moylan - - Jan, 2022 WAE Fire Hydraulics - wildfireengineer.com



Derechos de autor©2018 -2021 Wildland Apparatus Engineer, SP.

HEAT ABSORPTION CAPACITY OF WATER WORKSHEET

BTU's / Min, per Pound of water

(EXAMPLE)

Desired Flow (GPM) 500 @ Temp(deg. est) 70

Flow in GPM 500 x 8.34 = 4,170 lbs/minute

Boiling occurs at 212° Sea Level and Boiling occurs at 196.9° at 8,000ft. This works out to 1.84° per 1,000ft.

BOILING

STEAMING

(Temp to boil @ Alt) - (Tank Temp)

204° - 70° = 134° each lb of water will be raised 134° to boiling point.

[B]
134 x 4,170 lbs/min = 558,780 BTU/Min

(970)BTU's/lb of water x (lbs/minute flowing) absorption in converting to steam

each lb will be raised an additional 970btu in the conversion to steam from a boil.

[S]
(970) x (4,170)lbs/min = 4,044,900 BTU/Lb

5000 Ft ALT
1000 = 5 x 1.84
G = 9.2
212 - 9.2 = 202.8°
Temp to Boil @ 5k

S 4,044,900
B 558,780
+
4,603,680 BTU/MIN
x 60min
272,220,800 BTU/HR

BAE - 146 RETARDANT
 $\frac{3000}{5.5} = 545$ - 3000 Concentrate
2,455 Water

Desired Flow (GPM) 2,455 @ Temp(deg. est) 50

(substitute Aircraft Load)

Flow in GPM 2,455 x 8.34 = 20,474 lbs/minute

Boiling occurs at 212° at Sea Level and Boiling occurs at 196.9° at 8,000ft. This works out to 1.84° per 1,000ft. 204° = 4,000ft., 202° = 5,000ft. etc.

BOILING 3,128,427

STEAMING 19,865,922

(Temp to boil @ Alt) - (Tank Temp)

(970)BTU's/lb of water x (lbs/minute flowing) absorption in converting to steam.

202.8 - 50 = btu/lb 152.8

[B]
152.8° x 20,474 = 3,128,427
Btu/lb lbs/min(above) btu/min
Specific Heat

[S]
(970) x 20,474 = 19,865,922
lbs/min BTU/min
Latent Heat

[S] + [B] = TOTAL

[S] 19,865,922
+ [B] 3,128,427
= 22,994,349 BTU/MIN Total
x 60min
= BTU/HR Total

545 GALS of concentrate
has no published BTU/lb rating
As of Date we know of!

5.1 mit less BTU Absorption

Moylan - - Jan, 2022 WAE Fire Hydraulics - wildfireengineer.com



Derechos de autor©2018 -2021 Wildland Apparatus Engineer, SP.