



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



CONAFOR

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

PROGRAMA DE MANEJO DEL FUEGO

S-190

INTRODUCCIÓN AL COMPORTAMIENTO DEL FUEGO

MANUAL DEL ESTUDIANTE





MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



CONAFOR
COMISIÓN NACIONAL FORESTAL



PROGRAMA DE MANEJO DEL FUEGO



PREFACIO

Introducción al Comportamiento del Fuego S-190, es un curso de capacitación identificado en el Plan Estudios del Grupo Nacional de Coordinación de Incendios Forestales y Prescritos (NWCG). Este curso ha sido desarrollado por un grupo de inter-agencias dirigidas por el National Interagency FIRE Center (NIFC) en los Estados Unidos de América.

Esta traducción fue tomada directamente del curso de NWCG, Introducción al Comportamiento del Fuego S-190.

La traducción fue conducida por un grupo de Inter-agencias expertos en la materia en cooperación con la Comisión Nacional Forestal de México.

NWCG (Grupo Nacional de Coordinación de Incendios Forestales) agradece los esfuerzos a todos los que han contribuido al desarrollo de este producto de capacitación.

Comentarios con respecto a este curso o información adicional pueden ser dirigidos a:

Gerencia del Manejo del Fuego
Subgerencia de Operaciones
jvillam@conafor.gob.mx
37 77 70 00 ext. 2703
Periférico Pte. 5360
Zapopan, Jalisco



Introducción al Comportamiento del Fuego, S-190

CONTENIDO DEL CURSO

Unidad 0 – Introducción

Unidad 1 – Conceptos Básicos de Incendios Forestales

Unidad 2 A – Influencias Topográficas

Unidad 2 B – Combustibles Unidad

Unidad 2 C – Tiempo Atmosférico

Unidad 3 – Comportamiento Del Fuego y La Seguridad



Introducción al Comportamiento del FuegoS-190

CURSO:	Introducción al Comportamiento del fuego S-190
UNIDAD:	0- Introducción
TIEMPO:	15 minutos
AYUDAS DIDÁCTICAS:	Manual del participante, cuaderno de apuntes, lapicera,

OBJETIVOS:

Durante esta unidad, el personal de instrucción:

1. Hará la presentación de las y los estudiantes.
2. Discutirá los puntos administrativos.
3. Explicará el propósito del curso.
4. Explicará los objetivos del curso.
5. Discutirá las expectativas.
6. Explicará los métodos de evaluaciones del curso.
7. Explicará dónde se ubica el curso en el currículo del comportamiento del fuego.

I. PROPÓSITO DEL CURSO

Proporcionar a las y los estudiantes el conocimiento del comportamiento del fuego aplicable para actividades seguras y efectivas de manejo del fuego (incendios forestales y prescritos).

Este curso introduce al estudiante las características e interacciones del ambiente de incendios forestales (combustible, tiempo atmosférico y topografía) que afectan el comportamiento del fuego con propósitos de seguridad.

Los materiales en este curso son elementos del currículo del comportamiento del fuego.

Este es el primer curso formal de capacitación de comportamiento del fuego que recibirán las y los estudiantes.



II. OBJETIVOS DEL CURSO

- Identificar y discutir los tres lados del triángulo de fuego.
- Identificar los factores ambientales del combustible, tiempo meteorológico y topografía que afectan el inicio y propagación de incendios forestales.
- Describir los factores contribuyentes que indican el potencial aumento en el comportamiento del fuego que pueden comprometer la seguridad.

III. EXPECTATIVAS

- A. Expectativas del grupo de estudiantes
- B. Expectativas del personal de instrucción
 - Asistir a todas las sesiones.
 - Estar preparados para empezar a tiempo.
 - Participar y compartir ideas.

IV. EVALUACIONES

- A. Evaluaciones del Estudiante
 - El estudiante debe obtener un porcentaje del 70% o mayor en el examen final para recibir una certificación por haber terminado este curso.
- B. Evaluación del Curso
 - Esta es una oportunidad para que quienes participan en este curso hagan comentarios sobre el curso y las o los instructores con el propósito de mejorar cursos futuros.

V. ¿DONDE SE UBICA ESTE CURSO EN EL CURRÍCULO DEL COMPORTAMIENTO DEL FUEGO?

- A. Introducción al Comportamiento del Fuego, S-190.
Curso de nivel principiante diseñado alrededor de conocimientos básicos del combustible, tiempo atmosférico y topografía.
- B. Comportamiento del Fuego Intermedio, S-290.
Proporciona una mejor base para analizar variables y comprender como entre-actúan y afectan el comportamiento del fuego.
Introduce el Método de Evaluación en la Línea de Fuego (FLAME) una práctica herramienta utilizada en la línea para predecir cambios significantes de corto tiempo en el comportamiento del fuego.
- C. Introducción a Cálculos de Comportamiento del Fuego, S-390.
Presenta cálculos del comportamiento del fuego utilizando métodos manuales tales como tablas y nomogramas.
- D. Cálculos de Comportamiento del Fuego Avanzado, S-490.
Enseña a los estudiantes a utilizar el modelo de computación más actualizado para proyectar cuanto crecerá el perímetro del incendio basado en predicciones meteorológicas y en el conocimiento del combustible y de la topografía.



Introducción al Comportamiento del FuegoS-190

CURSO:	Introducción al Comportamiento del fuego S-190
UNIDAD:	1 – Conceptos Básicos de Incendios Forestales
TIEMPO:	1 hora
AYUDAS DIDÁCTICAS:	Manual del participante, cuaderno de apuntes, lapicera.

OBJETIVOS:

Durante esta unidad, las y los estudiantes serán capaces de:

1. Definir la terminología básica utilizada en incendios forestales.
2. Identificar los elementos del triángulo de fuego.
3. Describir tres métodos de transferencia de calor.

I. TERMINOLOGÍA BÁSICA UTILIZADA EN INCENDIOS FORESTALES.

A. Partes del Incendio

1. Punto de Origen

La ubicación precisa donde una fuente adecuada de ignición hizo contacto con el material que hizo la primera ignición y ocurrió una combustión sostenida.

2. Cabeza de un Incendio

La parte del incendio que tiene la más rápida velocidad de propagación.

3. Flancos de un Incendio

Los lados del perímetro del incendio que están paralelos a la dirección principal de la propagación.

4. Cola de un Incendio

- La parte del incendio que se propaga directamente contra el viento.

- Es la porción opuesta a la cabeza del incendio.
- La parte del incendio que se propaga más lento. También es llamado el talón del incendio.

5. Perímetro del Incendio

La línea límite o borde entero del incendio.

6. Dedos de un Incendio

Una franja estrecha, que generalmente es una extensión del incendio principal.

7. Bolsas de un Incendio

Áreas sin quemar en las orillas del incendio, formadas por dedos o por áreas quemando lentamente.

8. Islas de un Incendio

Áreas de combustible sin quemar, dentro del perímetro del incendio.

9. Foco Secundario

Incendio que inició afuera del perímetro del incendio principal, causado por pavesas o chispas volantes.

B.

Términos de Comportamiento del Fuego

1. Ardiendo sin Llama

Incendio quemando sin llamas y propagándose lentamente.

2. Ardiendo Lentamente

Incendio quemando con una llama baja y propagándose lentamente.

3. Incendio Avanzando Rápidamente

Comportamiento de incendio propagándose rápidamente, con una cabeza bien definida.

4. Produciendo Focos Secundarios

Comportamiento del fuego que produce chispas o pavesas y que son llevadas por los vientos iniciando nuevos incendios lejos de la zona directa de ignición del incendio principal.

5. Fuego de Antorcha
Incendio quemando el follaje de un árbol o un grupo de árboles, de abajo hacia arriba.
6. Coronamiento
Incendio que avanza a través de las copas de los árboles o arbustos más o menos de manera independiente del fuego de la superficie. Los Incendios de copa o coronamiento son a veces clasificados como “de avance rápido” o “dependientes”, para distinguir el grado de independencia que tiene con el incendio de la superficie.
7. Lllamaradas
Cualquier aceleración repentina en la velocidad de propagación o intensificación del fuego.
Diferente al Fuego Explosivo, una llamarada es de relativamente de corta duración y no cambia los planes de supresión existentes.
8. Remolino de Fuego
Columna de fuego en movimiento giratorio de aire ascendente o en un remolino, que lleva humo, pavesas y llamas.
Los remolinos de Fuego varían en tamaño, desde menos de 30 cm hasta más de 150 metros en diámetro. Los remolinos de fuego grandes tienen la intensidad de un tornado pequeño.
9. Fuego en retroceso
Esa parte del incendio con velocidad de propagación más lenta y baja intensidad, normalmente moviéndose contra el viento y/o cuesta abajo. También es llamado el talón del incendio.
10. Frente de llamas
La zona del incendio en movimiento donde la combustión es principalmente con llamas.

Atrás de esta zona de combustión esta principalmente ardiente e involucra la quema de combustible grande (combustible de más de 5 centímetros de diámetro).

Típicamente el combustible ligero tiene un frente de llamas menos profundo, pero el combustible pesado tiene una frente de llamas más profunda.

C. Otros Términos Útiles en el Combate de Incendios.

1. Punto de Anclaje

Una ubicación ventajosa, generalmente una barrera contra la propagación del incendio, de la cual se comienza a construir una línea o brecha.

El punto de anclaje es utilizado para reducir la posibilidad de ser flanqueado por el incendio mientras se construye la línea o brecha.

2. Línea de Control

Un término empleado para describir todas las barreras, ya sean construidas o naturales y los bordes tratados del incendio, que se utilizan para contener el incendio.

3. Línea de Fuego

Cualquier porción de una línea de control, que ha sido raspada o cavada hasta el suelo mineral.

4. Liquidación

Extinguir y eliminar todo el material que arde cerca de las líneas de control, derribando árboles secos y construyendo trincheras para prevenir que troncos se rueden después que un área se ha quemado, para asegurar el incendio, o para reducir el humo residual.

5. Incendio Contenido

El estado de las acciones de supresión del incendio que indican que las líneas de control, alrededor de un incendio han sido construidas y se ha controlado cualquier foco secundario asociado, y se espera razonablemente con esto detener la propagación del incendio.

6. Incendio Controlado

Cuando se terminó de construir la línea de control alrededor de un incendio, de cualquier foco secundario y de cualquier isla en el interior del incendio que se pueda salvar.

Hacer quemas de ensanche en cualquier área que no esté quemado cerca de las líneas de control.

Enfriar toda área caliente que sea un peligro inminente a la línea de control y con esto se espera, razonablemente, que las líneas paren o retengan el fuego bajo cualquier condición esperada.

II. ELEMENTOS DEL TRIANGULO DE FUEGO

Tres elementos deben estar presentes y combinados antes de que ocurra y continúe la combustión. Estos deben ser:

- Combustible para quemar.
- Aire para proporcionar oxígeno a la llama.
- Calor para iniciar y continuar el proceso de combustión.

Estos tres elementos o lados componen lo que llamamos el “triángulo del fuego.” Elimine cualquiera de ellos y no puede haber fuego.

III. TRES MÉTODOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

Hemos aprendido que el calor es una condición necesaria para la combustión y parte del triángulo del fuego.

Existen muchos métodos de cómo el calor se puede aplicar al combustible para iniciar fuego, incluyendo:

- Fósforos
- Relámpagos
- Cigarrillos

Más importante, debemos saber cómo el fuego se propaga una vez que ha iniciado.

El calor debe poder moverse de una pieza quemando hacia otra, o el triángulo del fuego se romperá. Este movimiento es llamado transferencia de calor.

El calor es transferido por tres procesos:

- Radiación
- Convección
- Conducción

A. Radiación

Piense en el calor radiante, como un rayo u onda. El calor radiante lo calienta a usted cuando se para cerca de una fogata, o se para frente a los rayos del sol.

El calor radiante puede secar el combustible cercano o circundante y a veces encenderlo.

B. Convección

Piense en la convección, como una columna de humo encima del fuego. La convección ocurre cuando el aire ligero y cálido asciende.

Los gases y brasas calientes que componen la columna de humo pueden secar y encender otros combustibles.

C. Conducción

Piense en la conducción, como una cuchara dentro de una bebida caliente. El calor es conducido de una partícula del material hacia otra en la misma dirección, a través de contacto directo.

Como la madera no es una buena conductora (queriendo decir el calor no viaja fácilmente a través de la madera), este proceso es el menos importante de los tres en el comportamiento del fuego.



EJERCICIO

Nombre: _____

1. ¿Cuáles son los tres métodos de transferencia de calor?
2. El triángulo de fuego consiste de oxígeno, calor y _____
3. ¿Cuándo un incendio está controlado?
4. ¿Debe combatir un incendio sin un punto de anclaje?

¿Porque?

Introducción al Comportamiento del FuegoS-190

CURSO:	Introducción al Comportamiento del fuego S-190
UNIDAD:	2 – Principios del Comportamiento del Fuego
LECCIÓN	A - Influencias Topográficas
TIEMPO:	30 minutos
AYUDAS DIDÁCTICAS:	Manual del participante, cuaderno de apuntes, lapicera.

OBJETIVOS:

Durante esta unidad, las y los estudiantes serán capaces de:

1. Enlistar las características básicas de la topografía y describir cómo afectan el comportamiento de incendios forestales.

II. TOPOGRAFÍA

Topografía es la configuración de la superficie de la tierra, incluyendo su relieve y la disposición de sus características naturales y las construidas por la humanidad.

Es mucho más fácil predecir las influencias que la topografía tendrá en los incendios forestales que las influencias del combustible y el tiempo atmosférico.

Los siguientes son términos topográficos y cómo éstos afectan el comportamiento de incendios forestales.

A. Exposición

Es la dirección que la pendiente enfrenta (su exposición en relación al sol).

La Exposición de la pendiente generalmente determina la cantidad de calor que recibe del sol; así que, determina la cantidad, condición, y tipo de combustibles presentes.

1. Pendientes del sur y sur-Oeste son normalmente más expuestos a la luz del sol y generalmente tienen:
 - Combustibles livianos y ralos
 - Altas temperaturas
 - Baja humedad relativa

- Baja humedad en el combustible

Son los más críticos en términos de iniciar y en la propagación de incendios forestales.

2. Pendientes expuestas al norte tienen más sombra que causan :

- Combustibles pesados
- Bajas temperaturas
- Alta humedad relativa
- Alta humedad en el combustible

Un aspecto con exposición al norte tendrá menos actividad de fuego que un aspecto con exposición al sur.

B. Pendiente

La cantidad de grado o inclinación de un terreno.

El fuego quema y avanza más rápido cuesta arriba que cuesta abajo de una ladera. Mientras más escarpada esté la ladera, más rápido avanzará el fuego.

Esto es porque el combustible encima del fuego es puesto en contacto con las llamas avanzando hacia arriba.

El calor convectivo y radiante ayudan a que el combustible encienda más fácilmente.

Otra preocupación de pendientes escarpadas es la posibilidad de que material ardiendo rueda cuesta abajo y encienda combustible abajo del incendio principal.

La posición del incendio en relación a la topografía es un gran factor en el resultado del comportamiento del fuego.

Un incendio en terreno plano es influenciado principalmente por el combustible y el viento.

Un incendio que inicia abajo de la pendiente durante condiciones normales de día con vientos ascendentes, generalmente se propaga más rápido y tiene área para propagarse cuesta arriba de la pendiente que un incendio que inicia cerca de la cima de una pendiente.

C. La Forma del Terreno

Ciertas características topográficas pueden influenciar la velocidad y dirección del viento en áreas pequeñas, independientemente del tiempo meteorológico general del área.

La forma del terreno también puede influenciar en la dirección de propagación, velocidad de propagación y la intensidad del incendio.

D. Cañones en Forma de Cajón

Incendios que inician en la base de cañones angostos y en forma de cajón pueden reaccionar de manera similar al fuego de una chimenea o estufa de leña.

El aire es extraído hacia arriba desde abajo del cañón creando fuertes rachas de viento ascendentes cuesta arriba. Estas fuertes rachas de viento crean una rápida velocidad de propagación del incendio hacia arriba del cañón, esto es referido como el **efecto de chimenea**.

Este efecto puede resultar en un comportamiento del fuego extremo y puede ser muy peligroso.

E. Cañones Angostos

Incendios en cañones angostos y escarpados pueden fácilmente propagarse a combustibles en el lado opuesto del cañón por los métodos de radiación y focos secundarios.

Remolinos de viento y aires fuertes ascendiendo la pendiente se pueden esperar en curvas pronunciadas de cañones.

F. Cañones Anchos

La dirección del viento prevaleciente puede ser alterada por la dirección del cañón.

Focos secundarios en el lado opuesto del cañón no son comunes, solamente suceden cuando existen fuertes vientos. Ocurrirá una gran diferencia en el comportamiento del fuego en las exposiciones norte y sur de la ladera.

G. Cordilleras

Incendio ardiendo a lo largo de cordilleras laterales puede cambiar de dirección al llegar a un punto donde la cordillera desciende hacia un cañón. Este cambio de dirección es causado por el flujo del viento en el cañón.

H. Puertos

Viento que sopla a través de un puerto o paso a lo largo de montañas puede aumentar en velocidad al pasar por un área restringida y propagarse cuesta abajo, posiblemente creando un efecto de remolino.

I. Elevación

La altura del terreno sobre el nivel del mar, regularmente expresado en metros. La elevación juega un gran papel en determinar las condiciones y cantidad de combustible.

Por las altas temperaturas, el combustible en bajas elevaciones se seca más temprano en la temporada que los combustibles en altas elevaciones. En elevaciones extremadamente altas tal vez no exista combustible.

La elevación afecta el comportamiento del fuego de otras varias maneras, como la cantidad de precipitación que recibe, exposición al viento y su relación al terreno circundante.

J. Barreras

Cualquier obstrucción a la propagación del fuego, típicamente un área o franja carente de cualquier combustible inflamable.

Las barreras para incendio incluyen muchas cosas, tanto naturales como hechas por humanos.

Barreras naturales:

- Ríos
- Lagos
- Rocas
- Derrumbes

Combustibles que contienen alta humedad no se queman tan bien como otros en la misma área.



EJERCICIO

Nombre: _____

1. Una barrera es:

2. Bajo condiciones normales, un aspecto con exposición al norte tendrá más actividad de fuego que un aspecto con exposición al sur.
 - a. Cierto
 - b. Falso

3. Un cañón en forma de cajón es peligroso porque:



Introducción al Comportamiento del FuegoS-190

CURSO:	Introducción al Comportamiento del fuego S-190
UNIDAD:	2 – Principios del Comportamiento del Fuego
LECCIÓN	B - Combustible
TIEMPO:	1 hora
AYUDAS DIDÁCTICAS:	Manual del participante, cuaderno de apuntes, lapicera,

OBJETIVOS:

Durante esta unidad, las y los estudiantes serán capaces de:

1. Identificar los tipos básicos de combustibles.
2. Identificar las características del combustible que influyen en el comportamiento del fuego.

I. LOS SEIS TIPOS DE COMBUSTIBLES BÁSICOS

A. Definición de un Combustible

Una definición simple de un combustible es cualquier material que se puede quemar.

- Combustible forestal básicamente es material vegetal vivo y/o muerto.
- Casas, almacenes, etc., también pueden ser combustibles. El combustible es la fuente de energía que conduce el incendio.

Independientemente de la zona del país, el comportamiento del fuego depende de ciertas características de combustible:

- Tipo de combustible
- Carga de combustible
- Disponibilidad del combustible

B. Tipos de Combustibles

Los combustibles forestales están agrupados en tipos de combustible, basado en el combustible que principalmente conduce el fuego. Existen seis grandes grupos de combustible:

- Pasto.
- Pasto – Arbustos.
- Arbustos.
- Bosque – Vegetación debajo del dosel.
- Residuos del Bosque.
- Deshecho de Aprovechamiento – Vegetación derribada por el viento.

El tipo de combustible varía de un área a otra del país y dentro de la misma área.

La diferencia en la cantidad de agua que la tierra y los cambios en elevación recibe son razones del por qué el tipo de combustible varía.

1. Pasto

- Encontrado en la mayoría de las áreas.
- Combustible más dominante en áreas de desierto y pradera.
- Puede volverse más dominante después de un incendio en áreas de bosque.
- Quema de manera más intensa y rápida.

2. Pasto - Arbustos

- Encontrados en regiones de praderas y desiertos de alta elevación.
- Contribuye significativamente a la propagación del incendio debido al combustible ligero cuando se relaciona con combustible aéreo / arbustos.

3. Arbustos

- Encontrados en la mayoría de las áreas.
- Algunos arbustos de alta inflamabilidad son:
 - Palmito en el Noroeste del país.
 - Artemisa y Chaparral en Baja California.

4. Bosque – Vegetación debajo del dosel

- Encontrado en la mayoría de las áreas.
- Proporciona una escalera al combustible aéreo de las copas.

5. Residuos del Bosque

- Es el más dominante en topografía montañosa.
- Proporciona combustible a incendios superficiales.

6. Desechos de Aprovechamiento- Vegetación derribada por el viento.

- Desechos que quedan después de un evento natural o actividades humanas como:
 - Corte de madera
 - Construcción de caminos
 - Podas
 - Aclareo
 - Corte de arbustos
 - Viento
 - Incendios
 - Nieve
- Los Desechos pueden incluir:
 - Troncos
 - Pedazos de madera
 - Corteza
 - Ramas
 - Tocones
 - Arbolitos rotos debajo del dosel
 - Arbustos
- Proporciona combustible a la propagación del incendio.



EJERCICIO 1

Nombre: _____

Para cada combustible asignado incluya:

1. Proporcione ejemplos, cerca de su área, donde este tipo de combustible existe.

2. ¿Por qué este tipo de combustible es una preocupación para el personal combatiente?

II. CARACTERÍSTICAS DEL COMBUSTIBLE QUE INFLUYEN EN EL COMPORTAMIENTO DEL FUEGO

- A. Tipo de Combustible (Esto fue descrito en la sección anterior)
- B. Carga de combustible

La cantidad de combustible presente expresado cuantitativamente en términos del peso del combustible por unidad de área. (Toneladas por hectárea).

- Esto puede ser el combustible disponible (combustible consumible) o el combustible total y regularmente se refiere al peso seco.
- La carga de combustibles en un área dada no quiere decir necesariamente que el incendio quemará con gran intensidad.
- Lo que es más importante es la cantidad de combustible disponible para la combustión.

- C. Disponibilidad del Combustible (para la combustión)

Varios factores están involucrados cuando se discute la disponibilidad de un combustible para la combustión.

1. Clases de tamaño y forma del combustible.

Las características físicas del combustible, dividido en cuatro categorías basado en su tamaño:

- a. Combustible de 1 hora: 0 – 5 mm de diámetro.
- b. Combustible de 10 horas 5 mm – 25 mm de diámetro
- c. Combustible de 100 horas 25 – 75 mm de diámetro
- d. Combustible de 1000 horas: 75 a 200 mm de diámetro

Discutiremos en la sección de Humedad del Combustible de esta Unidad por qué estas clases de tamaño son identificadas de la forma anterior.

2. Proporción del área superficial al volumen

- Está relacionado a la cantidad de la superficie exterior del combustible expuesta al aire.
- Entre más expuesta esté la superficie, más fácilmente se secará y quemará el combustible.
- El combustible pequeño (fino) tiene una alta proporción de área superficial al volumen que el combustible grande (pesado).

Un ejemplo para ilustrar el concepto del área-superficial-al-volumen es el proceso de hacer una fogata.

- Se empieza con combustible pequeño (tal como pasto, hojas de pino y árbol, y ramitas), después se le agrega combustible grande (tal como ramas y brazuelo), y finalmente le agrega el combustible más grande – leños o trozas.
- El combustible pequeño (pasto, hojas, etc.) tienen una proporción del área superficial y volumen más alta que el combustible grande (leños), así que enciende más fácilmente que los leños.

D. Disposición del Combustible

Es la manera en que el combustible está distribuido sobre una cierta área.

1. Continuidad Horizontal

La continuidad horizontal afecta la velocidad de propagación del incendio.

a. Combustible Uniforme

Incluye todo combustible distribuido continuamente a través de un área.

- Áreas que contienen una distribución de combustibles que conecta uno a otro para proporcionar una vía continua para que un incendio se propague están incluidas en esta categoría.

b. Combustible esparcido

Incluye todo combustible distribuido de manera disparsa o irregular sobre un área o áreas de combustible con interrupciones definidas o barreras presentes.

Ejemplos:

- Mosaico con afloraciones de rocosas.
- Suelo desprovisto
- Áreas donde otro tipo de combustible dominante es mucho menos inflamable.

2. Disposición Vertical

a. Combustibles Subterráneos

Todo material inflamable ubicado debajo de la superficie tal como:

- Residuo profundo
- Raíces
- Troncos podridos enterrados
- Otros materiales orgánicos

Los incendios subterráneos consumen lentamente y sin llama el material orgánico e inflamable ubicado debajo de la superficie, tal como el desecho y turba quemándose lentamente.

b. Combustible Superficial

Todo material inflamable sobre, o inmediatamente sobre el suelo, tal como:

- Agujas de pino u hojas
- Residuo
- Pasto
- Leña pequeña y muerta
- Troncos caídos
- Tocones
- Ramas grandes
- Arbustos bajos

Un incendio superficial quema residuos, desechos, arbustos pequeños y otra vegetación.

c. Combustibles de escalera

Material inflamable que ayuda la propagación del incendio desde la superficie del suelo hacia el dosel.

- El combustible de escalera puede incluir residuos en la superficie, arbustos y otra vegetación de moderada altura que proporcionan una vía desde la superficie hacia el dosel.

d. Combustible aéreo

Todo material verde y muerto ubicado en la parte superior del dosel tal como:

- Ramas y copas de árboles
- Árboles secos
- Musgo
- Arbustos altos

Un incendio de copa quema a través de la parte superior de árboles o arbustos y puede avanzar en conjunción o independientemente del incendio superficial.

3. Humedad del combustible

El contenido de humedad en el combustible, es la cantidad de agua que contiene, expresado en porcentaje, respecto del peso del combustible secado en un horno.

- La humedad del combustible es expresado como un porcentaje del peso total.
- Que tan bien encienda y queme un combustible, depende mucho de su contenido de humedad.
- El combustible seco enciende y quema mucho más fácil que cuando está mojado.
- ¡Usted no utiliza leña mojada para empezar una fogata!

- Antes de que un combustible mojado pueda encender, la humedad que contiene debe evaporarse.
 - Este proceso requiere calor adicional. Al aumentar la humedad, la cantidad de calor necesario para que ese combustible encienda y queme también aumenta.
- Por su variedad en tamaños y características, diferentes combustibles dentro de la misma área tendrán una variedad de niveles de humedad.
- De la misma manera un tipo de combustible similar, a través de un área amplia, tendrán diferentes niveles de humedad basados en la cantidad de precipitación que reciben y el periodo de tiempo atmosférico cálido y seco.

Recuerde: el combustible ligero (pequeño) gana y pierde humedad más rápido que el combustible pesado (grande).

4. Combustible húmedo

Este combustible contiene una alta cantidad de humedad porque está expuesto a precipitación o alta humedad relativa.

5. Combustible Seco

Este combustible contiene una baja cantidad de humedad, porque está expuesto por largos periodos al sol, vientos secos, sequía, o baja humedad relativa.

6. Tiempo de retardación

Es la medida de la velocidad en que un combustible muerto gana o pierde la humedad. El tiempo necesario, bajo condiciones específicas, para que una partícula de combustible pierda como 63 % de la diferencia entre el contenido inicial de humedad y su contenido de humedad en equilibrio.

Si las condiciones no cambian, el combustible alcanzará el contenido del 95% de su equilibrio de humedad después de cuatro periodos de tiempo de retardación.

El personal combatiente utilizan el concepto “tiempo de retardación” para identificar los diferentes tamaños de combustible muerto, según como se relacionan al aumento de humedad o de desecación durante un periodo de tiempo.

El combustible pequeño puede secarse dentro una hora, mientras que el combustible grande puede tomar de diez a mil horas para secarse. Los combustibles de una-hora reaccionan a cambios de humedad relativa mucho más rápido.

Las categorías de tiempo de retardación son:

Tiempo de retardación	Diámetro del combustibles
1 hora	0 – 5 mm
10-horas	5 – 25 mm
100-horas	25 a 75 mm
1000-horas	75 a 200 mm





EJERCICIO 2

Nombre: _____

Parte 1:

Las y los estudiantes deben ver cada foto e igualarlas con la descripción correcta.

Foto #1: _____ a. Este es combustible esparcido.

Foto #2: _____ b. Este es un gran volumen de combustible.

Foto #3: _____ c. Este es combustibles de tiempo de retardación de una hora

Foto #4: _____ d. Este tipo de combustible es arbustos.

Parte 2:

Las y los estudiantes deben de igualar las siguientes definiciones con las descripciones correctas.

Combustible Uniforme

A) La cantidad de agua en un combustible, expresado como porcentaje del peso del combustible secado en un horno.

Combustible de Escalera
Tiempo de Retardación

B) Pasto, hojas y agujas de pino.

C) Combustible distribuido continuamente sobre el área.

Combustible Ligero

D) Todo material inflamable que está en o inmediatamente sobre el suelo.

Humedad del Combustible

E) La medida de la velocidad en que el combustible muerto gana o pierde humedad.

Combustible Superficial

F) Material inflamable que ayuda a propagación del fuego desde la superficie hacia el dosel.



Introducción al Comportamiento del FuegoS-190

CURSO:	Introducción al Comportamiento del fuego S-190
UNIDAD:	2 Principios del Comportamiento del Fuego
LECCIÓN	C- Tiempo Atmosférico
TIEMPO:	2 - horas
AYUDAS DIDÁCTICAS:	Manual del participante, cuaderno de apuntes, lapicera,

OBJETIVOS:

Durante esta unidad, las y los estudiantes serán capaces de:

1. Describir el efecto que tienen la temperatura y la humedad relativa en el comportamiento del fuego.
2. Describir el efecto que tiene la precipitación en el comportamiento del fuego.
3. Describir las diferencias entre una atmósfera estable e inestable.
4. Describir los vientos generales y locales.
5. Describir las condiciones críticas del tiempo atmosférico para los incendios.
6. Enlistar los diferentes tipos de pronósticos meteorológicos disponibles para los incendios.

I. TIEMPO ATMOSFÉRICO

Las variaciones a corto plazo en la atmósfera es lo que llamamos tiempo atmosférico. El tiempo atmosférico es uno de los tres componentes del ambiente de fuego. Está compuesto de varios elementos, los cuales afectan el comportamiento del fuego:

Las condiciones del tiempo atmosférico pueden resultar influir o determinar en la ignición de incendios por tormentas eléctricas y la propagación rápida de incendios como resultado de vientos fuertes. De lo contrario, un aumento en humedad o precipitación puede detener o extinguir incendios.

De los tres componentes del ambiente de fuego, el tiempo atmosférico es el más variable a través del tiempo y a veces, difícil de predecir.

El personal combatiente que realiza tareas de control de incendios debe monitorear el tiempo atmosférico continuamente para tomar decisiones seguras y efectivas.

La importancia de monitorear el tiempo atmosférico y predecir el resultante comportamiento del fuego no puede ser recalcado lo suficiente. Es una de las 10 Normas de Combate y tres de las 18 Situaciones que Gritan Cuidado que todo el personal combatiente debe obedecer.

El riesgo involucrado en el combate de incendios puede ser reducido, si todo personal combatiente y las jefaturas ponen atención y entiendan las condiciones del tiempo atmosférico que impactan el comportamiento del fuego.

Los principios y conceptos básicos del tiempo atmosférico y como éstos se relacionan al comportamiento del fuego, incluye:

- Temperatura del Aire y Humedad Relativa (HR)
- Precipitación
- Estabilidad Atmosférica
- Viento

II. EL EFECTO QUE TIENE LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD RELATIVA EN EL COMPORTAMIENTO DEL FUEGO

La temperatura del aire es el grado de calor o de frío en el aire.

1. La temperatura del aire varía con:
 - El tiempo
 - La localidad o ubicación
 - Altitud de la superficie de la tierra o altitud sobre el nivel del mar.
2. Cambios en la temperatura del aire cerca de la superficie de la tierra son causados por:
 - Cambios de las estaciones del año.
 - Alternancia del día y la noche.
 - Movimientos de sistemas meteorológicos.
3. Los cambios de temperaturas diarias y estacionales pueden ser grandes o pequeños, dependiendo de la:

- Latitud.
- Elevación.
- Topografía.
- Proximidad a las influencias moderadas de lagos y océanos cercanos.

Cambios abruptos en las temperaturas pueden ocurrir cuando los sistemas meteorológicos en movimiento transportan aire frío o cálido a la región.

El calentamiento de la superficie de la tierra y de la atmósfera es el resultado principalmente de la radiación del sol; pero, en una escala más pequeña, también el calor puede tener causa en un gran incendio.

En el ambiente de incendios forestales, la luz directa del sol y temperaturas calientes pueden pre-calentar el combustible y acercarlo a su punto de ignición, mientras que las temperaturas frescas tienen el efecto opuesto.

Altas temperaturas promedio son comunes en incendios grandes, y muchas fatalidades del personal combatiente han ocurrido en incendios donde se han registrado altas temperaturas.

La temperatura se mide con un termómetro calibrado en la escala de grados Fahrenheit o Celsius.

Humedad Relativa

La humedad relativa es la cantidad de humedad en el aire dividida por la cantidad que el aire puede retener cuando está saturado a la misma temperatura; regularmente expresada en porcentaje.

La humedad relativa puede variar desde 1% (muy seca) hasta 100% (muy húmeda). Cuando es baja es un indicador de alto peligro de incendios.

La humedad en la atmósfera, ya sea en forma de vapor de agua, gotas de las nubes o precipitación, es el principal elemento del tiempo atmosférico que afecta el contenido de humedad en el combustible y es el resultado de la inflamabilidad del combustible forestal.

La cantidad de humedad que el combustible puede absorber o liberar del aire depende mucho de la humedad relativa.

El combustible ligero, tal como el pasto, gana y pierde humedad rápidamente con los cambios de la humedad relativa.

Los combustibles pesados responden a los cambios de la humedad relativa mucho más lentamente.

El personal combatiente puede regularmente ver o sentir la mayoría de los elementos del tiempo atmosférico, tales como:

- Viento
- Lluvia
- Aumento en temperaturas

Cambios pequeños en la humedad relativa que no pueden sentirse o verse pueden tener un impacto significativo en el comportamiento del fuego.

Los valores de la humedad relativa para el comportamiento de fuego extremo, varían a través del tiempo y localidad y son diferentes para cada tipo de combustible.

Relación Entre La Temperatura y la Humedad Relativa

La temperatura y la humedad relativa tienen una relación opuesta.

- Cuando la temperatura aumenta, la humedad relativa disminuye.
- Cuando la temperatura disminuye, la humedad relativa aumenta.

En las primeras horas de la mañana, la temperatura típicamente alcanza su punto más bajo y la humedad relativa llega a su punto más alto. Al salir el sol y la temperatura aumenta, la humedad relativa disminuye.

Cuando la temperatura alcanza su máximo en el día (regularmente a media tarde) la humedad relativa disminuye al mínimo. Este es el momento cuando la humedad del combustible ligero baja al mínimo. Al ponerse el sol, la temperatura baja y la humedad relativa aumenta.

Puede haber un cambio drástico de temperatura y humedad relativa en tiempo y localidad. Sin embargo, la mayoría de inicios de incendios ocurren cuando la temperatura del aire es alta y la humedad relativa es baja.

Es muy importante que el personal combatiente monitoree rutinariamente las tendencias de temperaturas y humedad relativa. El instrumento más común para medir estos dos elementos del tiempo atmosférico es el psicrómetro, que es parte del estuche meteorológico portátil.

Ejercicio 1. Temperatura y Humedad Relativa

1. La temperatura es:
 - A. El grado de calor o frío de una sustancia.
 - B. La cantidad de humedad en el aire.
 - C. La humedad relativa es la cantidad de humedad en el aire dividida por la cantidad que el aire puede retener cuando es saturado a la misma temperatura.

2. La Humedad Relativa es:
 - A. El grado de calor o frío de una sustancia.
 - B. La humedad relativa es la cantidad de humedad en el aire dividida por la cantidad que el aire puede retener cuando es saturado a la misma temperatura.
 - C. Expresado en grados Fahrenheit.
 - D. Expresado en porcentaje.
 - E. B y D

3. Al aumentar la temperatura la humedad relativa:
 - A. Aumenta
 - B. Disminuye

III. EL EFECTO DE LA PRECIPITACIÓN EN EL COMPORTAMIENTO DEL FUEGO

A. Precipitación

La precipitación es líquido o partículas sólidas de agua que se originan en la atmósfera, y crecen lo suficiente para caer en la superficie de la tierra.

B. Cantidad de Precipitación vs. Duración

La humedad del combustible es afectada por la cantidad de lluvia y también por el tiempo que dure la precipitación.

El combustible ligero reacciona rápidamente a la precipitación ya que regularmente aumenta o pierde humedad en el transcurso de una hora.

El combustible pesado no es afectado drásticamente ya que aumenta o pierde humedad más lentamente.

Una gran cantidad de precipitación en un periodo corto no aumenta la humedad del combustible tanto como menos lluvia a través de un periodo más largo, cuando el combustible puede absorber más humedad antes que el agua empiece a correr.

IV. LA DIFERENCIA ENTRE UNA ATMÓSFERA ESTABLE Y UNA INESTABLE

A. Estabilidad Atmosférica

Los incendios forestales son en gran parte afectados por el movimiento atmosférico y las propiedades de la atmósfera que afectan ese movimiento.

Vientos superficiales, temperatura, y humedad relativa son los considerados más comúnmente y fáciles de medir en el ambiente del fuego. Menos obvios, pero igual de importantes, son la estabilidad atmosférica y los relacionados con los movimientos verticales de aire que influyen en los incendios forestales.

La estabilidad atmosférica es el grado por el cual el movimiento vertical en la atmósfera es incrementado o detenido. La estabilidad está directamente relacionada con la distribución de la temperatura de la atmósfera.

La temperatura y la estabilidad de la atmósfera están constantemente cambiando con variaciones a través del tiempo (día-a-día o estación-a-estación), ubicación y de una capa a otra de la atmósfera.

B. Atmósfera Estable

Una atmósfera estable está definida como una atmósfera que resiste el movimiento vertical. En una atmósfera estable, el calor intenso de un incendio genera movimiento vertical cerca de la superficie, pero el movimiento vertical sobre la superficie es debilitado, limitando tanto las corrientes entrantes de aire a niveles bajos como la intensidad del incendio.

C. Indicadores Visuales de una Atmósfera Estable

En el ambiente del fuego, los indicadores visuales pueden dar pistas sobre la estabilidad de la atmósfera.

Tenga en mente que el aire estable resiste el movimiento vertical, los siguientes son indicadores visuales de una atmósfera estable:

- Nubes en capas.
- Nubes tipo Estratos.
- Columna de humo que se desvía después de subir un poco.
- Poca visibilidad debido al humo o neblina o bruma.
- Capas de neblina.
- Vientos constantes

D. Inversiones

La estructura generalmente de la temperatura de la atmósfera más baja se caracteriza por una disminución de la temperatura con la altitud.

Sin embargo, una capa donde la temperatura aumenta con la altitud (aire cálido sobre aire frío) puede existir. Esta capa es referida como una inversión.

Bajo una inversión, el contenido de humedad del combustible es normalmente más alto, disminuyendo así la velocidad de propagación e intensidad del fuego.

Corrientes ascendentes de aire, conteniendo humo y gases cálidos generados por un incendio, son típicamente débiles y no ascienden hasta que su temperatura iguale al aire circundante. Una vez que esto sucede, el humo se aplana y se extiende horizontalmente.

Cuando las inversiones se deshacen o se levantan, como resultado del calentamiento de la atmósfera baja, ya sea por el sol o el incendio, es seguro que aumente el comportamiento de fuego.

1. Este pendiente de los siguientes indicadores cuando se deshace una inversión:
 - Aumento en temperatura.
 - Disminución de la humedad relativa.
 - Aumento y/o cambio de dirección del viento.

2. Existen cuatro tipos de inversiones que se pueden encontrar en el ambiente de incendios forestales:
 - Nocturnas (radiación).
 - Descendentes.
 - Frontal.
 - Marina.

Aunque todas las inversiones son importantes, las inversiones nocturnas y descendentes son las más comunes en el ambiente de incendios forestales.

E. Inversiones Nocturnas (Por Radiación)

Las inversiones nocturnas se desarrollan en noches calmadas y despejadas cuando el enfriamiento de la radiación en la superficie de la tierra está en su punto máximo y pueden diferenciarse en intensidad dependiendo de la época del año.

Las inversiones invernales son típicamente más fuertes que las inversiones que se desarrollan en el verano.

Las inversiones nocturnas son fáciles de identificar porque atrapan humo y gases resultando en poca visibilidad en los valles o cañadas.

F. Cinturones Térmicos

Las inversiones nocturnas en regiones montañosas aumentan en profundidad durante la noche. Se forman al anochecer debajo de los cañones o valles y al principio son muy superficiales.

La capa de aire frío gradualmente se vuelve más intensa, con la inversión nocturna haciendo contacto hasta alcanzar la pendiente iniciando desde abajo de las cordilleras principales. Las temperaturas más cálidas en la noche en los valles, se encuentran a menudo encima de la inversión.

El aire cálido con más alta temperatura, encima de la inversión, se puede tomar midiendo la temperatura a lo largo de la pendiente.

Desde la parte más alta de la inversión, la temperatura disminuye al ir más arriba o más abajo de la pendiente. Esta región de aire cálido, que se encuentra típicamente en medio de la tercera parte de la pendiente, es llamado CINTURÓN TÉRMICO.

El cinturón térmico es caracterizado por la más alta temperatura mínima y por la humedad relativa más baja en la noche.

Dentro del cinturón térmico, el fuego puede permanecer bastante activo a través de la noche. Debajo del cinturón térmico, el fuego tendrá un aire fresco, húmedo y estable.

G. Inversión Descendente

El descenso del aire es el hundimiento de aire a una gran escala asociado con los sistemas de alta presión.

El aire se calienta y se seca cuando desciende de altas elevaciones hacia elevaciones más bajas en sistemas de alta presión.

El calentamiento y el desecamiento de aire en proceso de hundimiento son tan pronunciados que el aire saturado (aire con 100% de humedad relativa), puede producir humedades relativas de menos de 5% en muy poco tiempo.

Si un sistema de alta presión persiste por varios días, la inversión descendente puede alcanzar la superficie con muy poca modificación externa o humedad adicional.

Bajo estos sistemas de alta presión, el cielo esta típicamente claro y despejado, con períodos anormales de altas temperaturas y baja humedad relativa que puede secar el combustible al punto que las condiciones de ignición pueden ser severas.

El hundimiento, la inversión por descenso o la subsidencia es regularmente un aporte en el desarrollo de vientos Foehn.

Los vientos Foehn serán discutidos en la sección de vientos de esta unidad.

H. Atmósfera Inestable

Una atmósfera inestable está definida como una atmósfera que ayuda o promueve el movimiento vertical del aire.

Cuando la atmósfera es inestable, los movimientos verticales del aire aumentan, contribuyendo al aumento de la actividad del fuego debido a que:

- Permite que la columna convectiva alcance grandes alturas, produciendo fuertes ráfagas de vientos descendentes y ráfagas ascendentes.
- Aumenta el lanzamiento de pavesas por las rachas de vientos ascendentes.
- Aumenta el acontecimiento de remolinos de polvo y remolinos de fuego.
- Aumenta el potencial de ráfagas de vientos en la superficie.

Los incendios forestales arden con más fuerza e intensidad cuando el aire es inestable. El aire frío sobre aire cálido representa una condición inestable.

I. Indicadores Visuales de una Atmósfera Inestable

- Las nubes crecen verticalmente y el humo sube a grandes alturas
- Nubes cúmulos.
- Ráfagas de viento.
- Buena visibilidad.
- Remolinos de polvo y fuego.

Ejercicio 2. Estabilidad Atmosférica

1. Una atmósfera estable:
 - A. Promueve el movimiento vertical
 - B. Resiste el movimiento vertical
2. Una atmósfera inestable:
 - A. Promueve el movimiento vertical
 - B. Resiste el movimiento vertical
3. Una inversión es una:
 - A. Capa de aire donde la temperatura aumenta con la altitud
 - B. Capa de aire donde la temperatura disminuye con la altitud
 - C. Capa de aire donde no hay cambio de temperatura con la altitud

V. VIENTOS GENERALES Y LOCALES

A. Velocidad y Dirección del Viento

El viento es el movimiento horizontal del aire en relación con la superficie de la tierra.

La dirección del viento es la dirección desde donde el viento está soplando (un viento norte quiere decir que el viento está soplando desde el norte).

El viento es el elemento atmosférico más crítico que afecta el comportamiento del fuego, el más difícil de predecir y el más variable tanto en tiempo como en ubicación.

Esta variabilidad (especialmente en terreno escarpado) puede presentar problemas de seguridad y control que puede resultar en fatalidades del personal combatiente.

La dirección y velocidad del viento deber ser constantemente monitoreada por todo el personal combatiente.

B. Características del Viento y sus efectos en Incendios Forestales

El viento impacta el ambiente del incendio porque:

- Aumenta la cantidad de oxígeno del incendio.
- Determina la dirección de propagación del incendio.
- Aumenta la desecación del combustible.
- Lanza chispas y pavesas delante del incendio principal causando nuevos focos secundarios.
- Inclina las llamas; esto resulta en el precalentamiento de combustibles al frente del incendio.
- Influye en la cantidad de combustible consumido por efecto del tiempo de residencia del frente con llamas del incendio. Entre más fuerte es el viento, es más corto el tiempo de residencia y menos combustible es consumido.

C. Sistemas de Viento

1. Viento general

Los vientos generales son vientos de gran- escala y en niveles altos causados por sistemas de presión altas y bajas. Si son suficientemente fuertes, estos vientos pueden influenciar el comportamiento del fuego, pero son generalmente modificados por el terreno en la atmósfera baja.

2. Viento local

Estos vientos locales se encuentran en los niveles bajos de la atmósfera. Los vientos locales son provocados por diferencias (locales) de escala pequeña en la temperatura y presión del aire, y se desarrollan mejor cuando el cielo está despejado y los vientos generales son débiles.

El terreno también tiene una gran influencia en los vientos locales; mientras es más variado el terreno, más grande es la influencia. En muchas áreas, especialmente en terreno escarpado o cerca de grandes cuerpos de agua, los vientos locales pueden ser los vientos prevalecientes diarios

Los vientos locales pueden ser tan importantes para el comportamiento del fuego como los vientos producidos por patrones de presiones de gran-escala.

Los diferentes tipos de vientos locales incluyen:

a. Vientos de ladera.

Vientos de ladera son vientos locales que se desarrollan en terreno montañoso donde ocurre la diferencia de calentamiento y enfriamiento.

Durante el día, el patrón típico del viento local es ascender la pendiente y de noche descenderla. Aunque a veces existirán casos donde esta regla no se aplica.

El personal en la localidad regularmente tiene conocimiento de las condiciones de los vientos prevalecientes.

Características de los vientos ascendentes

El aire en los valles se vuelve más cálido que el aire en la cima de la montaña, así que sube la pendiente, produciendo vientos ascendentes.

- Los vientos más rápidos ascendiendo la pendiente ocurren en la tarde.
- Las velocidades generalmente varían de entre 5 a 12 Km/h y las ráfagas pueden ser fuertes.
- Las pendientes expuestas al Este reciben energía solar al salir el sol, por eso los cambios de abajo hacia arriba de la pendiente ocurren primero en las exposiciones del Este.

Este cambio puede ser gradual y puede ser caracterizado por una calma relativa de una hora o más al ir calentándose la pendiente.

- Pendientes expuestas al Sur y Oeste reciben el calor más tarde en la mañana; así que el cambio de abajo hacia arriba de la pendiente regularmente sucede antes del mediodía.

Características de los vientos descendentes

El aire a lo largo de la cimas de las montañas refresca más rápido en la noche que el aire en los valles. Como el aire fresco se hunde, produce que el viento descienda la pendiente.

- Los vientos descendentes más fuertes ocurren después de la media noche.
- Las velocidades de estos vientos generalmente varían de 3 a 8 Km/h.
- Una calma relativa sucede antes de que el viento empiece a descender la pendiente.

Debido a que las exposiciones Este son las primeras que pierden energía solar, el cambio de viento de arriba hacia abajo de la pendiente ocurre en las exposiciones Este después del mediodía.

- Las pendientes expuestas al Sur-oeste y Oeste reciben energía solar toda la tarde, así que el viento descendente típicamente empieza poco después de que se mete el sol.
- El cambio de viento de abajo hacia arriba de la pendiente puede cambiar rápidamente el comportamiento del fuego de inactivo a activo en sólo minutos.
- Aunque lo pronunciado de la pendiente también juega un rol, los fuertes vientos ascendentes determinan que el fuego se propague más rápido hacia arriba de la pendiente.
- Vientos ascendentes muy raramente producen condiciones peligrosas; pero, fuertes vientos descendentes, que aumenten más con lo pronunciado del terreno, pueden resultar en que el fuego se propague rápidamente hacia abajo.

b. Vientos de Valle

Los vientos de valle son producidos por las diferencias locales de temperaturas y presiones entre los valles o entre un valle y un llano cercano. Aunque existen excepciones, los vientos del valle ascienden del valle durante el día y descienden al valle en la noche.

Características de vientos ascendentes del valle

Al calentarse el aire del valle, las diferencias de temperaturas y presiones entre los valles o entre un valle y un llano cercano resultan en que el viento fluya hacia arriba del valle.

- El viento ascendente más fuerte del valle ocurre entre medio-día y la tarde.
- Las velocidades de estos vientos ascendentes del valle típicamente varían de entre 12 y 22 km/h.
- Debido a que es una gran cantidad de aire que se calienta en el valle, los vientos ascendentes del valle se desarrollan después de los vientos ascendentes de ladera.
- Los vientos ascendentes del valle típicamente continúan después de que se mete el sol.

Características de vientos descendentes al valle.

Al perder el valle calor solar, el aire en el valle refresca. El aire fresco desciende al valle, resultando en los vientos hacia-abajo del valle.

- Los vientos descendentes al valle más fuertes ocurren después de la media noche.
- Las velocidades de estos vientos varían de entre 7 a 15 km/h.
- Debido a que es una gran cantidad de aire enfriándose en el valle, los vientos descendentes del valle típicamente no se desarrollan hasta unas horas después que oscurece, y mucho después de que se desarrollaron los vientos descendentes de ladera.

c. Brisas marinas y terrestres

Brisa marina

Un movimiento de aire en el día, donde el aire fresco, por una alta presión sobre aguas costeras, se mueve hacia la costa para remplazar el aire cálido que está ascendiendo por encima de la masa cálida de la tierra.

Brisa terrestre

Un movimiento de aire lento en la noche que se origina sobre la tierra relativamente fresca y fluye hacia las aguas costeras más cálidas. La velocidad típica de este viento es de entre 4 a 15 km/h.

Ejercicio 3. Vientos

1. Vientos generales son:
 - A. Se encuentran en los niveles bajos de la atmósfera y son conducidos por las diferencia (locales) de la temperatura de aire y presión, de escala- pequeña.
 - B. Vientos de gran-escala y alto nivel causados por sistemas de presiones altas y bajas.
 - C. Vientos locales que se desarrollan en el terreno montañoso donde ocurren las diferencias de calentamiento e enfriamiento.

2. Los diferentes tipos de vientos locales incluyen (circule todas las que apliquen):
 - A. Vientos ascendentes de ladera.
 - B. Vientos descendentes de ladera.
 - C. Vientos ascendentes del valle.
 - D. Corriente de Chorro.
 - E. Brisas marinas.

VI. CONDICIONES CRÍTICAS DEL TIEMPO ATMOSFÉRICO DEL FUEGO

La temporada de incendios ocurre en diferentes épocas del año en diferentes regiones del país, dependiendo de las variaciones estacionales en el tiempo atmosférico.

La temporada típica de incendios en cualquier localidad tiene numerosos días calientes y secos, sin embargo los incendios forestales son normalmente agrupados dentro de un periodo relativamente corto. Estos periodos son caracterizados por las condiciones (o una combinación) críticas del tiempo atmosférico del fuego:

- Vientos fuertes y cambiando en dirección.
- Humedad relativa muy baja.
- Alta temperatura.
- Atmósfera inestable.
- Relámpagos secos.

Ejemplos de fenómeno del tiempo atmosférico en donde una o más de estas condiciones críticas pueden ocurrir:

- Frentes fríos.
- Vientos Foehn.
- Tormentas.
- Remolinos de polvo.
- Remolinos de fuego.

A. Frentes fríos

Un frente frío es la línea límite entre dos masas diferentes de aire, con aire frío atrás del frente y aire cálido adelante del frente

Las dos masas diferentes de aire resultan en diferencias de presión que pueden conducir una velocidad de viento de moderada a fuerte.

Vientos frontales asociados con el paso de los frentes fríos son particularmente peligrosos, no sólo por la fuerza del viento, sino también por los cambios de dirección al aproximarse el frente y al pasar por el área.

Junto con los vientos cambiantes, la estabilidad atmosférica enfrente o atrás del frente también impacta al ambiente del fuego.

Las condiciones inestables que promueven el movimiento vertical típicamente se encuentran enfrente y a lo largo de la línea límite del frente.

Las condiciones estables que desalientan el movimiento ascendente son típicas detrás del frente.

Históricamente, las fatalidades del personal combatiente han ocurrido en el ambiente adelante del frente cuando los vientos son fuertes y están cambiando repentinamente, y la atmósfera es inestable.

1. Características potencialmente peligrosas de los frentes fríos:

- Vientos lentos del sureste son comunes algunas cientos de kilómetros adelante del frente.
 - Un poco adelante o a lo largo del frente, vientos del suroeste de velocidad moderados a fuertes son comunes. Los vientos fuertes del suroeste que fluyen adelante de la corriente conducirán la cabeza del incendio hacia el noreste.
- La masa de aire delante del frente es típicamente muy cálida e inestable, esto tiene como resultado un aumento del comportamiento del fuego.
- La humedad relativa puede ser baja o alta dependiendo del origen y ubicación del sistema.
 - Alta humedad relativa adelante del frente es más común en el Este que en el Oeste de los Estados Unidos.
- Al pasar el frente, el viento puede cambiar repentinamente del suroeste hacia el noroeste, conduciendo la cabeza del incendio hacia el sureste.
 - Esto puede ser una gran preocupación para el personal combatiente debido al aumento del comportamiento del fuego en el flanco sur del incendio al cambiar el viento.
- La masa de aire que viene atrás del frente es más fresca y más estable, y la humedad relativa es más alta, así que la actividad del fuego típicamente disminuye.
- La velocidad del viento un poco adelante, a lo largo y un poco atrás del frente, típicamente varía de 22 a 45 km/h y puede ser en ráfagas.

2. Indicadores de frentes fríos:

- Una línea de nubes cúmulos se pueden ver aproximándose del oeste o noroeste.
- Grandes remolinos de polvo pueden anunciar la llegada de un frente frío.
- Los vientos normalmente cambian del suroeste hacia el sur y hacia el suroeste y aumentan en velocidad antes de la llegada del frente.
- Los vientos serán fuertes y en ráfagas al llegar el frente.
- Los vientos continuarán cambiando al pasar el frente, generalmente resultado en ráfagas fuertes y frescas de viento del noroeste.

B. Vientos Foehn

Los vientos Foehn son fuertes y secos, causados por la compresión del aire al fluir cuesta abajo del lado sotavento de una cadena montañosa. Los vientos Foehn pueden persistir por días y frecuentemente con velocidades de 60-90 km/h pero pueden llegar hasta 135 km/h. La humedad relativa normalmente disminuirá al iniciar los vientos Foehn.

La combinación de altas velocidades del viento y humedad relativa baja puede causar altas velocidades de propagación. Cuando un viento Foehn ocurre después de un periodo largo de tiempo atmosférico seco, el comportamiento del fuego puede ser extremo.

C. Tormentas

Una tormenta es producida por nubes cúmulo-nimbus y siempre acompañada por relámpagos y truenos.

1. Una tormenta también puede producir:

- Fuertes ráfagas de viento.
- Fuerte lluvia.
- Granizo (a veces).

Las tormentas regularmente son de corta duración, muy raro duran más de 2- 3 horas.

2. La dirección de la tormenta es generalmente en la dirección del viento general. La dirección de la tormenta puede determinarse por la dirección que apunta la cumbre de la nube.
3. Los vientos descendentes de la tormenta que llegan al suelo regularmente se propagan radialmente en todas direcciones.
 - Las velocidades de estos vientos a menudo llegan de 38 a 53 km/h pero pueden llegar hasta 105 km/h.
 - Los vientos superficiales de la tormenta serán más fuertes en la dirección donde se está moviendo la tormenta.
 - La velocidad y dirección de los vientos de las tormentas pueden ser alterados por la topografía y la vegetación.
4. ¿Porque las tormentas pueden ser potencialmente peligrosas para el personal combatiente?
 - El viento asociado con las tormentas, ya sea descendente o ascendente, puede cambiar de dirección y velocidad, resultando en un cambio repentino en la velocidad, dirección e intensidad de un incendio.
 - El calor ascendiendo de un incendio puede formar una columna convectiva lo suficientemente fuerte para provocar el desarrollo de una tormenta, hasta en un día despejado.
 - Las tormentas, como un resultado de columnas convectivas, pueden producir peligrosas ráfagas de vientos descendentes.
 - Las tormentas producen relámpagos peligrosos que inician nuevos incendios. Los relámpagos también son un problema de seguridad, y pueden resultar en fatalidades.

C. Remolinos de Polvo y Fuego

Los remolinos de polvo son uno de los indicadores más comunes de aire inestable. Ocurren en días calientes sobre suelo seco cuando el cielo está despejado y los vientos son ligeros. Bajo el calentamiento intenso, el aire cerca del suelo asciende en un movimiento espiral en columnas o chimeneas.

Se ha conocido que los remolinos de fuego, generados por incendios intensos, han derribado árboles de más de 1 metro de diámetro y pueden levantar pavesas grandes y lanzarlas al otro lado de la línea de control causando numerosos focos secundarios.

En algunos casos extremos, los remolinos de fuego y polvo se han transportado a través de las zonas de seguridad, y han quemado y volteado vehículos.

El tamaño de los remolinos de polvo varía de 3 metros a más de 30 metros de diámetro con alturas de 3 metros hasta 1,000 a 1,300 metros.

- La velocidad de los vientos de remolinos de polvo a menudo excede 30 km/h y en algunos casos extremos han pasado de las 105 km/h.
- Un área favorita para el desarrollo de remolinos de fuego es el lado sotavento de las cordilleras

Ejercicio 4. Tiempo Atmosférico Crítico de Incendio

1. Vientos Chinook y Santa Ana son ejemplos de:
 - A. Vientos Foehn.
 - B. Una frente de viento frío.
 - C. Un viento de tormenta.
 - D. Una brisa de mar.

2. Vientos de Frentes fríos:
 - A. Son vientos fuertes y secos causados por la compresión del aire al fluir hacia abajo de la cordillera de una montaña.
 - B. Son vientos asociados con la línea límite entre dos masas de aire frío y caliente.
 - C. A y B.

VII. LOS DIFERENTES TIPOS DE PRONÓSTICOS METEOROLÓGICOS Y EXPECTATIVAS DE INCENDIO DISPONIBLES

A. Centro Nacional de Manejo del Fuego (CNMF)

En el Centro Nacional de Manejo del Fuego (CNMF, de la Comisión Nacional Forestal) se coordinan las actividades de detección, monitoreo, seguimiento y evaluación de los incendios forestales, así como la recepción y organización de la información estadística y la emisión de reportes, con la participación de los Centros Regionales de Manejo del Fuego (CRMF) y Centros Estatales de Manejo del Fuego (CEMF), a efecto de contribuir a la toma de decisiones durante la temporada de incendios forestales

De estas actividades se generan los siguientes productos:

ALERTA TEMPRANA:

Este reporte es una compilación de la información que diversas organizaciones e instancias gubernamentales y civiles, nacionales e internacionales producen y publican en sus sitios de Internet y que están disponibles para todo público. Tiene como objetivo incorporar en un solo documento una vista rápida de las condiciones meteorológicas actuales y pronosticadas, de índices de peligro y de teledetección por medio de sistemas satelitales que imperan en el país diariamente.

PROBABILIDAD DE PROPAGACIÓN DE INCENDIOS FORESTALES

Con la información meteorológica recopilada en el párrafo anterior, el CNMF recomienda las acciones a realizar entorno a la protección contra incendios forestales de acuerdo a las condiciones esperadas.

SITUACIÓN ACTUAL DE PUNTOS DE CALOR

Se recopilan los puntos de calor y plumas de humo detectados por los Satélites TERRA, AQUA, SUOMI, NOAA-15 y NOAA-17 para la detección remota y monitoreo de incendios forestales. Una vez filtrada y discriminada la información que provén los satélites, se canaliza a los CECIF's para su verificación en terreno y en su caso la atención del incendio forestal.

REPORTE DIARIO DE INCENDIOS FORESTALES

Como resultado de administrar el flujo de información estadística que se genere por la ocurrencia de incendios forestales, proporcionada por los CRMF, los CEMF, el Centro Nacional de Manejo del Fuego (CNMF), recopila y publica la información de la situación de incendios forestales del día.

Los anteriores productos proporcionan los insumos para la reunión de Análisis de Situación Diaria, la cual se lleva a cabo durante la temporada de incendios forestales, con el fin de tomar decisiones oportunas y asertivas de acuerdo a las condiciones previstas del tiempo, la disponibilidad de recursos humanos y materiales, así como de la situación actual de los incendios forestales en el país.

Una vez concluidos los incendios forestales, el CNMF recibe, revisa y valida el informe de incendios forestales y polígonos de terrenos forestales incendiados, con el propósito de contribuir al cumplimiento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento con la participación de las Dependencias y Entidades en el ámbito de distribución de su competencia. Estos insumos son proporcionados a través de los CEMF de cada una de las 32 Entidades Federativas en el país.

B. Servicio Meteorológico Nacional

Existen más de 120 oficinas del Servicio Meteorológico Nacional que proporcionan una variedad de diferentes tipos de pronósticos.

Otro programa importante del Servicio Meteorológico Nacional incluye el Programa Meteorológico de Incendios.

Los productos estandarizados del Servicio Meteorológico Nacional incluyen:

El Servicio Meteorológico Nacional junto con la Comisión Nacional del Agua, realiza perspectivas meteorológicas para incendios forestales. Y se publican de manera:

- Diaria
- Semanal
- Mensual

Los pronósticos meteorológicos para planificación de Incendios incluyen una discusión del tiempo atmosférico previsto y cualquier evento crítico sobresaliente del tiempo atmosférico de incendio, así como muchos diferentes elementos pronosticados incluyendo:

- Cielo / tiempo atmosférico
- Temperatura
- Humedad Relativa
- Viento



Ejercicio 5. Tipos de Productos Meteorológicos de Incendios

1. El producto de evaluaciones estacionales es emitido por:
 - A. El Servicio Meteorológico Nacional.
 - B. El Servicio de Predicciones.
 - C. Ambas A y B.

2. Las Alarmas de Bandera Roja son emitidas por:
 - A. El Servicio Meteorológico Nacional
 - B. El Servicio de Predicciones
 - C. Los Equipos de Manejo de Emergencias



Introducción al Comportamiento del FuegoS-190

CURSO:	Introducción al Comportamiento del fuego S-190
UNIDAD:	3 El Comportamiento del Fuego y la Seguridad
TIEMPO:	1 hora
AYUDAS DIDÁCTICAS:	Manual del participante, cuaderno de apuntes, lapicera.

OBJETIVOS:

Durante esta unidad, las y los estudiantes serán capaces de:

1. Identificar los indicadores de que el comportamiento del fuego pudiera estar aumentando.
2. Reconocer influencias combinadas que pueden causar comportamiento de fuego extremo y preocupaciones de seguridad.
3. Enlistar Siete Factores Ambientales de Incendios que hay que reconocer al monitorear el comportamiento del fuego.

I. MONITOREANDO EL COMPORTAMIENTO DEL FUEGO

A. Indicadores de Incendios Grandes

Los incendios raramente se convierten de un incendio pequeño a un “incendio explosivo”. Existen indicadores que, si son monitoreados, demostrarán cuando un incendio inicia la transición de un incendio de comportamiento problemático hacia un incendio de comportamiento extremo.

B. Comportamiento de Fuego Problemático vs Extremo

1. Comportamiento del fuego problemático

Actividad en el incendio que presenta peligros potenciales al personal en la línea si las tácticas utilizadas no son ajustadas/cambiadas.

La predicción o anticipación del comportamiento de fuego es la clave para buenas decisiones tácticas y de seguridad.

2. Comportamiento del fuego extremo

Es el nivel más alto de comportamiento de fuego problemático y puede ser descrito con elementos específicos:

- Rápida Velocidad de Propagación
- Quemando intensamente
- Produciendo focos secundarios
- Coronamiento

C. Guía de Bolsillo de Respuesta de Incidente

La Guía de Bolsillo de Respuesta de Incidente se utiliza como referencia en el campo para ayudar a monitorear las condiciones cambiantes.

Proporciona ayuda para el trabajo en un incendio forestal y sirve de referencia durante la capacitación del personal operativo, desde un combatiente forestal tipo 2 hasta quien esté a cargo de la supervisión de división y de la jefatura de incidente de ataque inicial o ataque extendido. También tiene una aplicación secundaria para responder a un incidente de máximo peligro.

La guía proporciona una colección de las mejores prácticas del servicio de incendios forestales, que han evolucionado con el tiempo. Sin embargo, no proporciona soluciones absolutas para el número ilimitado de situaciones que pueden presentarse.

II. LOS SIETE FACTORES AMBIENTALES DE INCENDIO DE MIRA HACIA ARRIBA, HACIA ABAJO Y ALREDEDOR

El ambiente de incendio son las condiciones, influencias y las fuerzas modificantes que controlan el comportamiento del fuego.

El ambiente de incendio ha sido descrito con un triángulo que muestra el tiempo atmosférico, combustible y topografía (el terreno).

Existen siete factores dentro del ambiente del incendio que el personal de la línea debe monitorear:

- A. Características del Combustible
- B. Humedad del Combustible
- C. Temperatura del Combustible
- D. Topografía (Terreno)
- E. Viento
- F. Estabilidad Atmosférica
- G. Comportamiento del Fuego

Estos siete factores y sus indicadores correspondientes ayudan a proporcionar claves al monitorear el incendio y anticipar lo que puede pasar.

A. Características del Combustible

1. Combustible ligero continuo
El incendio es capaz de cambiar y propagarse rápidamente en este combustible, especialmente cuando es combinado con la pendiente y/o viento.
2. Grandes cargas de combustible muerto y derribado. Grandes cantidades de combustible disponible.
3. Combustible vertical
Permite que el fuego se propague hacia las copas, lanzando pavesas (focos secundarios) al aire.
4. Dosel denso
Permite que el fuego se transporte de arbusto a arbusto (o de árbol a árbol) con más facilidad.
5. Condiciones Especiales
 - a. Fuentes de Pavesas

Material ardiente que es transportado adelante del incendio por el viento o al exterior de las líneas de control.

Potenciales fuentes de pavesas son:

- Corteza de pino
 - Hojas de manzanita
 - Hojas de eucalipto
 - Hojas de arce
 - Hojas de roble
- b. Numerosos árboles secos en pie
El fuego se puede establecer en estos árboles muertos o parcialmente muertos, haciéndolos aún más peligrosos. Estos pueden lanzar pavesas al aire y también al exterior de las líneas de control.
 - c. Combustible seco por heladas o plagas
Más combustible disponible para ser consumido por el fuego.
 - d. Dosel pre-calentado
Causado por fuego de baja intensidad ardiendo en combustible cerca del suelo. El calor del fuego seca el combustible arriba, disponiendo este combustible a quemar.
 - e. Combustible inusualmente ligero
Combustible ligero mezclado con combustible de alta energía, tal como pasto continuo mezclado con artemisa.
 - f. Alta proporción de combustible seco al verde
Grandes cantidades de combustible potencialmente disponible.

B. Humedad del Combustible

1. Baja HR (<25%)

Mientras más baja es la humedad, generalmente, más disponible está el combustible ligero para conducir el fuego.

El indicador de 25% HR es el umbral general para la mayoría de los Estados Unidos. En el Este, Alaska, y Hawaii, el umbral es generalmente más alto.

2. Bajo CHC (< 6%) del Combustible de 10 hrs.

El combustible de 10 hrs. es un buen indicador de qué tan disponible está el combustible para quemar.

3. Condiciones de sequía acumulada y estacional.

Ambos son indicadores de que el combustible es más receptivo a ignición y a conducir la propagación del fuego.

C. Temperatura del combustible

1. Altas temperaturas (>85°)

Aumenta la temperatura del combustible aproximándolo al punto de ignición.

2. Alto porcentaje de combustible expuesto a sol directo.

Dada cualquier pendiente, ¿la mayoría del combustible está en el sol o la sombra?

3. Aumento de temperatura en el combustible con la exposición

¿Cuáles pendientes tienen la tendencia de tener más altas temperaturas en el combustible por la mañana?

¿Cuáles son más altas en la tarde?

¿Porque es esto importante?

a. Pendientes del Sur y Suroeste:

- Normalmente son más expuestas al sol.
- Generalmente tienen combustible ligero y ralo.
- Tienen más altas temperaturas, baja humedad relativa, y baja humedad en el combustible.
- Son las más críticas en términos de inicios y propagación de incendios.

b. Pendientes con exposición al norte tienen más sombra, que causa:

- Combustible pesado
- Bajas temperaturas
- Alta humedad relativa
- Alta humedad en el combustible

Conocer cuales pendientes son más “calientes” durante el día permite al personal combatiente monitorear dónde existe el potencial de comportamiento del incendio más severo.

D. Topografía (terreno)

1. Pendientes pronunciadas (>50%)

Proporciona rápida velocidad de propagación del incendio debido al calor convectivo y aumenta el potencial de material rodante cuesta abajo del incendio.

2. Chimeneas

Proporciona el potencial de rápida velocidad de propagación del incendio al combinar el terreno pronunciado con rachas de vientos ascendentes.

3. Puertos

El incendio es empujado más rápido a través de estos al propagarse rápidamente cuesta arriba.

4. Cañones encajonados

Proporcionan rápida velocidad de propagación del incendio debido a la canalización del viento y calor.

5. Cañones angostos

- a. El calor radiante y convectivo puede aumentar los focos secundarios a través del cañón.
- b. El incendio puede arder hacia abajo del cañón y cruzarse al lado opuesto. Esto se conoce como “reverso de pendiente.”

E. Viento

El viento es el principal factor que influye la propagación del incendio.

1. Vientos superficiales arriba de 15 Km/h. Estos vientos ayudan a determinar la dirección de propagación del incendio, ayudan a transportar pavesas adelante del incendio principal y aumentan el suministro de oxígeno al incendio.
2. Nubes lenticulares. Indican fuertes vientos arriba con el potencial de llegar a la superficie.
3. Nubes altas moviéndose rápidamente. Indican el potencial en cambios del viento.
4. Frentes fríos aproximándose. El viento aumentará en velocidad y cambiará de dirección al aproximarse el frente frío.
5. Desarrollo de nubes cúmulos nimbos. Indica la posible velocidad y dirección del viento y el potencial de vientos erráticos.
6. Calma repentina. Manténgase en alerta por cambios de viento
7. Vientos cambiantes o erráticos. Vientos que cambian dirección y regresan a su dirección original son vientos erráticos. Esa es una indicación de un probable cambio de dirección y velocidad del viento.

Un repentino cambio en la dirección del viento puede causar que pavesas crucen las líneas de control. El aumento en velocidad puede causar sectores del incendio previamente calmados que aumenten en intensidad.

F. Estabilidad Atmosférica

Indicadores de una atmósfera inestable y el potencial de gran crecimiento del incendio:

- Buena visibilidad
- Rachas de viento y remolinos de polvo
- Nubes cúmulos

- Nubes Castellatus por la mañana
- EL humo se asciende verticalmente.
- La inversión empieza a romperse.

Esta es una indicación de una transición de una atmósfera estable a inestable y el potencial de que el incendio crezca.

- Cinturón térmico

Un área de baja humedad relativa y altas temperaturas nocturnas. El incendio generalmente quemará más activo de noche en estas áreas.

G. Comportamiento del Fuego

Indicadores de un incendio cambiando rápidamente, conducido por el viento y quemando intensamente:

1. Columna de humo inclinada
2. Columna de humo que se propaga horizontalmente después de cierta altura
3. Columna de humo bien desarrollada
4. Columna de humo cambiando constantemente
5. Árboles en antorcha.

El incendio inicia la transición de un incendio superficial a un incendio de copa. Observe si solo un árbol está en antorcha o pequeños grupos de árboles están encendiendo. Observe si el viento está presente y que tan rápido está soplando.

6. Incendios ardiendo sin llama aumentan en intensidad

El comportamiento del fuego está aumentando.
¿Qué más puede estar sucediendo para causar esto?

Es posible que:

- La inversión empieza a romperse
- El viento está aumentando
- La sombra ha disminuido en esa exposición y la temperatura está aumentando
- La humedad relativa ha disminuido

7. Pequeños remolinos de fuego están iniciando El incendio está aumentando en intensidad.

8. Frecuentes focos secundarios
El incendio se está propagando y aumentando en complejidad.



EJERCICIO

Nombre los Siete Factores Ambientales del Incendio:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____

