

# Open Minds

## Internacional Journal

Acceptance date: 10/09/2025

### ELABORACIÓN DE PROTOTIPO DE UN MARCO PARA PRUEBAS DE MURETE DE MAMPOSTERÍA EN COMPRESIÓN DIAGONAL, PILAS Y PIEZAS, PARA PRÁCTICAS DE CONTROL DE CALIDAD DEL PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA CIVIL DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TEPIC

---

***Fernando Aguirre Camacho***

Tecnológico Nacional de México, plantel  
Instituto Tecnológico de Tepic

***Fernando Treviño Montemayor***

Tecnológico Nacional de México, plantel  
Instituto Tecnológico de Tepic

***Carlos Alberto Hoyos Castellanos***

Tecnológico Nacional de México, plantel  
Instituto Tecnológico de Tepic

***Martha Patricia Hernández Beltrán***

Tecnológico Nacional de México, plantel  
Instituto Tecnológico de Tepic

***Miriam Villanueva Macías.***

Tecnológico Nacional de México, plantel  
Instituto Tecnológico de Tepic

All content in this magazine is  
licensed under a Creative Com-  
mons Attribution License. Attri-  
bution-Non-Commercial-Non-  
Derivatives 4.0 International (CC  
BY-NC-ND 4.0).



**Resumen:** El presente artículo presenta la propuesta de la elaboración de un equipo para realizar pruebas a elementos de mampostería, tales como muretes, pilas y piezas simples, como un medio de control de calidad. El equipo se desarrolló para que los alumnos y docentes de Ingeniería Civil del Tecnológico Nacional de México plantel Instituto Tecnológico de Tepic, realicen prácticas de laboratorio y adquieran las competencias requeridas para su formación.

Actualmente el ámbito de la construcción se encuentra limitado en la necesidad de conocer las propiedades y el comportamiento de diversos materiales y con ello garantizar la seguridad del usuario y prolongar la vida útil de la infraestructura. Es por ello que surgió la necesidad de implementar una herramienta o equipo que cumpla con las necesidades anteriormente citadas, considerando la reducción de costos de fabricación, mantenimiento y operación del mismo, para lo cual se elaboró un prototipo de una prensa donde se incluyen estudios técnicos, de factibilidad económica para su manufacturación y comercialización, con el fin de contar con una prensa automatizada, digital y fácil de utilizar.

La metodología de su utilización considera las normas y procedimientos estandarizados vigentes para la realización de ensayos y pruebas de muros de mampostería sometidos a compresión diagonal, así como a pilas y piezas, con el fin de obtener su módulo de elasticidad y de cortante respectivos.

**Palabras clave:** Prototipo; estudio de mercado y económico; estudio de manufactura

## INTRODUCCIÓN

La ingeniería civil es la disciplina encargada principalmente de planear, realizar estudios técnicos, diseñar, construir, mantener y conservar la infraestructura que la sociedad requiere, y es de vital relevancia que todos

los elementos empleados en la construcción deban ser sometidas a diversas prueba de control de calidad; en este documento nos enfocaremos específicamente en determinar algunas propiedades mecánicas de muros de mampostería, los cuales están constituidos de piezas prismáticas de piedra artificial, que pueden ser macizas o huecas unidas por un mortero aglutinante, comúnmente denominados tabiques, ladrillos o bloques que pueden ser fabricados con arcilla comprimida, extruida sometida a cocción o con materiales pétreos y cementantes, entre los que el más común es el cemento hidráulico (Onncce NMX-C-404, 2012).

Por ello la importancia de monitorear el control de calidad de materiales para la construcción, proponiendo para ello un marco ó prensa para realizar pruebas o ensayos para muros de mampostería, pilas o pieza sujetos a compresión simple y compresión diagonal, mismas que regularmente suelen ser de elevados costos y ocupar grandes espacios donde suelen instalarse para su operación, lo que las hace ser a veces un poco imprácticas y de difícil acceso a ellas.

Para lo cual este proyecto tiene como objetivo desarrollar un paquete tecnológico (PT) para la evaluación de muretes de mampostería, pilas o piezas, empleando una prensa especializada que considera los conocimientos científicos, comerciales, procesados y sistematizados, con el fin de implementar, operar, producir y distribuir de manera eficiente y mejorada este tipo de herramientas; apegándose en todo momento para ello a las normas y leyes vigentes. Se contemplaron además aspectos fundamentales como la factibilidad económica, a través de un estudio de mercado y de manufactura

## METODOLOGÍA

Esta propuesta tiene el objeto de utilizar conocimientos sobre procedimientos de prueba establecidos y generalmente aceptados para diseñar una prensa a base de un marco de pruebas o ensayos para pilas y muretes de mampostería elaborada a base de tabiques, con el fin de contribuir a la obtención de información sobre el comportamiento estructural de edificaciones construidas a base de muros de carga de esos mismos materiales. Se propone obtener el diseño de un prototipo que fortalezca el conocimiento sobre el comportamiento de los materiales y elementos constructivos de muros estructurales a base de mampostería de tabique o block junteados con mortero. Se pretende desarrollar este diseño de prototipo a partir de una prensa recientemente construida en el TecNM Instituto Tecnológico de Tepic de operación manual y analógica, a la cual se le implementará un sistema de diversos instrumentos para automatizarla y digitalizarla, de tal forma que su operación sea eficiente y con facilidad de manipulación, además de emplear una metodología para establecer su factibilidad o viabilidad económica, manufacturación y comercialización, lo cual será dirigido al sector productivo, tanto de la iniciativa privada como organismos gubernamentales, sociedades profesionales grupos de investigación científica y/o tecnológica, y el sector académico; esto además, fortalecerá la línea de investigación de Tecnología de materiales e ingeniería estructural, por lo que es una investigación aplicada y desarrollo (Línea de investigación registrada ante el TecNM del programa educativo de ingeniería civil del Instituto Tecnológico de Tepic).

Las actividades comienzan con el estudio analítico sobre la viabilidad y/o factibilidad económica y financiero del mercado donde se pretende comercializar el equipo: primeramente, realizando un análisis

preliminar del proyecto, estudio de los posibles consumidores, verificar, valorar y evaluar los instrumentos tecnológicos que sean factibles a emplear, tales como manómetros digitales, extensómetros, mangueras, cables, etc., y que se adapten a las necesidades del proyecto y obtener finalmente el diseño del prototipo del equipo o prensa según lo planeado.

Posteriormente a través de estudios de ingeniería industrial, analizar y evaluar la factibilidad de manufactura del equipo, considerando para ello los planos a detalle del prototipo de prensa, manuales de fabricación, operación y mantenimiento.

Para esta investigación se atenderán los procedimientos de prueba establecidos en la normatividad aplicable vigente, para obtener el comportamiento estructural de los componentes como las piezas de mampostería, morteros, pilas y muretes.

## JUSTIFICACIÓN

Actualmente en el mercado nacional se cuenta con prensas para poder realizar ensayos o pruebas a muros de mampostería, los cuales son de elevado costo para su adquisición y regularmente requieren de grandes espacios para su operación. En esta proyecto se pretende lograr un diseño de prensa para realizar este tipo de pruebas o ensayos a partir de un prototipo recientemente construido en TecNM Instituto Tecnológico de Tepic que opera de manera manual, y a partir de este lograr un diseño automatizado y digitalizado, el cual pueda adquirirse a un menor costo, además de práctica, eficiente y requiera menor espacio para su operación, objetivo que se pretende lograr a través de la realización de estudios técnicos, de factibilidad económica para su manufacturación y comercialización; pretendiendo lograr con esto una prensa automatizada, digital y fácil de utilizar.

Actualmente en el TecNM Instituto Tecnológico de Tepic se cuenta con la línea

de investigación Tecnología de materiales e ingeniería estructural del Cuerpo Académico en consolidación ITEP-CA-5, y se han estado realizando proyectos para caracterizar las piezas de mampostería más utilizadas en la región, comprendida principalmente por el estado de Nayarit y la zona costera poniente del estado de Jalisco, que circunda a la Bahía de Banderas: Puerto Vallarta y Nuevo Nayarit.

En este proyecto de investigación aplicó la normatividad y reglamentos locales y que tiene relación con el tema que nos ocupa sobre diseño y construcción de estructuras de mampostería, así como diseño por sismo. A esta se sumarían las normas mexicanas NMX relacionadas con piezas para muros de mampostería, morteros para pegue, así como las que especifican la caracterización y ensaye de piezas, pilas y muretes de mampostería.

Cabe citar que en el Instituto se cuenta con prensas para el ensaye a compresión de piezas y pilas de hasta 40 cm de altura, sin embargo, la resistencia al cortante de la mampostería necesaria para confirmar (según los reglamentos) la aptitud de las edificaciones a base de muros estructurales de resistir las cargas verticales en combinación con eventuales cargas laterales de origen sísmico, requieren de la prueba de resistencia a la compresión diagonal de muretes; así como la determinación de los desplazamientos horizontales esperados bajo tales condiciones requieren la determinación de la rigidez al cortante. El equipo que se desarrolló con esta propuesta cumple esta finalidad.

## **MARCO TEÓRICO**

De acuerdo a la norma NMX-C-464-ONNCCE-2010 Industria de la Construcción - Mampostería - Determinación de la Resistencia A Compresión Diagonal y Módulo de Cortante de Muretes, así Como Determinación de la Resistencia A Compresión y Módulo de Elasticidad de Pilas

de Mampostería de Arcilla O de Concreto - Métodos de Ensayo; será la base para el desarrollo del diseño de la prensa marco para pruebas de murete de mampostería en compresión diagonal, pilas y piezas.

En la actualidad en el mercado nacional relativo a la adquisición de equipo de laboratorio para la determinación de las propiedades mecánicas, físicas, químicas, etc. de los diversos materiales y elementos compuestos empleados en la industria de la construcción, donde dichos equipos tienen como fin el llevar a cabo el control de calidad de los diferentes procesos constructivos, la elaboración de proyectos estructurales, asimismo el tener herramientas y/o equipos para el desarrollo de la investigación científica y/o tecnológica, además del uso académico donde nos desenvolvemos hoy por hoy como docentes universitarios. Donde en ocasiones es complicado lograr la adquisición de alguno de los equipos para realizar los ensayos o pruebas a los materiales y elementos constructivos citados en cuestión, además de que sus costos son muy elevados.

Es por ello que a partir de una prensa o marco recientemente fabricado en el Tecnológico Nacional de México plantel Instituto Tecnológico de Tepic, el cual opera actualmente de manera manual se pueda realizar el diseño de un equipo automatizado y digital, y a su vez realizar un estudio de factibilidad económica para su comercialización.

En México la normatividad relacionada con las estructuras de mampostería la constituyen las normas mexicanas NMX y las Normas técnicas complementarias del Reglamento de construcciones de la Ciudad de México NTC CdMX. Las que tienen influencia en el diseño del marco de prueba objeto de esta propuesta son las siguientes.

- NMX - C - 404 - ONNCCE - 2012. Industria de la construcción-bloques, tabiques o ladrillos y tabiques para uso estructural – especificaciones y métodos de prueba. Establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir los bloques, tabiques (ladrillos) y tabiques para uso estructural en las edificaciones.
- NMX - C - 036 - ONNCCE - 2013. Industria de la construcción – bloques, tabiques o ladrillos, tabiques y adoquines – resistencia a la compresión – método de prueba. Esta norma mexicana establece el método de prueba para la determinación de la resistencia a la compresión de bloques, tabiques o ladrillos, tabiques y adoquines fabricados de concreto, cerámica, arcilla y otros materiales para la construcción.
- NMX - C - 464 - ONNCCE - 2010 Industria de la construcción- Mampostería- Determinación de la resistencia a compresión diagonal y módulo de cortante de muretes, así como determinación de la resistencia a compresión y módulo de elasticidad de pilas de mampostería. Esta norma establece los procedimientos de prueba para determinar las características de resistencia y comportamiento esfuerzo-deformación de pilas y muretes de mampostería, que es el objeto central de aplicación del desarrollo del marco de prueba de esta propuesta.
- NTC Mampostería. Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería del Reglamento de construcciones de la Ciudad de México. Estas normas son las que rigen la construcción de edificaciones de mampostería y por su desarrollo son

adoptadas por las reglamentaciones locales. (Gobierno de la Ciudad de México, 2020)

## DESARROLLO DEL PROYECTO

Como anteriormente se ha citado, actualmente, el ámbito de la construcción se encuentra limitado por la necesidad de conocer las propiedades y el comportamiento de diversos materiales o elementos constructivos, y con ello garantizar la seguridad de los usuarios y la vida útil de la infraestructura; y muchas veces debido a varios factores como la limitación de los recursos financieros por parte de los diferentes entes que tienen la corresponsabilidad de verificar estos aspectos, tanto del sector privado, gubernamental, asimismo, como del ámbito en la investigación científica y tecnológica o educativa; y con el fin de lograr lo anteriormente expuesto se ha intentado encontrar en el mercado nacional equipos de control de calidad que reúnan las especificaciones técnicas para ello, y no encontramos proveedores que nos ofrezcan dicho equipo, pues se tendría que adquirir sobre pedido y con costos bastante elevados, por lo que optó por elaborar en nuestro laboratorio de ingeniería civil el prototipo del marco en cuestión, y solventar de alguna forma esta situación.

Para determinar los requerimientos técnicos para la adaptación de la prensa existente con el nuevo equipo de instrumentación para que el equipo sea automatizado y digital, se realizaron considerando las normas técnicas aplicables para tal fin.

Asimismo, se elaboraron estudios de factibilidad económica para su comercialización y manufacturación, obteniéndose los siguientes resultados:

# **RESUMEN EJECUTIVO SOBRE LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA**

## **OBJETIVO GENERAL**

Recopilar datos del mercado donde se pretende comercializar el equipo de paquete tecnológico de un marco para pruebas de murete de mampostería en compresión diagonal, pilas y piezas en todo el país de México, especialmente en el sector académico.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Evaluar la percepción de los posibles clientes.

Establecer expectativas de demanda.

## **DECLARACIÓN CONCISA DEL MÉTODO**

En la investigación llevada a cabo se utilizó el método descriptivo, con el cual primero se recolectó información sobre el mercado nacional relativo a la adquisición de equipo de laboratorio para la determinación de las propiedades mecánicas, físicas, químicas, etc., para posteriormente realizar una investigación exhaustiva de las universidades que ofrecen la licenciatura o ingeniería civil del país en México, dando como resultado 182 universidades o institutos y sus distintos campus, de esto se tomó una muestra para realizar un estudio de mercado, realizando encuestas a nuestro mercado de consumo, se hicieron digitales por medio de un documento en Google Forms, obteniendo información sobre qué institución respondía y el encargado de la carrera o representante.

## **RESUMEN DE RESULTADOS CLAVE**

De acuerdo a la encuesta realizada, se obtuvo el siguiente resumen de resultados clave a considerar:

El público objetivo principal se encuentra

en las universidades que cuenten con la carrera de licenciatura en ingeniería civil, el 75% de los encuestados no tienen un marco para ensayos de compresión diagonal de mampostería propio, de los pocos que lo tienen 2 son propios y presentan fallas por faltas de mantenimiento y fondos para un sistema, la carga de materias que requieren este equipo no es tan representativa pero la mayoría de instituciones están muy interesados en obtener un equipo ya que les servirá de bastante ayuda a los estudiantes favoreciendo así la experiencia estudiantil, el factor que sobresale para la adquisición es el precio y la eficiencia que son puntos a resaltar y su precio debe rondar entre \$300,000.00 a \$400,00.00.

## **RESUMEN EJECUTIVO SOBRE LA FACTIBILIDAD DE MANUFACTURA Y COSTEO DEL PROTOTIPO**

Una vez realizado el estudio sobre la viabilidad y/o factibilidad económica y financiero del mercado, posteriormente se realiza el análisis y evaluación con respecto a la factibilidad de manufacturación y costeo del equipo, considerando para ello los planos a detalle del prototipo de prensa.

Para ello apoyándose en dibujos del despiece del prototipo se consideró el siguiente análisis.

## **COSTO DE MANO DE OBRA**

Para este caso se consideraron dos opciones, en la primera se contempla sólo el costeo por peso de la máquina; y en el segundo caso se contempla un porcentaje del costo del material de un 70%. En ambos casos NO se considera el costo de la bomba y accesorios electrónicos.

## COSTO DE MANO DEL MATERIAL

Marco				
Material	Piezas	Medidas	Precio	Peso KG
Placa de Acero 1/2"	2	372.8mmX100mm	\$679.09	3.7
Oreja de sujeción e izaje 1/2"	5	1/2"		
Canal CPS 10"	2	2390mm	\$10,263.00	50.8

Subtotal: **\$10,942.09** Subtotal Marco

## Bomba Hidráulica

Material	Piezas	Medidas	Precio	Peso KG
Bomba eléctrica	1	120T	\$75,400.00	
Manómetro digital			\$23,900.00	
Recolección y entrega marco y prensa			\$16,000.00	
Placa 1/4"	1	360mmX254mm	\$454.02	4.51
Angulo 3/4"X1/8"	2	270mm	\$56.67	0.514

Subtotal: **\$115,810.69**

## Esquineros para muro

Material	Piezas	Medidas	Precio	Peso KG
Pieza 1				
Placa de Acero 1/2"	2	210mmX216mm	\$579.18	8.9
Pieza 2				
Placa de Acero 1/2"	2	210mmX200mm	\$579.18	8.42
Pieza 3				
Placa de Acero 1/2"	2	210mmX306.3mm	\$1,358.18	12.8
Pieza 4				
Placa de Acero 1/2"	4	106.44mmX210mm	\$1,158.36	8.96

Subtotal: **\$3,674.90**

## Sujeción de Muro

Material	Piezas	Medidas	Precio	Peso KG
Pieza 1				
Angulo 3/4"x1/8"	1	900mm	\$56.67	3.64
Perforaciones				
Tuerca 1/4"	32		\$33.92	0.64
Esparrago 1/4"	8	250mm	\$56.56	0.05
Pieza 2				
Angulo 3/4"x1/8"	1	900mm	\$56.67	3.64
Perforaciones				
Tuerca 1/4"	32		\$33.92	0.64
Esparrago 1/4"	8	250mm	\$56.56	0.05

Subtotal: **\$294.30**

## Carro para muro

Material	Piezas	Medidas	Precio	Peso KG
Angulo 2"x3/16"	1	1000mm	\$108.33	7.21
Cortes				

Esparrago 3/8"	1	250mm	\$40.00	0.14
Rondana 3/8"	2		\$1.48	0.02
Tuerca 3/8"	2		\$4.42	0.04
Tornillo 1/4"	20		\$37.60	0.3
Rondana 1/4"	20		\$10.20	0.1
Tuerca 1/4"	20		\$21.20	0.2
Llanta para carro de muro 4"	4		\$1,119.00	4
Perforaciones				
Tablón de Madera 9"	1	1200mmx50mmx228.6mm	\$350.00	119.274

Subtotal: **\$1,692.23**

Total: (Incluye acero, bomba y accesorios electrónicos)	<b>\$ 132,414.21</b>
--	----------------------

### Opción 1:

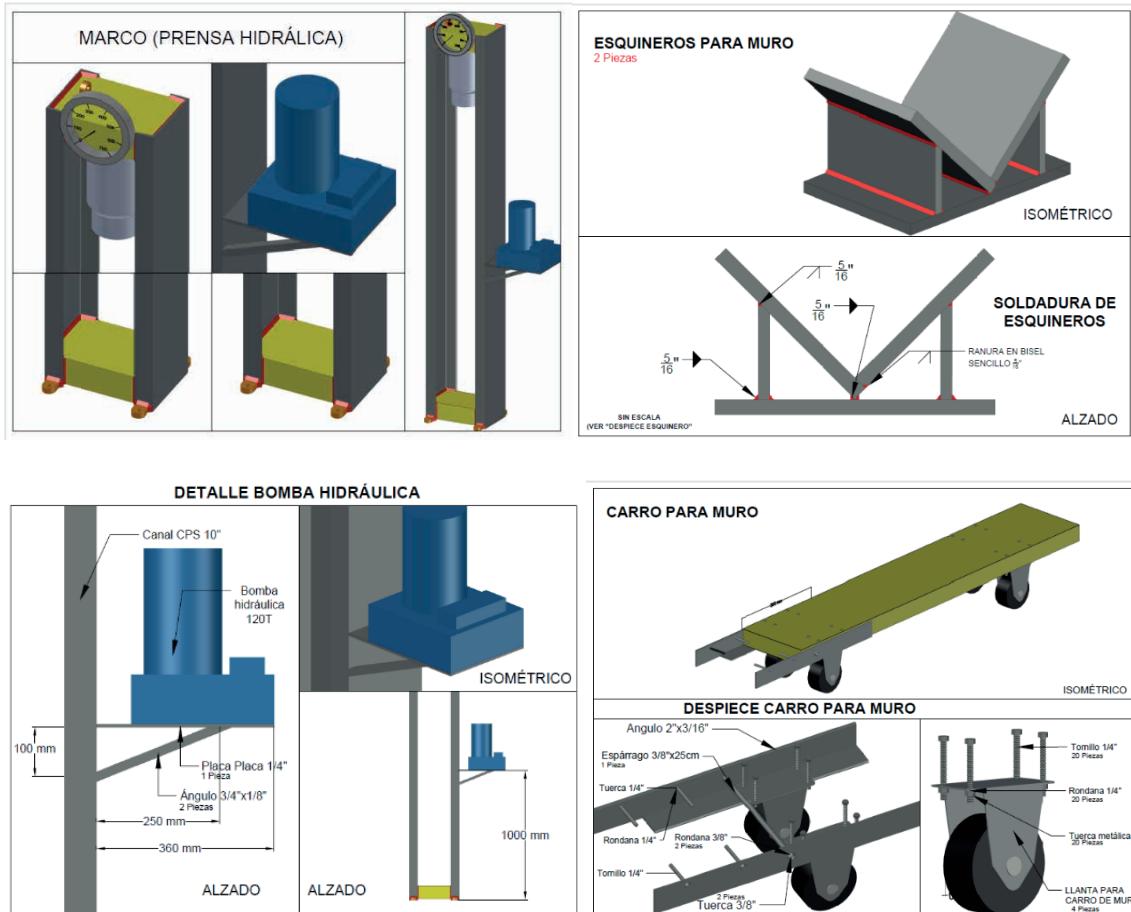
Mano de Obra Opción 1	\$23,854.80	Consiste en el costeo por peso de la máquina. Este costo NO considera la bomba y accesorios electrónicos.
-----------------------	-------------	---

Subtotal	\$156,269.00	(Incluye acero, cortes, soldadura, bomba y accesorios para el correcto funcionamiento del marco)
IVA	\$25,003.04	
Total	<b>\$ 181,272.04</b>	<b>COSTO TOTAL DE PROTOTIPO CON LA OPCIÓN 1 DE M.O.</b>

### Opción 2 :

Mano de Obra Opción 2	\$11,979.94	Es un porcentaje del costo del material de 70%. Este costo NO considera la bomba y accesorios electrónicos.
Subtotal	\$144,394.15	(Incluye acero, cortes, soldadura, bomba y accesorios para el correcto funcionamiento del marco)
IVA	\$23,103.06	
Total	<b>\$ 167,497.21</b>	<b>COSTO TOTAL DE PROTOTIPO CON LA OPCIÓN 2 DE M.O.</b>

## DESPIECE DEL PROTOTIPO



## IMÁGENES DEL PROTOTIPO REALIZANDO PRUEBAS EN EL LABORATORIO





ENSAYE DE MURETE



EXTENSÓMETRO EN ENSAYE DE MURETE



MURETE PARA ENSAYE



PILA PARA ENSAYE

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

En relación a la **factibilidad económica y de manufactura** se concluye que el estudio de mercado con N de población total representando 182 universidades y sus campus, obtuvimos las 12 respuestas que se requieren a partir de la fórmula implementada por lo cual se ve la viabilidad de las respuestas, así mismo siendo mayoría las instituciones que no cuentan con disponibilidad de acceso a un marco de pruebas de mampostería para sus estudiantes se ve la necesidad de obtener este tipo de equipos, igualmente solo el 16.66% de los encuestados cuentan con equipo propio mientras otra institución solo tiene acceso a él, 2 de las 3 respuestas tienen problemas con el equipo y solo 1 no, se piensa que son de buena calidad por lo que se recomienda tener una calidad buena en el equipo de nueva creación, al igual un fácil mantenimiento del equipo ya que una causa del problema que presentan estos equipos según las repuestas

son problemas de mantenimiento y falta de fondos para completar el sistema, ahí se observa un punto de mejora que se puede implementar en el nuevo equipo un sistema ya integrado.

Las cargas de materias académicas que requieren prácticas con un marco de mampostería no son en abundancia, pero sí representan 0-25% en su mayoría, pero el 50% de estos encuestados piensan que les favorece este equipo bastante siendo esta la calificación suprema y posterior 50% mucho, resalta la aceptación con un 58.3% que se encuentra muy interesado, se aconseja contactar las universidades interesadas y poder hacer una venta anticipada. Según los resultados se recomienda que estos equipos en vista de la percepción de los posibles clientes cuenten con un precio accesible, que sea eficiente, que tenga calidad, que el tamaño sea ideal y tenga un fácil mantenimiento, todo esto da pauta para cumplir con sus expectativas y así poder

cubrir la mayoría del mercado. Cumpliendo con todas las características anteriores se sugiere que su precio ronde entre \$300,000.00 a \$400,000.00.

Después de haber realizado el estudio de la manufacturación, el cual incluye el costo, consideramos que costo final del marco incluyendo el impuesto al valor agregado (I.V.A.), en términos de redondeo será de \$180,000.00 m.n.

## ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD DE MANUFACTURACIÓN DEL MARCO

Respecto a la factibilidad de manufacturación del marco, después de haber realizado el estudio de la manufacturación, el cual incluye el costeo, consideramos que costo final del marco incluyendo el impuesto al valor agregado (I.V.A.), en términos de redondeo será de \$180,000.00 m.n.

Por todo lo anteriormente expuesto, consideramos que sí es factible la fabricación de este prototipo (marco de pruebas), para su empleo en ámbito de la construcción.

## REFERENCIAS

NMX-C-404-ONNCCE-2012. Industria de la construcción-bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural – especificaciones y métodos de prueba. Establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir los bloques, tabiques (ladrillos) y tabicones para uso estructural en las edificaciones.

NMX-C-036-ONNCCE-2013. Industria de la construcción – bloques, tabiques o ladrillos, tabicones y adoquines – resistencia a la compresión – método de prueba. Esta norma mexicana establece el método de prueba para la determinación de la resistencia a la compresión de bloques, tabiques o ladrillos, tabicones y adoquines fabricados de concreto, cerámica, arcilla y otros materiales para la construcción.

NMX-C-464-ONNCCE-2010 Industria de la construcción- Mampostería- Determinación de la resistencia a compresión diagonal y módulo de cortante de muretes, así como determinación de la resistencia a compresión y módulo de elasticidad de pilas de mampostería. Esta norma establece los procedimientos de prueba para determinar las características de resistencia y comportamiento esfuerzo-deformación de pilas y muretes de mampostería, que es el objeto central de aplicación del desarrollo del marco de prueba de esta propuesta.

NTC Mampostería. Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería del Reglamento de construcciones de la Ciudad de México. Estas normas son las que rigen la construcción de edificaciones de mampostería y por su desarrollo son adoptadas por las reglamentaciones locales. (Gobierno de la Ciudad de México, 2020) Analuisa Tonato, E. A. (Agosto de 2017). Implementación de un módulo didáctico de fluido hidráulico para la visualización y análisis de pérdida de fricción en tuberías en el laboratorio de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi periodo 20217. *Proyecto de Investigación*. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi.

Benítez Cadena, V. M., & Zalamea Balladares, J. M. (Octubre de 2003). Construcción de un módulo didáctico de control de nivel de líquidos. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional - Escuela de Ingeniería.

Ladino Torres, A. L., & Tejeiro Roa, K. A. (2021). Elaboración de un Tablero Didáctico de Instalaciones Hidráulicas para vivienda como herramienta pedagógica para el Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Cooperativa de Colombia Sede Villavicencio. Villavicencio, Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia.

Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Tepic. (2024). *Instituto Tecnológico de Tepic*. Obtenido de Contenido de la materia Instalaciones en Edificios: [https://st03.tepic.tecnm.mx/files/asignaturas/ICD-1021\\_INSTALACIONES\\_EN\\_LOS\\_EDIFICIOS.pdf](https://st03.tepic.tecnm.mx/files/asignaturas/ICD-1021_INSTALACIONES_EN_LOS_EDIFICIOS.pdf)