



Ingeniería, investigación y tecnología

ISSN: 1405-7743

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería

Gómez-Fuentes, Irma Yareni; Sánchez-Olivares, Guadalupe;  
Bautista-Rodríguez, Celso Moisés; Calderas-García, Fausto  
Análisis de la manufactura de calzado de seguridad para el combate de incendios forestales en México  
Ingeniería, investigación y tecnología, vol. XXII, núm. 4, e1864, 2021, Octubre-Diciembre  
Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería

DOI: <https://doi.org/10.14482/INDES.30.1.303.661>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40471804006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](https://www.redalyc.org)



## Análisis de la manufactura de calzado de seguridad para el combate de incendios forestales en México

## Proposal of the protective footwear manufacturing for wildland firefighting personal in Mexico

Gómez-Fuentes Irma Yarení

CIATEC, A. C.

Dirección de Investigación

Correo: [yarenigomez17@hotmail.com](mailto:yarenigomez17@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-2568-3007>

Sánchez-Olivares Guadalupe

CIATEC, A. C.

Dirección de Investigación

Correo: [gsanchez@ciatec.mx](mailto:gsanchez@ciatec.mx)

<https://orcid.org/0000-0003-0633-8398>

Bautista-Rodríguez Celso Moisés

CIATEC, A. C.

Dirección de Investigación

Correo: [cbaustista@ciatec.mx](mailto:cbaustista@ciatec.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-8233-106X>

Calderas-García Fausto

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores-Zaragoza

Unidad Multidisciplinaria de Investigación Experimental Zaragoza

Laboratorio de Reología y Fenómenos de Transporte

Correo: [faustocg@unam.mx](mailto:faustocg@unam.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-3652-4223>

### Resumen

Se presentan los estudios de mercado, técnico y económico-financiero, para evaluar la factibilidad de la manufactura en México de calzado de seguridad, empleado por el personal de combate de incendios forestales. Las características del calzado se basaron en especificaciones internacionales. La metodología comprendió el análisis del mercado mexicano, el cual se llevó a cabo por medio de la recopilación de fuentes primarias y secundarias. Para la determinación de la factibilidad técnica, económica y financiera, se consideró el supuesto de una nueva línea de producción en una empresa ya existente; por lo tanto, el estudio técnico se enfocó en identificar los principales componentes del calzado y proponer el proceso. Para la determinación de la factibilidad económica y financiera, se estimaron los indicadores del valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), el punto de equilibrio y el tiempo de amortización de la inversión. Los resultados del estudio de mercado indicaron que en México existe una demanda insatisfactoria que emplea un producto sustituto, el estudio técnico indicó que se cuenta con una industria que tiene la capacidad de manufacturar calzado especializado; sin embargo, es necesario el desarrollo de una suela que cuente con las especificaciones establecidas. Los indicadores económico-financieros señalaron una recuperación de la inversión en corto plazo, con un flujo de efectivo positivo, el VAN mayor a cero y una TIR de 39.36 %. Los resultados de la investigación en conjunto indican que la manufactura de calzado de seguridad en México para combatientes de incendios forestales es un proyecto factible. La investigación propone nuevas oportunidades de negocio para la industria del calzado mexicana, proporcionando información real y precisa del mercado objetivo y de la industria; adicionalmente el estudio contribuye en fomentar la protección del personal que realiza las actividades del combate de incendios forestales, de acuerdo con estándares internacionales.

**Descriptores:** Factibilidad, estudio de mercado, industria del calzado, manufactura en México, protección combatiente de incendios forestales.

### Abstract

An economic and financial feasibility study about the manufacture of wildland firefighting safety footwear in Mexico is presented. Footwear design and performance specifications are based on international standards. An analysis of the Mexican market based on information from primary and secondary sources and the technical feasibility study for the manufacture of the wildland firefighting safety footwear by the Mexican footwear industry is presented based on the premise of a new production line in an already established security footwear factory. Technical feasibility was based in identifying the main components of the wildland firefighting safety footwear, the manufacture process, the machinery, and equipment necessary to manufacture the product here in Mexico. Economic and financial feasibility assessment was based in the estimation of the following indicators: net present value, internal return rate and the equilibrium point. Furthermore, a canvas type business proposal model is included. Results point out that there is an unsatisfied market demand for this type of product since the product manufactured in Mexico does not meet international standards. The feasibility study reports values of 39.36 % Internal Rate of Return (IRR) and 4,195,390.36 Net Present Value (NPV) which indicate a positive feasibility to manufacture wildland firefighting safety footwear in Mexico. This feasibility study opens new opportunities for the Mexican footwear industry, contributing to the fabrication of safety footwear for the wildland firefighter personnel complying with international standards at a competitive cost compared to the imported product here in Mexico, and to also improve the security of the Mexican wildland firefighters and the efficiency to combat wildland fires.

**Keywords:** Feasibility, manufacture, safety footwear, wildland firefighter, wildland fires.

## INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales representan un serio problema a nivel mundial, principalmente por las diversas afectaciones a los ecosistemas. En México, de acuerdo con los datos de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), en los últimos 10 años ocurrieron 7,821 incendios por año; los datos indican que los incendios van en aumento y se pronostica que su control sea cada vez más complicado. El combate de incendios forestales se lleva a cabo, principalmente por personal de CONAFOR, que funge como coordinadora del programa nacional de prevención y control de los incendios forestales; sin embargo, dependiendo de la categoría del incendio se puede requerir la participación de personal de otras instituciones. Por la naturaleza de la actividad del combate de incendios, el personal está expuesto a diversos riesgos, como quemaduras de diferentes grados, intoxicación por humos y asfixia, además de caminar sobre material incandescente, entre otros. Sin duda, el valor más importante durante dicha actividad es proteger la vida humana; por lo tanto, los combatientes necesitan un equipo de protección personal (EPP) básico y especializado que resguarde su seguridad; el cual consiste principalmente en calzado, guantes, pantalón, camisa, cubre cuello, gafas y casco. A nivel internacional existen normas que establecen los requisitos de diseño y especificaciones de desempeño sobre este tipo de EPP, como la ISO-16073 “*Wildland firefighting personal protective equipment-requirements and test methods*” (International Organization for Standardization (ISO), 2011), o la NFPA-1977 “*Standard on protective clothing and equipment for wildland fire fighting*” (National Fire Protection Association (NFPA), 2011). En el caso del calzado, la norma ISO-16073 indica que se deben seguir todos los requerimientos de la norma NFPA-1977. En México, existe una industria del cuero y calzado sólida que ocupa el noveno lugar como productor de calzado a nivel mundial, con un total de 260 millones de pares anuales; por lo que es importante visualizar oportunidades de negocio en mercados específicos (Hernández, 2007), como lo es el EPP que se emplea durante el combate de incendios forestales.

La factibilidad de un proyecto se evalúa para un nuevo negocio, ampliar las opciones de una industria o lanzar un nuevo producto. El proyecto debe evaluarse en términos de negocio, de manera que se asegure que resolverá una necesidad humana eficiente segura y rentablemente. La factibilidad de un proyecto de inversión consiste en realizar tres estudios fundamentales; mercado, técnico y económico-financiero, con el objetivo de determinar la rentabilidad de este (N. Sapag *et al.*, 2014).

Los estudios de factibilidad en la literatura suelen ser de muy diversa índole; por ejemplo, sobre la manufactura de calzado se realizó un estudio de factibilidad de mercado y técnico considerando 7 países; Brasil, China, España, Estados Unidos de Norte América, India, Italia y México, ya que estos países representan en valor y volumen más de 75 % de la producción mundial del calzado. El estudio reportó que existe una demanda satisfecha en cuanto al número de pares de calzado que se ofrecen; sin embargo, la proyección de crecimiento de la oferta es de 4 % anual, mientras que se pronosticó un crecimiento de la demanda de 13 %. También se señaló que el mercado mundial demanda principalmente moda, diseño y calidad, y que la tendencia por tipo de zapato predomina el casual, deportivo y de seguridad. Para el caso específico de México, el estudio de factibilidad técnico sugirió que la industria deberá enfocarse en el desarrollo de tecnología de procesos de construcción y materiales, con la finalidad de reducir sus importaciones y generar mayor competitividad local, nacional e internacional (Rubio, 2006).

En el presente trabajo de investigación, se determina la factibilidad económica y financiera para manufacturar calzado de seguridad, el cual pueda ser empleado como equipo de protección personal durante el combate de incendios forestales en México.

## DESARROLLO

Para determinar la factibilidad económica y financiera de la manufactura de calzado de seguridad en México, para actividades de combate de incendios forestales, se llevaron a cabo los estudios de mercado, técnico y económico-financiero.

### ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado consiste principalmente en la definición del producto, análisis y proyección de la demanda y la oferta (Miranda, 2012). Los resultados del estudio de mercado indican si es recomendable continuar con el análisis técnico, financiero y económico (Sapag *et al.*, 2014). En el presente trabajo se analizó el mercado en México del calzado de seguridad que actualmente se emplea por el personal que participa durante el combate de incendios forestales. El estudio de mercado se llevó a cabo utilizando técnicas de recopilación de datos de fuentes primarias y secundarias (Baeña, 2013). Las fuentes primarias consistieron en la técnica de la encuesta, entrevista y visitas en sitio a empresas con más de 50 años de experiencia en la manufactura de calzado de seguridad; por medio de

solicitudes de información al Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales de México (INAI), consultas vía telefónica y correo electrónico, asistencia a exhibiciones comerciales de productos, como la feria internacional del calzado y artículos de piel y Expo Seguridad México. Las fuentes secundarias se basaron en la revisión bibliográfica científica, consulta de normas nacionales e internacionales, reportes técnicos y el acceso a la base de datos de la Cámara de la Industria del Calzado del estado de Guanajuato. El estudio de mercado se realizó en el año 2019.

#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

La definición del producto es la descripción del objeto que se pretende elaborar, lo cual debe basarse en normas de calidad, materiales a usar para su construcción y especificaciones (Baca, 2010). La descripción del producto en el presente trabajo, calzado de seguridad para combatientes de incendios forestales, se basó en las especificaciones de diseño y desempeño establecidas en la norma NFPA-1977 *"Standard on protective clothing and equipment for wildland fire fighting"*; las cuales se describen a continuación.

#### Requerimientos de diseño:

- a) Los componentes del calzado deberán consistir de al menos los siguientes elementos: suela con tacón o taco, corte o capellada, plantilla y cambrellón o cambrillón. El tubo o caña de la bota debe ser diseñado de forma que proporcione un calce ajustado al pie a fin de que proporcione un adecuado soporte al talón y parte inferior de la pierna (Figura 1).
- b) El frente del tacón o taco deberá tener una altura mínima de 13 mm, con un ángulo entre 90 y 135 grados, respecto de la suela.
- c) La altura del calzado deberá ser de 200 mm mínimo, la cual se deberá determinar del interior de la bota desde el centro de la plantilla sobre el tacón o taco hasta el punto más alto del tubo o caña.
- d) Las partes de metal no deberán penetrar desde el exterior al interior en ningún punto, al menos que se recubran.
- e) Mínimo cuatro ganchos de metal en cada lado del chaleco, si se utilizan.
- f) Los ojillos u ojetes deberán ser a base de acero recubierto, latón macizo, níquel latonado, o níquel.
- g) Todo el hilo expuesto al exterior del calzado deberá ser hecho de fibra inherentemente resistente al fuego.
- h) El calzado deberá estar disponible en las tallas completas y medias.

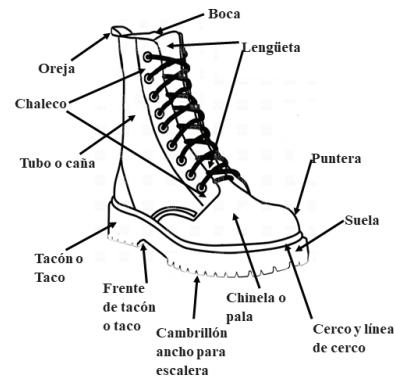


Figura 1. Componentes del calzado de seguridad para combatientes de incendios forestales

#### Especificaciones desempeño:

1. Excluyendo los cordones, ninguna parte del calzado deberá fundirse o delaminarse, y todas sus partes deberán permanecer funcionales.
2. Los componentes de metal, que son inherentemente resistentes a la corrosión, solo deberán mostrar una ligera corrosión u oxidación superficial; los metales ferrosos no deberán mostrar corrosión en la base del metal. Todos los componentes del calzado deberán permanecer funcionales.
3. La resistencia al corte de los componentes, deberá tener una distancia de recorrido de la cuchilla mayor a 25 mm; se deberá tomar la parte más delgada de la construcción superior del calzado (corte o capellada), excluyendo el refuerzo de lengüeta, con todas las capas ordenadas correctamente.
4. El calzado deberá tener una resistencia a la fuerza de punción mayor a 59 N.
5. La suela y tacón del calzado, excluyendo los de las botas con spikes, deberán tener un índice abrasivo mínimo de 100 NBS (National Bureau of Standards).
- 6) La temperatura de la superficie de la suela en el interior del calzado no deberá ser mayor a 44°C.
- 7) La suela y el tacón deberán tener un coeficiente estático de fricción mínimo de 0.5
- 8) Los ojales y broches deberán tener una fuerza mínima de desprendimiento de 294 N.
- 9) El calzado completo junto con los cordones en su lugar no deberá presentar flama por más de 2 segundos, no se deberá fundir o gotear, y no deberá exhibir ninguna quemadura.
- 10) Las etiquetas no deberán ser rasgadas, deberá permanecer en su sitio y deberán ser legibles a simple vista.
- 11) Los hilos de costuras no deberán encenderse, fundirse o carbonizarse.

## CLASIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Para clasificar el calzado de seguridad y que cumpla los requisitos de diseño y especificaciones de desempeño establecidos en la norma NFPA-1977, se analizaron dos factores: el nivel de transformación y el tipo de uso o mercado destino. Para clasificarlo según el nivel de transformación se analizó la tecnología, los materiales y la mano de obra que se requiere para manufacturar el calzado de seguridad. Asimismo para el y para el tipo de usuario se identificó la población objetivo.

## DEMANDA

La demanda se define como la cantidad de un producto que los usuarios están dispuestos a adquirir para satisfacer una necesidad específica. Los resultados del análisis de la demanda, indicarán cuál es el área de oportunidad para el proyecto que se va a realizar (Fischer & Espejo, 2011). El tamaño de la demanda depende del precio que se le asigne, del ingreso de los consumidores, del precio de los bienes sustitutos o complementarios y de las necesidades o preferencias del consumidor (Sapag *et al.*, 2014). El análisis de la demanda en el presente trabajo consistió en los siguientes puntos: a) Identificar las instituciones que participan en las actividades del combate de incendios forestales, b) cuantificar la demanda real y potencial, con base en la participación de las instituciones durante el combate de incendios forestales y c) proyectar la demanda, la cual se realizó mediante las técnicas de analogía histórica y promedio móvil. La principal fuente consultada para identificar las instituciones que participan en las actividades del combate de incendios forestales, fue la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), a través de la Gerencia de Protección Contra Incendios Forestales, quien informó con precisión cuáles son las instituciones que participan durante el combate de incendios forestales. A partir de dicha información se consultó directamente a las instituciones participantes y por medio del INAI en el año 2019 se obtuvieron datos de demanda para los años 2012-2018.

## OFERTA

La oferta se refiere a la cantidad de producto que se pone a disposición del consumidor (Sapag *et al.*, 2014). El análisis de la oferta consistió en identificar las empresas que ofertan calzado de seguridad, si son manufactureras o comercializadoras, la norma de referencia bajo la que se manufactura o comercializa el producto y el precio de venta a nivel nacional.

## ESTUDIO TÉCNICO

Este estudio consistió en evaluar la factibilidad técnica de la manufactura del calzado de seguridad en México, bajo las especificaciones de la norma NFPA-1977. Se identificaron los principales componentes: el proceso, la maquinaria y equipo. De acuerdo con la consulta de proveedores nacionales y extranjeros, y a la asistencia a la feria internacional de proveeduría para la industria del cuero y el calzado, se hizo una propuesta de los principales componentes para el calzado de seguridad para ser funcional, estético y confortable (Davia *et al.*, 2016; Conte *et al.*, 2013). Para definir el proceso de manufactura, maquinaria y equipo, se visitaron empresas con más de 50 años de experiencia en la manufactura de calzado de seguridad, se consultaron fuentes bibliográficas específicas sobre manufactura de calzado, se consideraron las especificaciones que establece la norma NFPA-1977, los comentarios que externaron los combatientes de incendios forestales, quienes fueron entrevistados para conocer los problemas que se les presentan al emplear un calzado no específico para sus actividades, asimismo se consultaron expertos en diseño de calzado. Una de las empresas visitadas fue seleccionada como referencia para realizar el estudio de factibilidad técnica, ya que se caracteriza por desarrollos de calzado de seguridad especializado; por lo tanto, en el estudio técnico se consideró el supuesto para la implementación de una nueva línea de producción haciendo las adecuaciones necesarias al proceso planteado para cumplir con la norma NFPA-1977 y no contempló la adquisición de nueva maquinaria y equipo.

## ESTUDIO ECONÓMICO-FINANCIERO

Para determinar la factibilidad económica-financiera de la manufactura del calzado de seguridad, se consideró a una empresa que se dedica a la manufactura de calzado de seguridad bajo la norma NOM-113-STP y que cuenta con una infraestructura competente, por lo que la manufactura de calzado de seguridad para combatientes de incendios forestales representa un nuevo producto en su catálogo; partiendo de este supuesto, se estimó el VAN, la TIR y el punto de equilibrio de la proyección de la demanda en un periodo de 5 años (Tabla 1), ya que son los principales indicadores de rentabilidad de una inversión (Tato, 2001; Burneo *et al.*, 2016).

**Precio de venta.** Es el costo estimado del calzado de seguridad (por par) que tendrá en el mercado para el cliente. El precio de venta se estimó considerando:

- a) Costo de producción, el cual incluye materiales directos, mano de obra directa y costos indirectos de manufactura.
- b) Costo de administración y ventas.
- c) 20 % de utilidad.
- d) 16 % por el impuesto al valor agregado en México.

**Flujo de fondo.** Se proyectó considerando atender un 32-44 % de la demanda proyectada por año y la capacidad instalada de empresas con gran experiencia en la manufactura de calzado bajo la norma NOM-113-STP. El flujo de fondo reporta los ingresos y egresos estimados, durante un periodo de 5 años consecutivos, incluyendo el periodo inicial.

**VAN, TIR y punto de equilibrio.** El VAN se calculó basándose en el valor actual de todos los movimientos de efectivo que suceden en el flujo de fondo (Palacios, 2005); para ello se fijó una tasa de descuento ( $k$ ) de 8 %, ya que es aproximadamente la tasa de rendimiento al invertir en certificados de la Tesorería de la Federación (CETES) a 91 días. La TIR se estimó encontrando la tasa de rendimiento que iguala el valor presente de los flujos futuros, que se espera que la inversión genere. Técnicamente, la TIR de una inversión es el valor del interés que anula el VAN para un valor de la serie de flujos de caja futuros (Burneo *et al.*, 2016) o simplemente es la tasa de interés que hace que el valor actual neto sea igual a cero (Miranda, 2012). El punto de equilibrio se determinó estimando el nivel de ventas mínimo que iguala los costos totales a los ingresos totales, se calculó dividiendo los costos fijos totales entre el margen de contribución por unidad.

## DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### ESTUDIO DE MERCADO

#### CLASIFICACIÓN DEL PRODUCTO

El calzado de seguridad para combatientes de incendios forestales, se clasificó como producto de especialidad, debido a las estrictas características que debe cumplir en su desempeño, las cuales se deben evaluar por métodos de prueba muy rigurosos, no comunes, y por ser un producto empleado en actividades específicas de alto riesgo (Baca, 2010).

#### ANÁLISIS DE LA DEMANDA

De acuerdo con la Gerencia de Protección Contra Incendios Forestales de CONAFOR, las instituciones que se

identificaron como población objetivo son: CONAFOR, CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), SEDENA (Secretaría de Defensa Nacional), SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), SEGOB (Secretaría de Gobierno), protección civil de los gobiernos estatales y municipales, así como voluntarios quienes están en convenio con CONAFOR.

El estudio de la demanda se realizó en el año 2019, las fuentes consultadas para CONAFOR Y SEDENA se hizo de forma directa en cada institución; para CONANP, SEMARNAT, CONAGUA y SEGOB por medio del INAI; y para protección civil y voluntarios en convenio con CONAFOR, a través de CONAFOR por medio del INAI y se obtuvieron datos de demanda para los años 2012-2018 (Figura 2). Los resultados señalaron que, en la mayoría de los casos, a sus combatientes se les proporciona calzado de seguridad sustituto; ya que se manufactura bajo las especificaciones la norma oficial mexicana NOM-113-STPS. Esta norma establece especificaciones de desempeño que debe cumplir el calzado ocupacional y de protección industrial, sin embargo, no se contempla la protección contra la llama, conducción del calor, la punción y el deslizamiento, que son los principales riesgos a los que se expone el personal que realiza las actividades de combate contra incendios forestales. En la Figura 2 se presenta la demanda del calzado de seguridad por institución y de acuerdo con la norma de referencia. Por otro lado, la demanda se dividió en demanda real y potencial; la demanda real la conforma CONAFOR y CONANP, porque son las principales instituciones que actúan en el combate de incendios forestales, y la demanda potencial está formada por las instituciones auxiliares (SEDENA, SEMARNAT, CONAGUA, SEGOB, protección civil y voluntarios). El análisis de la demanda indicó los principales factores que la afectan como: el precio, el presupuesto de la dependencia, el número de combatientes con el que cuentan las instituciones, la oferta de producto sustituto, el número de incendios y las hectáreas afectadas por año. En México, del año 2012 al 2018, hubo una demanda total de 60,087 pares de calzado de seguridad para combatientes de incendios forestales; sin embargo, se adquirió un bajo porcentaje del calzado manufacturado bajo la norma NFPA-1723, CONAFOR solo adquirió 14 %, CONANP el 5 % y las Instituciones auxiliares no adquirieron este tipo de calzado, por lo que se puede observar claramente que en México existe una demanda insatisfecha, ya que la mayor parte del calzado que se adquirió en esos años es un producto sustituto.

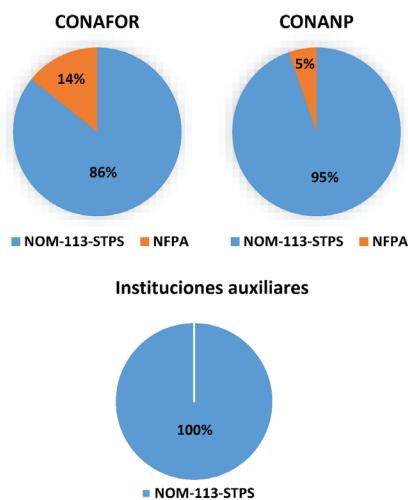


Figura 2. Demanda por institución respecto a la norma de manufactura, de acuerdo con las encuestas realizadas (elaboración propia)

De acuerdo con la información obtenida del año 2012 a 2018, la demanda de cada institución presenta un comportamiento diferente a través del tiempo, por lo tanto, la proyección se calculó por técnicas diferentes. La proyección de la demanda de CONAFOR del calzado bajo la norma NOM-113-STP y NFPA-1977, se realizó mediante la técnica de analogía histórica, ya que fue constante durante el periodo de 2012-2018. Para proyectar la demanda de CONANP y de las instituciones auxiliares del calzado manufacturado bajo la norma NOM-113-STPS, se utilizó el método del análisis de series de tiempo, con la técnica de promedio móvil simple; y finalmente, para el calzado bajo la norma NFPA-1977 de estas instituciones, se aplicó la técnica de promedio móvil ponderado sin tendencia y sin estacionalidad (con un error estimado de 15 %). En la Tabla 1, se presentan los resultados de la proyección de la demanda en número de pares.

Tabla 1. Proyección de la demanda en número de pares

Año	Real (CONAFOR y CONANP)	Potencial (instituciones auxiliares)	Total máxima
2019	5,932	20,006	25,938
2020	6,108	20,105	26,213
2021	6,310	20,153	26,463
2022	6,304	20,136	26,440
2023	6,281	20,138	26,419

#### ANÁLISIS DE LA OFERTA

Se encontró que existen 11 empresas manufactureras mexicanas de calzado de seguridad sustituto bajo la norma NOM-113-STPS, 15 comercializadoras de calzado sustituto importado y de manufacturación nacional y 2 comercializadoras de calzado bajo la norma NFPA-1977. En la Tabla 2, se presenta el precio de venta del calzado de seguridad ofertado a CONAFOR, como referencia para el análisis económico-financiero.

Tabla 2. Precio de venta del calzado de seguridad ofertado a CONAFOR

Ofertante	Año	Precio de venta/par	Norma de referencia
A	2012	≈4,350 MXN (313 USD)	NFPA-1977
B	2013-2016	1,800 MXN	NOM-113-STPS
B	2017	2,168 MXN	NOM-113-STPS

Los principales factores que afectan la oferta son: precio de venta, falta de normatividad en México que regule las especificaciones de diseño y desempeño del calzado de seguridad para combatientes de incendios forestales, disponibilidad de recursos, desarrollo tecnológico y costo de la materia prima e incremento del número de ofertantes. De acuerdo con el análisis de la oferta, en México no se manufactura el calzado de seguridad para combatientes de incendios forestales bajo los requisitos de la norma NFPA-1977, solo es posible adquirirlo por importación.

A pesar del gran número de incendios forestales que ocurren en México, donde el combate de incendios forestales es una actividad de alto riesgo, no existe una normativa que regule la utilización de EPP específico para dicha labor. Sin embargo, el Instituto de Normalización Textil elaboró el proyecto de norma mexicana PROY-NMX-A-16073-INNTEX-2020 "Protección personal contra incendios forestales equipo-requisitos y métodos de ensayos" (basado en la norma ISO-16073), la cual ha sido enviada a la Dirección General de Normas para su revisión. Debido a la importancia que representa salvaguardar al personal que combate los incendios forestales, se conformará un anteproyecto de norma oficial mexicana (NOM) para proponerla a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y a la Dirección General de Normas, para proceder a darle curso conforme a la Ley. De acuerdo con lo anterior, el estudio de mercado indicó que existe una factibilidad de mercado en México, para la manufactura del calzado de seguridad para combatientes de incendios forestales, por lo que fue recomendable realizar el estudio de factibilidad técnica.

## ESTUDIO TÉCNICO

### COMPONENTES DEL CALZADO

Los principales componentes para el calzado de seguridad que se proponen son los siguientes: Forro para tubo o caña, lengüeta, chinela o pala y etiquetas, a base de textil 100 % algodón, resistente a 260 °C, no se funde, no gotea y no se separa, el textil cuenta con la certificación NFPA (fabricante nacional). Ojillos u ojetes de latón/níquel y ganchos de acero con acabado en níquel, los cuales son resistentes a la corrosión (materiales fabricados en México). Hilo para las costuras a base de para-aramida y cordones o agujetas a base de meta-aramida, son inherentemente retardantes a la llama, no funden, ni gotean y son estables a 427-482 °C (materiales de importación con proveedor nacional). Se propone una suela con tacón o taco de caucho-nitrilo, cuenta con la certificación NFPA (no se fabrica en México, proveedor extranjero), cuero para corte o capellada, con un espesor de 1.8-2.2 mm, con propiedad de retardo a la llama, no se funde ni gotea (producido en México).

De acuerdo con la investigación de materiales y proveedores, así también conforme a los datos técnicos, se encontró que la mayoría de los componentes para la manufactura del calzado de seguridad que presentan características de desempeño con posibilidades de cumplir con las especificaciones de la norma NFPA-1977, están disponibles en México; con la excepción de la suela, la cual solo se puede adquirir por importación. Para el desarrollo de la suela en México se recomienda utilizar aditivos retardantes al fuego durante el proceso de vulcanizado; el aditivo hidróxido de aluminio en combinación con borato de zinc o fosforo rojo micro-encapsulado, han mostrado importantes efectos de retardo al fuego y estabilidad térmica en hules para la fabricación de suelas (Guan *et al.*, 2011).

La Figura 3 presenta el proceso general de manufactura de calzado industrial, y la Figura 4 muestra el proceso de montado que se propone tipo *Good Year welt*; ya que de acuerdo con la experiencia de las empresas en manufacturar calzado con las especificaciones de la norma mexicana NOM-113-STP y considerando los requisitos de diseño establecidos en la norma NFPA-1977, el proceso *Good Year welt* involucra las etapas necesarias para que el calzado cumpla con los requerimientos de diseño de dicha norma. Por ejemplo, el montado de este proceso permite unir el corte con el cerco mediante una costura. Una vez que se ha montado el corte o capellada, se coloca la suela y se fija mediante costura *stitcher* uniendo el cerco y la suela. Este tipo de montado *welt* abarca todo el perímetro del calzado (360°) y la suela no

es unida directamente al corte; por lo tanto, el calzado tiene mejor forma de retención que otro tipo de montado, presenta mayor confort, es durable y es muy resistente al agua (Miller, 1976; Chien *et al.*, 2011).

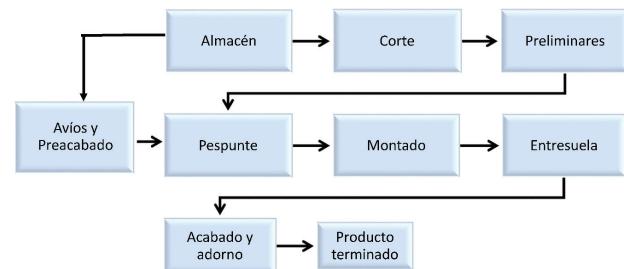


Figura 3. Proceso general de manufactura de calzado industrial (elaboración propia)

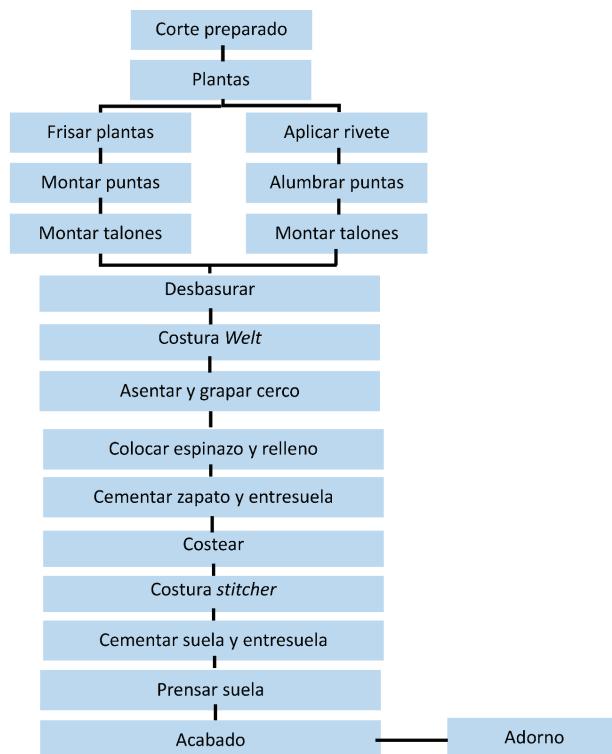


Figura 4. Proceso propuesto de montado tipo *Good Year welt* (elaboración propia)

Nota: los avíos y pre-acabado son los materiales como suela, entresuela, tacón, plantilla, contrafuertes, etc., que necesitan ser preparados para el montado y entresuelado sin necesidad de pasar por los otros procesos, es por eso que su departamento antecesor es el almacén.

Una vez identificados los componentes y las etapas del proceso, se definió la maquinaria y el equipo necesarios para llevar a cabo la manufactura del calzado de seguridad. No obstante que, en México actualmente no se produce el calzado de seguridad adecuado para las actividades del combate de incendios forestales, se mos-

tró gran interés en producir el calzado de seguridad para dicha actividad. El estudio técnico indicó que en una empresa dedicada a la manufactura de calzado industrial, es posible manufacturar el calzado para combatientes de incendios forestales bajo las especificaciones de la norma NFPA-1977.

#### ESTUDIO ECONÓMICO-FINANCIERO

De acuerdo con los resultados de la evaluación financiera, la ecuación 3 indica que el precio de venta estimado para el calzado de seguridad para combatientes de incendios forestales y manufacturado bajo los requerimientos de la norma NFPA-1977, es competitivo y representa un costo al usuario de -13.5 %, respecto al precio de venta del calzado que adquirió CONAFOR en el año 2012 (Tabla 2). Considerando el precio de venta estimado y la meta de cubrir la demanda real, así como una parte de la demanda potencial proyectada, lo que representa mínimo 8,300 y máximo 11,625 pares por año; los resultados del flujo de fondo (Tabla 3), indican un flujo de efectivo positivo a partir del año 1, lo que significa mayores ingresos que egresos. El resultado del cálculo del VAN (Tabla 4) muestra que el VAN es > 0, indicando que la inversión tendría más allá del mínimo de ganancias para una empresa que se dedica a la manufactura de calzado de seguridad sustituto (Weinberger, 2009). La Tabla 4 también indica que el valor de la

TIR es mayor al valor de  $k$  fijado, señalando que la tasa máxima de ganancia anual que se puede obtener por la inversión es mayor al costo del financiamiento. El resultado del cálculo del punto de equilibrio, indicó los números de pares de calzado de seguridad por año, que se deberán producir para cubrir los costos y gastos de operaciones anuales (Ecuación 4), y sobre esta cantidad mínima a producir se generarán utilidades, ya que el valor del punto de equilibrio es menor al número mínimo de pares que se estableció atender de la demanda (8,300), para lo cual se consideró el tiempo de duración de las operaciones y la capacidad de producción como se ha sugerido Reyes *et al.* (2016). Finalmente, el periodo de recuperación de la inversión (Ecuación 5) con valor de 1.1 años implica una ágil recuperación de la inversión, muy acorde con el valor de la TIR, ambos valores manifiestan un beneficio atractivo en el corto plazo.

$$\text{Costo unitario} = \text{costo de producción} + \text{costo administración} \\ \text{y ventas} = 1,286.41 + 6.09 = 1,292.50 \text{ MXN} \quad (1)$$

$$\text{Costo bruto} = \text{costo unitario} / 1 - \% \text{ utilidad} = 1,292.50 / \\ 1 - 0.2 = 1,615.63 \text{ MXN} \quad (2)$$

$$\text{Precio de venta} = \text{costo bruto} + 16\% \text{ impuesto} = 1,615.63 + \\ 258.50 = 1,874.13 \text{ MXN} \quad (3)$$

Tabla 3. Flujo de fondo proyectado en MXN (2019-2023)

Flujo de caja proyectado (en pesos Mexicanos) del 2019 al 2023						
Ítem	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos						
Ventas		15,555,833	17,194,107	18,846,038	20,316,123	21,785,826
Total de ingresos	15,555,833	17,194,107	18,846,038	20,316,123	21,785,826	
Egresos						
Inversión inicial	2,141,488	10,677,583	11,802,101	12,935,992	13,945,064	14,953,874
Agua		1,849	2,044	2,240	2,415	2,590
Luz		16,262	17,975	19,702	21,239	22,775
Mano de obra indirecta		227,871	251,869	276,068	297,602	319,131
Mano de obra directa		450,973	498,468	546,358	588,977	631,584
Costos de administración		3,896	4,306	4,719	5,088	5,456
Costos de ventas		93,360	103,192	113,107	121,929	130,750
Depreciación		10,956	12,110	13,274	14,309	15,344
Impuestos		2,145,632	2,371,601	2,599,453	2,802,224	3,004,941
Total de egresos	2,141,488	13,628,382	15,063,666	16,510,914	17,798,848	19,086,446
Flujo de fondo	-2,141,488	1,927,450	2,130,441	2,335,124	2,517,275	2,699,379

Tabla 4. Cálculo del VAN y TIR

Ítem	Flujo de fondo por periodo (2019-2023)					
	0	1	2	3	4	5
Ingresos totales	15,555,833	17,194,107	18,846,038	20,316,123	21,785,826	
Egresos totales	13,617,426	15,051,555	16,497,640	17,784,538	19,071,102	
Gastos financieros	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	
Depreciación	10,956	12,110	13,274	14,309	15,344	
Tasa de impuestos a la renta	30%	30%	30%	30%	30%	
Flujo de fondo	2,141,488	1,360,622	1,503,869	1,648,311	1,776,852	1,905,360
(i-k) <sup>n</sup>	1.0000	0.9200	0.8464	0.7787	0.7164	0.6591
VAN (k=8%)	2,141,488	2,141,488	1,272,875	1,283,520	1,272,924	1,255,788
		VAN=	4,195,390			
(i-TIR) <sup>n</sup>	1.0000	0.6063	0.3676	0.2229	0.1351	0.0819
		VAN=0	TIR=39.37%			
Resultado	0	824,970	552,855	367,401	240,134	156,128

#### PUNTO DE EQUILIBRIO (PE)

$$PE = \text{Costos fijos totales} / \text{Precio de venta} - \text{costo variable} = 4,379,700.48 / (1,874.13) - (1,261.12) = 7,144.6 \text{ pares/año} \quad (4)$$

#### PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PRI)

$$PRI = a + ((b / c/d)) = 1 + 2,141,487.92 - 1,927,450.25 / 2,130,441.12 = 1.1 \text{ años} \quad (5)$$

Donde:

- (a) = año inmediato anterior en que se recupera la inversión
- (b) = inversión inicial
- (c) = flujo de efectivo acumulado del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión
- (d) = flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión

El supuesto en el que se basó el estudio económico-financiero, sobre una nueva línea de producción de una empresa dedicada a la manufactura de calzado industrial, impactó significativamente al eliminarse los costos de inversión por infraestructura, lo cual afectó positivamente a la TIR y al PRI.

#### CONCLUSIONES

En el presente trabajo se determinó la factibilidad de la manufactura de calzado de seguridad en México para combatientes de incendios forestales. La investigación comprendió el estudio de mercado, técnico y económico-financiero. Los resultados del estudio de mercado indicaron que en México existe una demanda insatisfactoria, ya que las dependencias encargadas del combate contra incendios forestales, proporcionan a los combatientes calzado de seguridad sustituto, es decir, que no tiene las características para la protección del personal. También mostró que en México no se manufactura el calzado de seguridad para combatientes de incendios forestales bajo las especificaciones de la norma NFPA-1977, solo es posible adquirirlo por importación y a un elevado costo comparado con el calzado de seguridad estándar, sin embargo, este calzado que se emplea actualmente, en su mayoría no cumple con los estándares internacionales y pone en riesgo la integridad del personal que colabora en combates de incendios forestales, lo cual representa un reto y una oportunidad para la manufactura de calzado mexicana. El estudio técnico señaló que en México existe una industria del calzado sólida, la cual cuenta con la capacidad técnica y de infraestructura para la manufactura del producto; sin embargo, en cuanto a los materiales es necesario desarrollar una suela que cumpla con las especificaciones requeridas para no importar la suela y generar mayor compe-

titividad. De acuerdo con el estudio económico-financiero, se estima un precio competitivo; los indicadores VAN, TIR y PRI señalan que el proyecto para implementar una nueva línea de producción de un producto especializado es notablemente factible para una empresa dedicada a la manufactura de calzado industrial. El estudio de factibilidad indica que existe una gran oportunidad para la industria del cuero y calzado en México, para impulsar la manufactura del calzado de seguridad para combatientes de incendios forestales, particularmente en empresas existentes y así contribuir en la sociedad con la protección contra el fuego del personal que se dedica a dicha labor.

## REFERENCIAS

- Baca, G. (2010). *Evaluación de proyectos*. 7. McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A. de C.V.
- Baena, G. (2013). *Instrumentos de Investigación*. México: Editores Mexicanos Unidos, S.A.
- Burneo, S., Vittore, R. D. & Vérez, M. A. (2016) Estudio de factibilidad en el sistema de dirección por proyectos de inversión. *Ingeniería Industrial*, 37(3), 305-312.
- Chien, Yen Y., Galli, J. & Cataldo, C. (2011). Footwear structure and method of forming the same. United States Patent and Trademark Office. US 20110099852 A1.
- Conte, G., Facchino, I., Marziali, M. & Mazzocchetti, L. (2013). An innovation process in the marking of lasts for the footwear industry. *Int J Adv Manuf Technol.* (69), 1605-1617.
- Davia, M., Jimeno, A. & Salas, F. (2016). A new methodological approach for shoe sole design and validation. *Int J Adv Manuf Technol.* (86), 3495-3516. <http://dx.doi.org/10.1007/s00170-016-8427-5>
- Fischer de la Vega, L. E. & Espejo, J. (2011). *Mercadotecnia* 4. México: McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A. de C.V.
- Guan, L., Zhong, N. & Chang, S. (2011). Lightweight, flame retardant and rubber foaming sole material and manufacturing method thereof. China leather and footwear Ind Res Inst. CN102311588A.
- Hernández, E. P. (2007). Retos y perspectivas de la industria mexicana del calzado ante la apertura comercial. *Espiral, estudios sobre Estado y Sociedad*, 14(40), 95-122. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-05652007000100004&lng=es&tlang=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-05652007000100004&lng=es&tlang=es).
- International Organization for Standardization. (2011). Wildland firefighting personal protective equipment-requirements and test methods. ISO-16073.
- Miller, R. G. (1976). *Manual of shoemaking* 2. Bristol (United Kingdom): C&J Clark Ltd.
- Miranda, J. J. (2012). *Gestión de proyectos* 7. Bogotá (Colombia): MM Editores.
- National Fire Protection Association. (2011). Standard on protective clothing and equipment for wildland fire fighting. NFPA-1977.
- Palacios, L. E. (2005). *Gerencia de proyectos: un enfoque Latino* 3. Caracas (Venezuela): Universidad Católica Andrés Bello.
- Reyes, J. P., Aldas, D. S., Morales, L. A. & García, M. G. (2016). Evaluación de la capacidad para montaje en la industria manufacturera de calzado. *Ingeniería Industrial*, 37(1), 14-23. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59362016000100003&lng=es&tlang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362016000100003&lng=es&tlang=es).
- Rubio, C. (2006). *PROCIC3+ Visión 2020*. México: Cámara de la industria del calzado del Estado de Guanajuato.
- Sapag, N., Sapag, R. & Sapag, J. M. (2014). *Preparación y evaluación de proyectos* 6. México, McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A. de C.V.
- Tato, M. C. (2001). El valor actual neto (VAN) como criterio fundamental de evaluación de negocios. *Economía y Desarrollo*, 1, 128, 180-194.
- Weinberger, K. (2009). *Plan de negocios, herramientas para evaluar la viabilidad de un negocio* 1. Lima (Perú): USAID.

**Cómo citar:** Gómez-Fuentes, I. Y., Sánchez-Olivares, G., Bautista-Rodríguez, C. M. & Calderas-García, F. (2021). Estudio de factibilidad de manufactura en México: Calzado para el combate de incendios forestales. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 22 (04), 1-10. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2021.22.4.030>