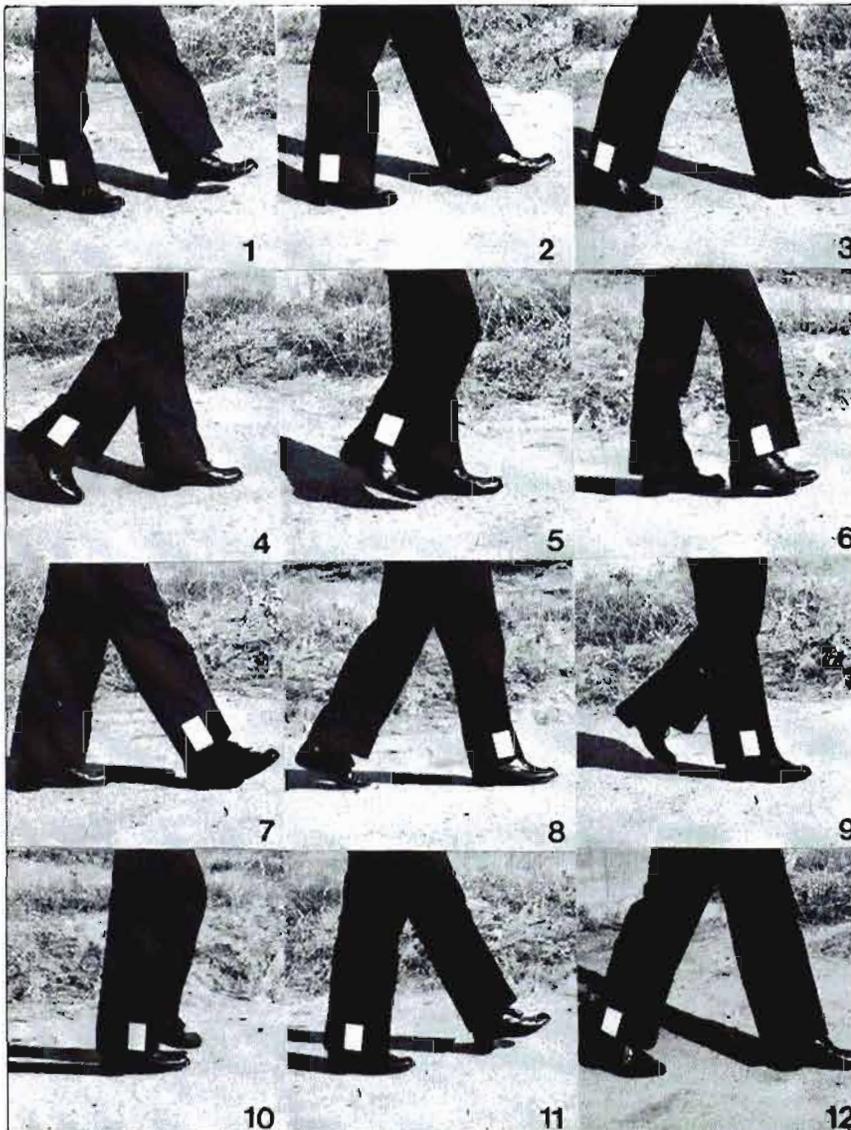


Investigación sobre la resistencia al deslizamiento del CALZADO DE SEGURIDAD Y SUELOS ANTIDESLIZANTES

* Trabajo resumen de la Beca de Investigaciones concedida por la Fundación MAPFRE.



LOS accidentes de trabajo que resultan de las caídas de personas al mismo nivel, por causas diversas, representan uno de los grupos más importantes a tener en cuenta dentro de las formas de producirse estos accidentes

En el resumen de Siniestralidad Laboral, relativo a los accidentes ocurridos en España durante 1981 y publicado por el Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo, se indica que las caídas al mismo nivel se encuentran clasificadas en tercer lugar, de un total de 23 formas de producirse los accidentes, representando un 11 por ciento del total de accidentes.

Estadísticas recogidas en otros países, como Francia y Alemania, hacen referencia a la alta accidentabilidad que se origina como consecuencia de las caídas al mismo nivel.

En Francia, durante un año, cien mil personas se accidentaron por caídas al mismo nivel, con unas pérdidas de ocho millones de horas de trabajo.

Los datos expuestos vienen a reflejar la importancia del tema, aunque no se especifica el número de accidentes por caídas al mismo nivel que se producen por resbalamiento o deslizamiento de las personas. No obstante, en Francia se hace referencia de que en los Mataderos, Carnicerías y Cocinas Industriales, las cai-

D. RAFAEL TUDO FERNANDEZ
Laboratorio de Ensayos Mecánicos del
Centro Nacional de Medios de Protección
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene
en el Trabajo

das por deslizamientos es una de las principales causas de accidentes, en especial debido a los productos grasos depositados en el suelo.

Puede concluirse que, por encuestas realizadas en Francia y Suecia, se ha estimado que las caídas por deslizamiento pueden representar entre un 5 y un 10 por ciento del total de los accidentes que se producen en los centros de trabajo.

Un factor a tener en cuenta, en el problema de las caídas a nivel, es el de las superficies de tránsito o de trabajo.

En el resumen de Siniestralidad Laboral ya citado, se establece que en una clasificación de 25 agentes materiales, las superficies de tránsito o de trabajo ocupan el segundo lugar como agente causante de accidentes.

Todos los datos expuestos revelan la importancia que tiene la prevención de esta clase de accidentes y de ahí el que desde hace más de cincuenta años se hayan venido realizando estudios de investigación en numerosos países sobre el deslizamiento, los cuales tratan de llegar a determinar, de una forma práctica, las características antideslizantes de suelos y calzados, sin que se hayan podido encontrar soluciones definitivas.

FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DESLIZAMIENTO

El estudio del fenómeno que se produce cuando una persona resbala en una superficie, implica establecer el valor del coeficiente de rozamiento que existe entre esa superficie y la suela del calzado de la persona. Este coeficiente será una medida del índice de deslizamiento potencial de la citada superficie. Un coeficiente de rozamiento bajo entre el calzado y el suelo indica una mayor posibilidad de deslizamiento.

Para establecer el valor del coeficiente de rozamiento se necesita tener en cuenta una serie de variables que inciden sobre el fenómeno. Ya no se trata de establecer un coeficiente de rozamiento entre dos superficies, teniendo presente sus características particulares, en el caso que nos ocupa es una persona en movimiento la que se desliza por un suelo determinado, complicándose

en gran manera la solución del problema.

Los factores a tener en cuenta para estudiar y prevenir los deslizamientos de una persona pueden dividirse en los siguientes grupos:

Factores relativos a la superficie de tránsito o de trabajo

— Características del suelo

Es indudable que la clase de suelo influirá en gran manera sobre el deslizamiento, así como las características del mismo. Por ello, habrá de tenerse en cuenta la mayor o menor rugosidad que presente, tipos y formas de los relieves que puede tener, uniones existentes entre distintas zonas de un mismo suelo y, sobre todo, el estado de desgaste en que se encuentre.

— Tratamiento superficial y recubrimientos del suelo

El coeficiente de rozamiento viene influenciado por la naturaleza de las superficies que se ponen en contacto. La rugosidad va a influir determinadamente en las propiedades del rozamiento de las superficies.

— Productos intermedios depositados en el suelo

El tipo y la cantidad de productos intermedios que se depositan en el suelo como consecuencia del proceso productivo, incidirá en gran manera en la alteración de las características antideslizantes de un suelo.

Hay que tener muy presente la composición de los productos intermedios y en especial su forma de depositarse, ya sea líquido, polvo, sólidos más o menos voluminosos, etc.

— Condiciones ambientales tales como temperatura y humedad extrema

Estas características vienen a incidir sobre el mayor o menor grado de degradación del suelo e incluso sobre las alteraciones superficiales de éste.

Deberán tenerse muy en cuenta en tipos muy concretos de suelos y sobre todo en aquellos que se encuentran situados a la intemperie.

— Mantenimiento y limpieza

Es esencial que el poder antideslizante del suelo y su resistencia al uso se conserven el mayor tiempo posible. De ahí el que se deban realizar operaciones de conservación y reparación periódicamente, efectuándose con regularidad una limpieza de estos suelos.

Factor humano

Dada la complejidad del tema, no hay duda de que sería interminable la relación de todos los factores relativos a la persona, de ahí el que se destaquen los más importantes.

— Clase de calzado utilizado

Con respecto al calzado, se ha de tener en cuenta, en primer lugar, el diseño del mismo. En función de este diseño, la atención principal estará en considerar tres puntos que puedan afectar a la estabilidad de la persona en su desplazamiento por una superficie determinada. Estos son:

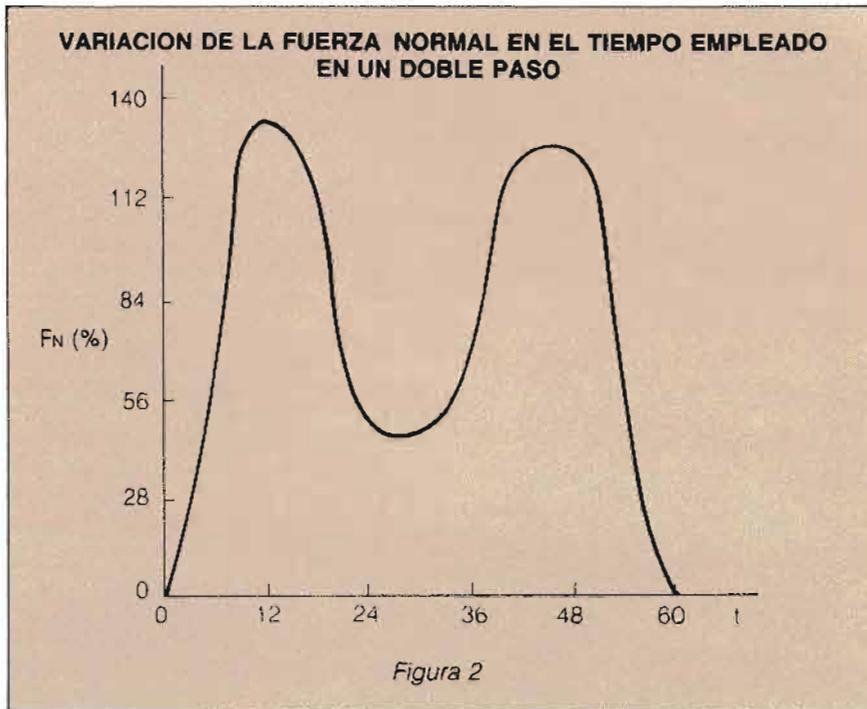
- Área de contacto entre el calzado y el suelo.
- Composición de los materiales de suela y tacón.
- Ajuste adecuado del calzado al pie.

— Factores psicofisiológicos

No hay duda de la dificultad que conlleva analizar este tipo de características, dadas las numerosas variables que inciden sobre una persona y que no tienen por qué repetirse en otras.

La edad, condición física y formación de la persona van a condicionar en mucho los resultados obtenidos.

El aspecto superficial de un suelo puede influir y de ahí el que haya personas que suponen que un suelo reluciente es resbaladizo y pueden cambiar el paso al entrar en una zona de estas características y dar un traspiés. Igual ocurre cuando se trata de suelos con coeficientes de rozamiento muy diferentes, cuando una perso-



na pasa de uno a otro, puede tener una sensación bajo su pie, cambiar el paso y caer al modificar su marcha.

— *Tipo de marcha*

Este factor viene relacionado con la forma de andar de cada persona. Es indudable que estudiar las diferentes formas de andar llevaría a una definición más correcta de una serie de parámetros, tales como la descripción del movimiento que se realiza con las piernas, presión que el pie hace sobre el suelo y velocidad con que se camina

— *Distribución de las fuerzas del pie al andar*

De forma general, puede decirse que el conjunto de fuerzas que se originan al andar pueden resumirse en la componente horizontal o tangencial a la superficie de tránsito y una componente vertical o normal.

Obtenidas estas fuerzas, puede definirse el coeficiente de rozamiento como el coeficiente entre la fuerza tangencial y la normal. Si se conoce el valor del coeficiente de rozamiento entre el suelo y el calzado, a partir de las fuerzas descritas, podemos obtener el valor del cociente, y en una primera aproximación, si este cociente es menor que el coeficiente de rozamiento, puede decirse que no tendrá lugar el deslizamiento.

Factores relacionados con el tipo de trabajo

— *Tipos de tareas manuales estáticas y dinámicas*

Este factor es de gran importancia e introduce un nuevo aspecto del problema de las caídas de personas por deslizamiento

Hasta ahora se ha venido hablando de una persona que, al caminar, resbala, considerando su desplazamiento como el normal de una persona al andar libre de impedimentos. En el supuesto que nos encontramos, se introduce una nueva variable y es que la persona que ande se dedique a realizar, al mismo tiempo, un trabajo.

— *Características de rozamiento de los equipos operados manualmente*

En este apartado se introduce una nueva variable, como es el uso por la persona de un equipo de transporte. El problema que se plantea es doble. Por una parte, la influencia del rozamiento entre la persona y el suelo; de otra, los requisitos de rozamiento entre el equipo y el citado suelo.

ESTUDIO DE LA MARCHA

La forma que tiene una persona de andar va a incidir en gran manera

sobre la magnitud de las fuerzas que se desarrollan durante el movimiento. Siempre existirán fuerzas tangenciales y normales, pero su cuantificación va a estar condicionada, principalmente, por la manera con que una persona realiza los diversos movimientos del paso, y en segundo término por otras variables, tales como la velocidad de la marcha, forma de disponer el pie sobre el suelo, dirección de la marcha (rectilínea, giros a derecha y/o izquierda, etc.), disposición en planta del suelo (horizontal, inclinado), etc.

En el análisis del fenómeno de la marcha que va a describirse a continuación, solamente se tendrá en cuenta el andar de una persona en dirección rectilínea, sobre un suelo horizontal y desplazándose a una velocidad considerada normal.

Descripción de la marcha

Para poder realizar una descripción de los fenómenos que se producen durante la marcha, se realizaron experiencias en el C.N.M.P. (Centro Nacional de Material de Protección), con diversas personas, cuyos movimientos se registraron fotográficamente, estando estos representados en la figura número 1, en 12 secuencias.

La secuencia número 11 coincide con la número 2, y la número 12 con la número 3. El ciclo comienza en la secuencia número 2 y termina en la número 10.

Análisis de la marcha

Se han establecido en el ciclo de un paso dos fases, perfectamente diferenciadas en el andar, definidas como:

A) *Fase de contacto*

Es el tiempo transcurrido desde que se sitúa el tacón sobre el suelo hasta que se levante la puntera. Dentro de esta fase hay que destacar dos posiciones del pie, que deben de tenerse en cuenta y que son la de «pie apoyado» y «pie asentado».

La diferencia entre apoyar un pie y asentarlo estriba, en principio, en la

VARIACION DE LA FUERZA TANGENCIAL EN EL TIEMPO EMPLEADO EN UN DOBLE PASO

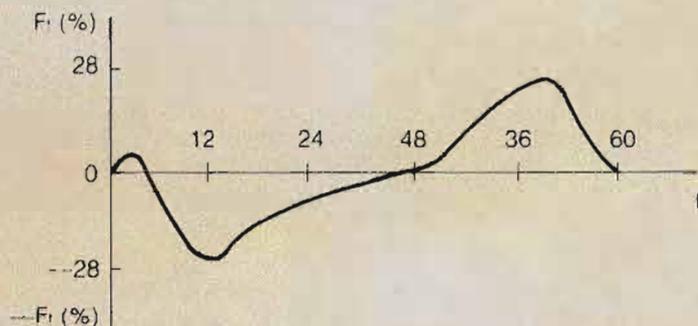


Figura 3

forma con que el pie está dispuesto para aguantar el peso del cuerpo. Cuando una persona tiene el pie simplemente apoyado, no se encuentra en situación de poder actuar ante el esfuerzo que el peso del cuerpo ejerce sobre el pie, estando en una posición inestable y favorable, por lo tanto, a producirse una caída.

La posición de pie asentado es la más estable del ciclo y en ese momento la persona ha colocado el pie en una posición firmemente apoyada sobre el suelo, de forma que las fuerzas debidas al peso o desarrolladas durante el movimiento no ocasionarán fenómenos de caídas.

B) Fase de despegue

Es el tiempo transcurrido desde que se despegó la puntera del suelo hasta que el tacón vuelve a situarse sobre éste.

Cuando un pie realiza esta fase, se encuentra totalmente en el aire, debido a esta circunstancia todo el peso del cuerpo se encuentra localizado sobre el otro pie, tanto si está apoyado como si se encuentra asentado, siendo la primera situación más favorable para que se produzca una caída.

De las dos fases citadas, la de contacto es la que resulta más favorable para que se produzca una caída, en especial cuando el pie se encuentra apoyado. Cuando comienza la fase de contacto es el momento que puede considerarse como más crítico para que se produzca una caída por

resbalamiento, pues es entonces cuando todo el peso del cuerpo se ejerce sobre el tacón, que en ese instante está colocándose sobre el suelo con una zona de contacto mínima. Dado que el otro pie empieza a levantarse, la probabilidad de resbalar se encuentra en el máximo. A partir de este momento va disminuyendo, aunque se mantenga el riesgo de caída debido a doblarse el pie u otra causa similar.

La situación llega hasta un instante en que se considera como de máxima seguridad y que coincide con el asentamiento total del pie.

Durante la fase de contacto, el tacón ejerce una fuerza de empuje; si esta fuerza no se transmite a la superficie de contacto, por no existir adherencia, se produce el deslizamiento.

Esta situación no suele ocurrir cuando una persona conoce que un suelo es resbaladizo. La consecuencia primera es que esta persona modifica su paso y lo adapta al tipo de superficie, evitando resbalar. Lo que en realidad está haciendo es que su tacón, cuando inicia el contacto con el suelo, sí va a ejercer la fuerza de empuje necesaria para evitar el deslizamiento.

Distribución de las fuerzas del pie al andar

Es importante tener en cuenta la repartición de fuerzas sobre un pie, para el estudio de las características

dinámicas, dado que el peso de la persona y la forma de repartirse éste sobre el pie según la forma de andar, va a condicionar en determinados casos el que se produzca o no una caída.

De una forma teórica, se han podido determinar gráficamente las fuerzas, tanto normales como tangenciales, que se desarrollan durante la fase de contacto de un ciclo de la marcha.

En la figura 2 se representan los valores de la fuerza normal, indicándose en ordenadas el tanto por ciento a que corresponde cada valor de la fuerza, siendo el 100 por cien aproximadamente 74 Kg., que es el peso medio de una persona y en abscisas, el tiempo transcurrido en dar un doble paso.

La figura 3 representa el valor que va teniendo la fuerza tangencial, representándose en ordenadas y abscisas, las mismas variables que en la figura anterior.

Tal como se expuso con anterioridad, la medida del deslizamiento vendrá dada por el coeficiente de rozamiento existente entre dos superficies. En este caso, obtenidos los valores de las fuerzas normales y tangenciales desarrolladas durante un ciclo de la marcha, pueden saberse los valores de la relación entre ambas fuerzas y con ello, el coeficiente de rozamiento en los distintos momentos del fenómeno. En la figura 4 quedan reflejados los valores del coeficiente de rozamiento, que serán positivos y negativos, según que los esfuerzos estén dirigidos en la dirección de la marcha o en sentido contrario.

MÉTODOS DE ENSAYO Y ESTUDIOS EXPERIMENTALES

Fundamentalmente, los métodos de ensayo más extendidos en centros de investigación y laboratorios, son los siguientes:

— *Método de los verificadores de resistencia al deslizamiento o del plano inclinado*

Este método consiste en aplicar una fuerza vertical sobre una muestra colocada encima de una superficie.

A partir de ese momento, se varía el ángulo de la fuerza vertical, hasta que la componente horizontal hace que la muestra deslice.

— Método del carril horizontal

En este método se sitúa la superficie de deslizamiento en posición horizontal y de forma que permanezca fija. La muestra se coloca sobre la superficie y se le aplica una fuerza, de forma que deslice con movimiento constante.

La fuerza de rozamiento se determina midiendo la reacción que se produce en la muestra, o bien en la superficie horizontal.

La relación existente entre la fuerza obtenida y el peso de la muestra dará el valor del coeficiente de rozamiento.

— Método de las máquinas de péndulo

El método se efectúa haciendo soltar un péndulo compuesto, al cual se ha acoplado un material determinado, desde una altura conocida.

El péndulo, en su caída, se pone en contacto con una muestra y la altura a la que llega el péndulo después del contacto, se mide.

El coeficiente de rozamiento se determina en función de la pérdida de energía calculada a partir de las alturas inicial y final.

— Método de los simuladores de marcha

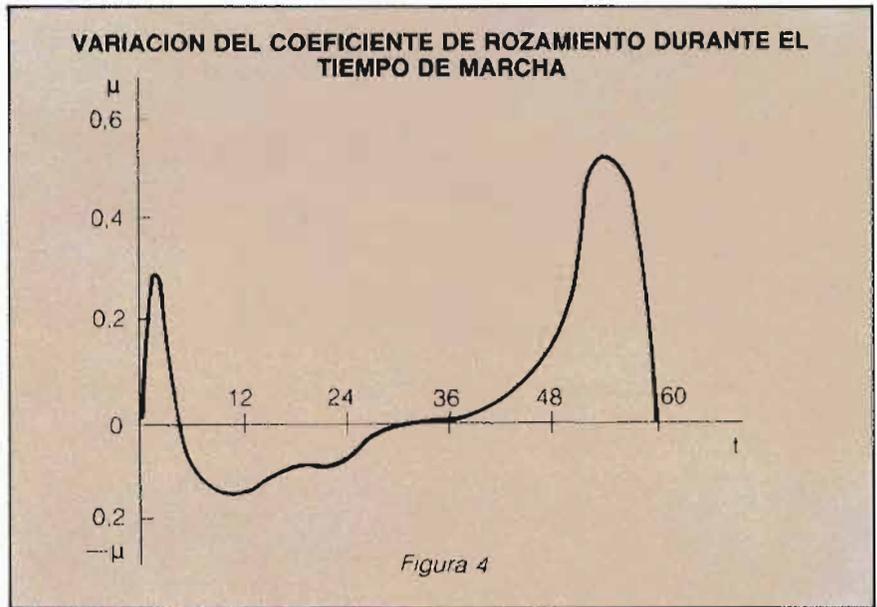
Este método está basado en la adaptación a una máquina del andar de una persona.

Fundamentalmente se realiza un proceso mecánico del andar, de forma que sea repetible. La superficie sobre la que se realiza la marcha debe ser intercambiable, para poder efectuar pruebas sobre todo tipo de suelos.

El coeficiente de rozamiento se obtiene a partir de las fuerzas normales y tangenciales desarrolladas durante la marcha y registradas en el banco de ensayo.

Estudios experimentales realizados

El método escogido inicialmente en el Laboratorio de Ensayos Mecánicos del C N M.P. fue el descrito en segundo lugar, a base de situar el calzado sobre el tipo de suelo a ensayar, y una vez sobrecargado con un peso determinado, hacerlo deslizar a una velocidad constante y obtener el valor de la fuerza de rozamiento. El coefi-



ciente de rozamiento resulta de dividir esta fuerza por el peso del calzado con la sobrecarga.

El estudio consistió en analizar las características antideslizantes de catorce modelos de calzados de seguridad, homologados según la Norma Técnica Reglamentaria MT-5, que fueron escogidos de una forma aleatoria, de manera que estuvieran representados aquellos que ofrecieran una gama variada en cuanto a dureza, dibujo y tipo de material de la suela, así como peso de la muestra.

Con respecto a los suelos, se escogieron aquellos que fueron más representativos, dentro de los que se emplean en la industria. Asimismo, se simularon condiciones de uso y estados superficiales de los suelos a ensayar.

De acuerdo con estas premisas, los suelos se identificaron de la siguiente forma:

— Suelo A: Plancha lisa de acero, pintada y en estado seco.

— Suelo B: Plancha estriada de acero, pintada y en estado seco.

— Suelo C: Placa de hormigón, previamente envejecido con gasóleo y en estado seco.

— Suelo D: Placa de hormigón, previamente envejecido con gasóleo e impregnado con una emulsión de gasóleo y agua.

Los equipos y dispositivos empleados para la realización de las pruebas, objeto del estudio, fueron los siguientes:

• Durómetro Shore A, para la medición de la dureza de la suela del calzado.

• Máquina universal Instron, para la obtención de la fuerza de rozamiento.

• Banco para la colocación de las muestras de suelo.

De acuerdo con el método de ensayo elegido y los medios utilizados, los ensayos realizados fueron: la determinación de la dureza de la suela de los distintos modelos de calzado y la determinación de la fuerza de rozamiento de los modelos de calzado para toda clase de suelo.

La evaluación de los ensayos consistió en obtener, a partir de la fuerza registrada, el valor del coeficiente de rozamiento existente entre los modelos de calzado y los cuatro suelos citados.

Conclusión

Efectuado el análisis de los ensayos realizados en cada suelo y establecida una relación entre los valores del coeficiente de rozamiento y la dureza de las suelas de todas las muestras ensayadas, están representadas en la figura número 5, pudiendo indicarse lo siguiente:

— Suelos A y D: En términos generales, puede observarse que en estos tipos de suelos, para durezas menores a 65 Shore A, el coeficiente de rozamiento es menor para suelos de la clase D que para los de clase A. Por el contrario, para durezas de las suelas superiores, el valor del coeficiente de rozamiento es mayor para los suelos D que para los A (gráfico número 1).

VALORES DE LOS COEFICIENTES DINAMICOS DE ROZAMIENTO (μ) EN LOS DIFERENTES SUELOS EN FUNCION DE LA DUREZA DE LAS SUELAS DEL CALZADO UTILIZADO

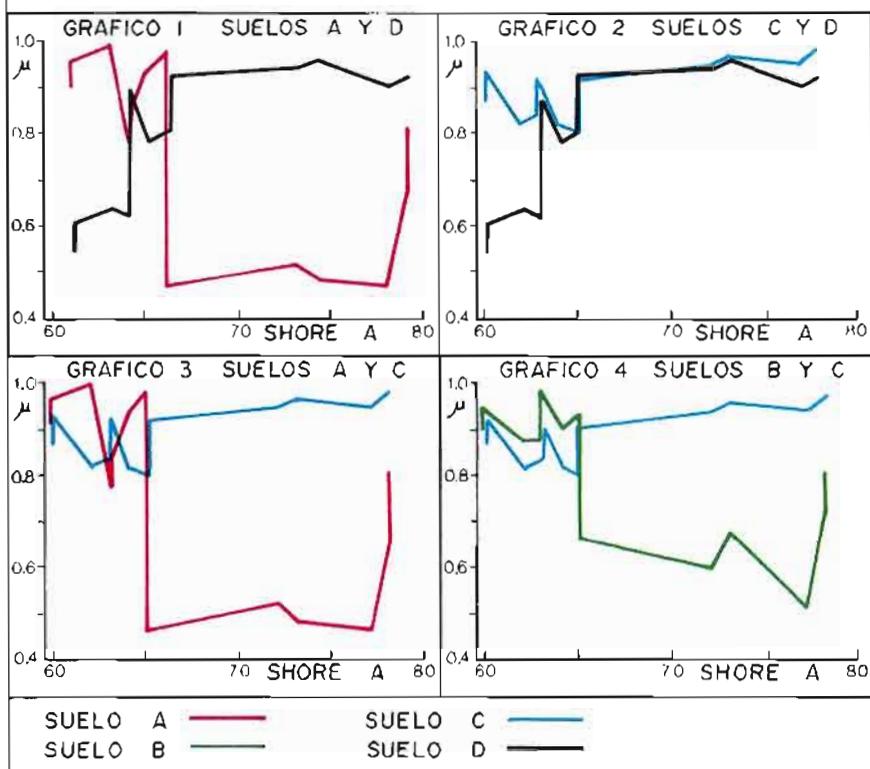


Figura 5

— Suelos C y D: En estos casos, para dureza de las suelas inferiores a 63 Shore A, el coeficiente de rozamiento con respecto a los suelos C es superior que los obtenidos para suelos D. Sin embargo, aumentando la dureza de las suelas a partir de 63 Shore A, se obtienen prácticamente los mismos coeficientes de rozamiento para ambos suelos (gráfico número 2).

— Suelos A y C: Analizando los resultados en este caso, se observa cómo para durezas menores a 65 Shore A, los valores del coeficiente de rozamiento se mantienen prácticamente iguales.

Para valores superiores a esta dureza ofrecen mejores características antideslizantes los suelos de clase C que los de clase A (gráfico número 3).

— Suelos B y C: En este caso, sucede prácticamente igual que en el anterior, obteniéndose mejores características antideslizantes para los suelos de clase C que para los de clase B, para durezas de las suelas mayores de 65 Shore A, siendo práctica-

mente iguales los valores del coeficiente de rozamiento para durezas inferiores (gráfico número 4).

BANCO DE ENSAYO EXPERIMENTAL

Tomando como premisas los estudios más o menos desarrollados que en los últimos años se han realizado en diversos países, así como aquellos efectuados en el C.N.M.P., se ha emprendido en el Laboratorio de Ensayos Mecánicos una línea de investigación, continuada con motivo de la Beca concedida por la Fundación Mapfre, cuyo desarrollo permita realizar pruebas que nos determinen las características mínimas antideslizantes de un calzado frente a superficies de tránsito, en condiciones de uso y ambientes específicos.

Criterios de verificación

Los criterios del C.N.M.P. para el estudio de las características antideslizantes del calzado frente a superfi-

cies de tránsito pueden resumirse como sigue:

1.º Adoptar el método de los simuladores de marcha para el estudio del deslizamiento.

2.º Diseñar un banco de ensayo que simule mecánicamente el andar de una persona.

3.º Obtener una serie de variables, tales como las fuerzas desarrolladas durante la marcha y el coeficiente de rozamiento entre calzado y suelo.

4.º Definir una evaluación de las pruebas realizadas.

5.º Envejecer suelos antideslizantes sintéticos, tanto en condiciones ambientales naturales como aceleradas.

6.º Definir y evaluar las características resistentes de los suelos.

7.º Efectuar pruebas de deslizamiento en el banco de ensayo con los suelos antideslizantes, tanto envejecidas como en condiciones normales.

8.º Estudiar las características antideslizantes, tanto del calzado de seguridad como el de uso normal.

Diseño del banco de ensayo

Adoptado el método de los simuladores de marcha, la primera fase para la construcción del banco de ensayo consistió en obtener mecánicamente el movimiento de un pie durante la marcha. Para ello, se realizaron una serie de prototipos de una pierna artificial, de forma que se fuese perfeccionando el sistema y de esta manera conseguir el objetivo propuesto.

Realizados los trabajos oportunos, se consiguió efectuar el movimiento de la pierna artificial, de forma que se reprodujo un ciclo de paso lo más parecido a como lo realiza una persona.

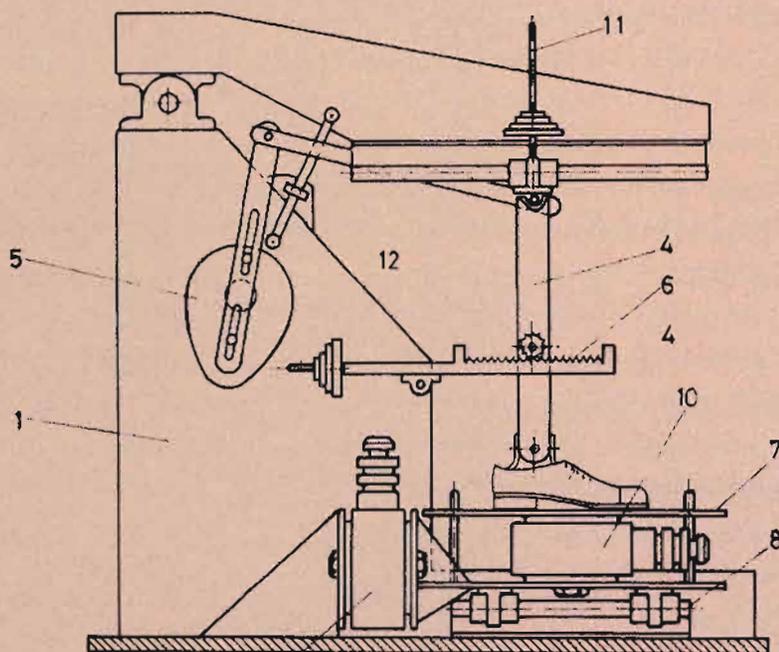
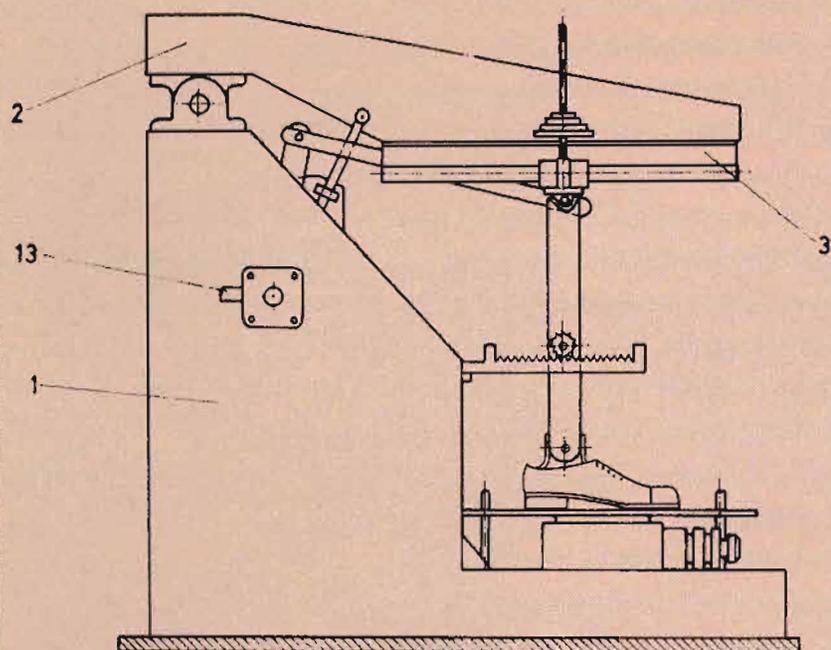
A partir de ese momento, se comenzó a diseñar el banco de ensayo, teniendo presente las premisas siguientes:

— Realización del movimiento, adaptando al banco la pierna artificial proyectada.

— Diseñar el banco de forma que la superficie sobre la que el pie artificial iba a efectuar el paso fuese intercambiable, para poder probar muestras de cualquier suelo.

— Elegir y posicionar los captadores de fuerza necesarios para poder

**MAQUINA SIMULACION DEL MOVIMIENTO DEL PIE AL ANDAR
PARA EL ESTUDIO DEL DESLIZAMIENTO**



SECCION

- | | |
|--|---|
| 1. Bancada. | 8. Guía para el desplazamiento. |
| 2. Brazo basculante. | 9. Captador de fuerza (compresión-tracción). |
| 3. Guía para el desplazamiento de la pierna. | 10. Captador de fuerza normal (compresión). |
| 4. Pierna artificial. | 11. Guía para la colocación del contrapeso (peso de una persona). |
| 5. Excéntrica para elevación del brazo basculante. | 12. Guía para la colocación del contrapeso de la cremallera. |
| 6. Cremallera para regulación del punto de contacto del pie con la mesa. | 13. Motor-reductor con variador de velocidad. |
| 7. Mesa para la colocación de la muestra de suelo. | |

Figura 6

medir los esfuerzos desarrollados durante el proceso.

De acuerdo con esto, el banco de ensayo diseñado se compone de los elementos que se indican en la figura 6.

La descripción del funcionamiento del banco de ensayo es la siguiente:

En la parte superior de la bancada (1) está situado un brazo basculante (2), que lleva acoplada una doble guía (3) para el desplazamiento de la pierna artificial (4).

Para la elevación de la pierna artificial durante el movimiento del retroceso, el banco está provisto de una excéntrica (5), que a través de una pieza que ejerce la función de una biela, levanta el brazo basculante.

La cremallera (6) para regular el punto de contacto del pie con la mesa (7), en donde se sitúa la muestra de suelo, permite que este pie caiga siempre en el mismo punto de la muestra.

Asimismo, la parte inferior de la bancada lleva una doble guía (8), que permite el desplazamiento horizontal que se produce durante la fase de contacto del pie. Igualmente, en la parte inferior de la bancada está posicionado el captador de la fuerza tangencial (9) y entre la mesa y las guías para el desplazamiento horizontal, va situado el captador de la fuerza normal (10).

En la parte superior del brazo basculante está colocada una guía vertical (11) para la colocación de una masa que corresponde al peso de una persona, que puede ser variable. A continuación de la cremallera para regular el punto de contacto del pie con la mesa, se encuentra una guía (12), para colocar el contrapeso que permita el acoplamiento entre pierna y cremallera.

Todo el sistema está accionado mediante un motor-reductor, con variador de velocidad, que permite aumentar o disminuir el número de ciclos de paso por unidad de tiempo.

Para la medida de los valores de los esfuerzos desarrollados durante la marcha y la obtención de coeficiente de rozamiento, se ha dispuesto un sistema de captación y registro, cuyo esquema se indica en la figura 7 y cuyo funcionamiento es el siguiente:

Para la medición de la fuerza tangencial se emplea un captador (1), que permite la obtención de valores de esta fuerza, tanto en compresión

ESQUEMA PARA REGISTRAR LA FUERZA HORIZONTAL Y VERTICAL Y EL COEFICIENTE DE ROZAMIENTO

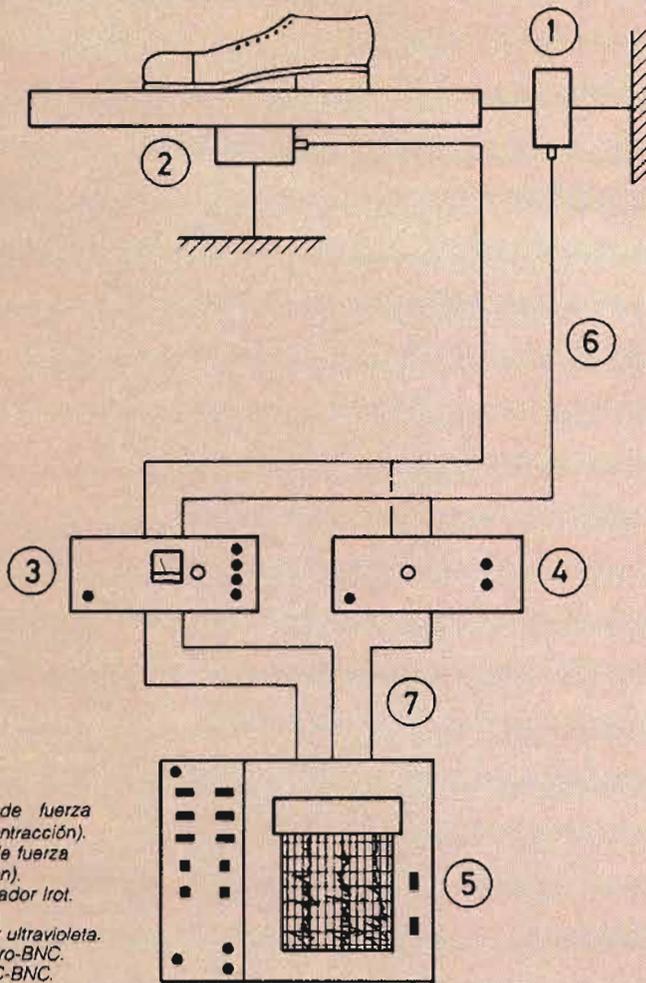


Figura 7

como en tracción. La fuerza normal se mide a través de un captador (2), con el que se obtienen valores de ésta a compresión, únicos esfuerzos que se realizan en esa dirección.

Las señales obtenidas en los captadores de fuerza son recogidas en un acondicionador (3) y un divisor (4), los cuales alimentan a un registrador ultravioleta (5), que permite la obtención gráfica de los esfuerzos tangenciales y normales, así como el valor del coeficiente de rozamiento en cada instante.

CONCLUSIONES

De lo anteriormente expuesto se han podido establecer como conclu-

siones de esta primera fase de investigación, las siguientes:

— Para el estudio del deslizamiento de una persona, hay que establecer el valor del coeficiente de rozamiento, que servirá para evaluar las características de adherencia entre el material de la suela del calzado y la superficie de tránsito.

— Los factores que en mayor o menor grado intervienen en el deslizamiento, pueden dividirse en los grupos siguientes:

- Relativos a la superficie de tránsito o trabajo.
- Relativos al factor humano.
- Factores relacionados con el tipo de trabajo.

— Los dos parámetros más importantes, relacionados con el factor hu-

mano, que intervienen en el fenómeno del deslizamiento son: Tipo de marcha y distribución de las fuerzas del pie al andar.

— Durante el ciclo de un paso se producen dos fases perfectamente diferenciadas: La fase de «contacto» y la de «despegue».

La fase de contacto es la que resulta más favorable para que se produzca la caída. El momento crítico se produce cuando el tacón está colocándose sobre el suelo, con una zona de contacto mínima.

El momento de máxima seguridad coincide cuando se produce el asentamiento total del pie.

— Los esfuerzos que se originan durante la marcha son una fuerza horizontal o tangencial a la superficie de tránsito y otra vertical o normal.

El coeficiente de rozamiento se define como la relación entre la fuerza tangencial y la normal.

— De todos los métodos de ensayo estudiados, el que se ajusta más para la reproducción de los fenómenos que se desarrollan al resbalar una persona, es el método de los simuladores de marcha.

— El banco de ensayo diseñado se ajusta a los criterios de verificación de acuerdo con las premisas siguientes:

a) Realizar el movimiento que se produce al andar mediante una piedad artificial.

b) Poder intercambiar la superficie sobre la que el pie artificial va a efectuar el paso, para probar muestras de cualquier suelo.

c) Durante el ensayo, efectuar las medidas y registrar las fuerzas tangenciales que se producen, así como el coeficiente de rozamiento.

Muchos son los factores a tener en cuenta durante la marcha de una persona que van a influir positiva o negativamente en la caída de ésta por resbalamiento. Sin embargo, la línea de investigación que se está desarrollando en el C.N.M.P. va a permitir, una vez puesto a punto el banco de ensayo diseñado, estudiar en profundidad y de una forma práctica el fenómeno del deslizamiento, dedicando especial atención a las superficies de tránsito o de trabajo empleadas en aquellas actividades laborales donde los accidentes de caídas por deslizamiento son más frecuentes, así como los suelos que se denominan antideslizantes y cuyas características deben definirse. ■