



Universidad modelo

Escuela de Ingeniería

Materia

Proyectos VI

Docente

Luis Enrique Salazar Hernández

Generador eléctrico alimentado por hidrógeno

Integrantes:

Barrera García Roberto

Novelo Novelo Yoav

Martínez Coto Eric

Parra Raz Francisco

Alvarado Tobilla Eduardo

Fecha de entrega

15/12/2023

INDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN.....	4
MARCO TEÓRICO	5
HIDRÓGENO	5
CELDA DE HIDRÓGENO	6
BATERÍAS	8
GENERADORES ELÉCTRICOS.....	10
METODOLOGÍA	11
SISTEMA GENERADOR ELÉCTRICO ALIMENTADO POR HIDRÓGENO	11
<i>Adquisición de generador eléctrico</i>	11
<i>Fabricación e instalación de generador de hidrógeno</i>	12
<i>Placa de acero inoxidable</i>	12
<i>Construcción de celda</i>	13
<i>Instalación en filtro</i>	13
<i>Ensamblaje</i>	13
RESULTADOS	15
DISCUSIÓN.....	16
CONCLUSIONES	17
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

Resumen

El proyecto tiene como objetivo desarrollar un generador eléctrico alimentado por hidrógeno con el propósito de comprobar la viabilidad del hidrógeno como combustible en un generador eléctrico encargado de suministrar energía a zonas de trabajo o viviendas. Para ello, se utilizó un generador Champion 100314.

Se llevó a cabo una exhaustiva revisión bibliográfica para comprender las ventajas y desafíos asociados con el uso del hidrógeno como combustible. Se identificaron las principales áreas de investigación en las que se requería un enfoque detallado para lograr una implementación exitosa.

A continuación, se diseñó y construyó el sistema encargado de crear y suministrar el hidrógeno al generador, por lo que se realizaron modificaciones en el sistema de combustible para permitir una mezcla controlada de hidrógeno con oxígeno, así como la integración de un sistema de generación de este.

Los resultados obtenidos indican que la implementación del hidrógeno como combustible no solo en generadores, sino en general, es viable y ofrece un rendimiento satisfactorio teóricamente, sin embargo, el rubro práctico no fue satisfactorio del todo ya que concluimos que falta desarrollar métodos de almacenamiento y generación de este con materiales o elementos que sean capaces de resistir las altas temperaturas que genera la producción del hidrógeno.

Introducción

Los generadores eléctricos nacieron con el propósito de brindar energía eléctrica a lugares o zonas que no tienen ningún tipo de acceso a la electricidad doméstica, sin embargo, estos generadores aprovechan los motores de combustión interna para crear esta electricidad, y debido a eso debe de alimentarse con combustibles fósiles.

El hidrógeno es un elemento químico abundante que ha ganado atención como una fuente de energía limpia y renovable. Su implementación como combustible se ha centrado en su capacidad para generar energía sin emisiones de carbono durante su uso. Este elemento tiene el beneficio de poderse almacenar de forma líquida o gaseosa permitiendo múltiples funciones.

El más grande beneficio que puede ofrecer este elemento para el proyecto es su uso como combustible, pudiendo usar celdas sumergidas en agua para separar el hidrógeno del oxígeno. Durante el proyecto se realizará una adaptación a un generador eléctrico con el propósito de usar el hidrógeno como posible combustible libre de emisiones contaminantes.

MARCO TEÓRICO

Hidrógeno

El hidrógeno es el elemento químico más ligero y abundante del universo. Se encuentra en estado gaseoso a temperatura y presión estándar, y es un elemento altamente reactivo y versátil, su átomo está conformado solamente por un protón y un electrón y es estable en forma diatómica, es decir H_2 .

El hidrógeno es una fuente de energía limpia y renovable, ya que puede ser producido a partir de fuentes de energía renovable como la energía solar y eólica, y utilizado en células de combustible para generar electricidad con bajas emisiones de CO_2 .

Debido a su abundancia y versatilidad, ha sido objeto de numerosos estudios y aplicaciones en diversos campos de la ciencia y la tecnología, y su uso en la producción de energía limpia se considera una prometedora alternativa a los combustibles fósiles.

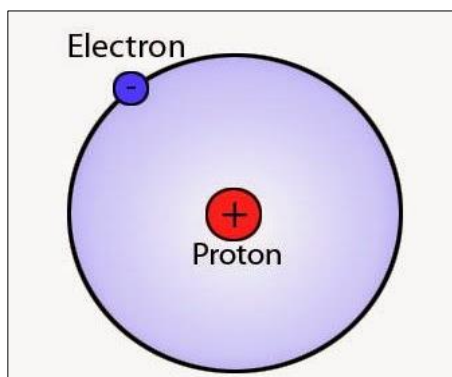


IMAGEN 1. ILUSTRACIÓN DE ÁTOMO DE HIDRÓGENO.

Generalmente se encuentra en estado gaseoso con características insípidas, incoloras e inodoras. Igual es el elemento más abundante del universo, ya que conforma aproximadamente el 75% de la materia del universo combinado con otros elementos como el oxígeno (formada agua) o el carbono (Formado compuestos orgánicos).

El hidrógeno puede producirse a partir de diferentes fuentes de energía, como las renovables, los combustibles fósiles y la energía nuclear. Estas fuentes se pueden aprovechar para realizar los siguientes procesos de producción de hidrogeno:

- **Termólisis:** Divide moléculas de agua en hidrógeno y oxígeno mediante energía calorífica.
- **Electrólisis:** Divide las moléculas de agua en hidrógeno y oxígeno mediante energía eléctrica.
- **Reformado y gasificación:** Empleo de reacciones químicas para convertir combustibles orgánicos y fósiles en hidrogeno liberando dióxido de carbono.

Una vez se realizó el proceso de producción, se procederá a su almacenaje el cual se realiza ya sea en forma de gas comprimido, hidrógeno líquido, estructuras de carbono o hidruros metálicos.

El hidrógeno tiene una alta densidad energética por unidad de masa, haciéndolo útil para ser combustible para el transporte y generar electricidad mediante pilas de combustible. Cabe aclarar que el impacto ambiental de emplear el hidrógeno como combustible o generador de electricidad es nulo, ya que al liberar su carga energética solo emite vapor de agua.

Celdas de hidrógeno

Las celdas de hidrógeno son dispositivos que emplean agua y corriente eléctrica para generar hidrógeno.

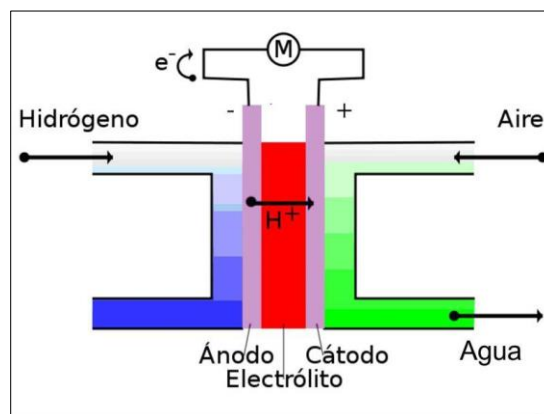


IMAGEN 2. ILUSTRACIÓN CELDA DE HIDRÓGENO

Es una forma de generar energía eléctrica de manera limpia, ya que el hidrógeno tiene la capacidad de sustituir a los combustibles fósiles. El único inconveniente es que el hidrógeno no se encuentra en estado puro, por lo que se recurre a este tipo de métodos para su obtención.

Su funcionamiento es muy similar al de una batería, ya que cuenta con dos electrodos, un ánodo y un cátodo. El oxígeno pasa sobre un electrodo mientras que el hidrógeno sobre otro separando estos elementos y permitiendo la purificación del hidrógeno dejando listo para empleo ya sea en motores de combustión o baterías de hidrógeno.

Existen una gran variedad de tipos de celdas, sin embargo, se mencionarán los dos más comunes:

- **Celda húmeda:** Toda el agua que rodea las celdas energizadas genera un puente creado por el electrolito que no pasa por las celdas neutrales. Es de los menos efectivos, ya que es más voluminoso y consume mucha más energía que otros tipos.

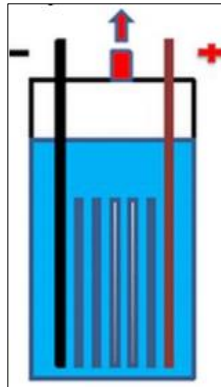


IMAGEN 3. ILUSTRACIÓN DE CELDA HÚMEDA

- **Celda seca:** En este tipo, el agua se introduce en las celdas, energizando el agua entre un polo negativo y otro positivo. Esta energización separa el oxígeno del hidrógeno permitiéndole salir en forma de gas. En este tipo de celda emplea agua destilada y es el más aceptado por la sociedad ya que es el más sencillo de emplear y seguro de manipular.

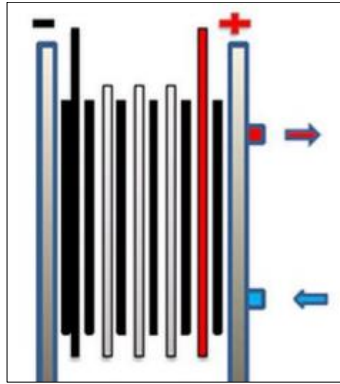


IMAGEN 4. ILUSTRACIÓN DE CELDA SECA

Baterías

Son dispositivos generadores de energía. Funcionan gracias una reacción electroquímica de reducción y oxidación que lleva por nombre Redox. La reacción mencionada consiste en un intercambio de electrones entre dos polos para la transferencia de energía, generando así una oxidación de los materiales.

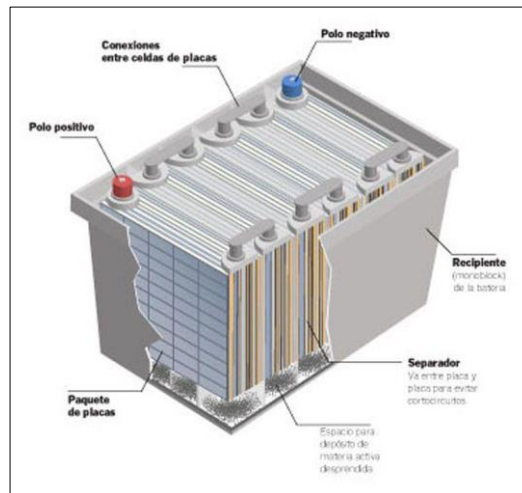


IMAGEN 5. BATERÍA

Los polos de la batería están sumergidos en un electrolito teniendo cada uno una reacción opuesta, es decir, mientras el ánodo reacciona oxidándose por liberar electrones, el cátodo reduce su proceso de oxidación ya que tiene una ganancia de electrones.

Existen varios tipos de baterías:

- **Plomo – ácido:** De las baterías más económicas y versátiles, se utiliza en ámbitos que van desde el soporte eléctrico para industrias y hogares hasta para el arranque de coches. Se caracterizan por ser estables, seguras y resistentes a sobrecargas y descargas.



IMAGEN 6. BATERÍA PLOMO-ÁCIDO

- **Níquel – cadmio:** Son baterías galvánicas con larga duración y resistencia a bajas temperaturas y sobrecargas. Funciona gracias a reacciones entre el cadmio, el dióxido de níquel y agua.



IMAGEN 7. BATERÍA NIQUEL-CADMIO

- **Ion - Litio:** Emplea sal de litio como electrolito y se caracteriza por su alta eficiencia, un efecto memoria inferior respecto a otros tipos de baterías, bajo mantenimiento y sus desechos son fáciles de reciclar. Sus inconvenientes son su poca resistencia a temperaturas extremas y su rápida degeneración.

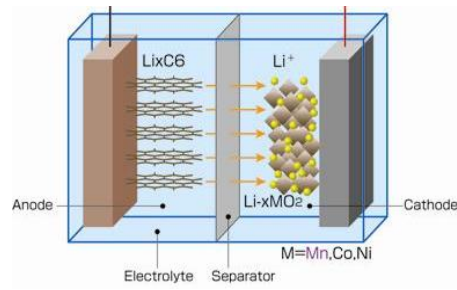


IMAGEN 8. BATERÍA IÓN-LITIO

Generadores eléctricos

Desde sus inicios como máquinas ruidosas y poco eficientes, han avanzado hacia dispositivos compactos, capaces de aprovechar un amplio catálogo de fuentes de energía.

Un generador eléctrico es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos, llamados polos, terminales o bornes. Los generadores eléctricos son máquinas destinadas a transformar la energía mecánica en eléctrica. Esta transformación se consigue por la acción de un campo magnético sobre los conductores eléctricos dispuestos sobre una armadura (denominada también estator). Si mecánicamente se produce un movimiento relativo entre los conductores y el campo, se generará una fuerza electromotriz (F.E.M.).

Metodología

El prototipo no requiere de división del modelo por partes, ya que solo requiere la adquisición del generador ya que no se fabricará desde cero, y el proceso de fabricación del sistema de generación de hidrógeno y su instalación en el generador eléctrico para que tenga un funcionamiento natural.

Sistema generador eléctrico alimentado por hidrógeno

Adquisición de generador eléctrico

Para la adquisición del generador se consideró que tenga la capacidad suficiente para suministrar la energía necesaria en zonas de trabajo fuera de o lejos de accesos a corriente domestica o a viviendas en situación de apagón o por escases energética ya que son las situaciones más comunes en las que se emplean este tipo de generadores. Por esto es por lo que se seleccionó un generador eléctrico de la marca *Champion* modelo *100314* el cual tiene un precio de \$8,989.20 pesos mexicanos.



IMAGEN 9. GENERADOR ELÉCTRICO

Este generador tiene la capacidad de generar 3,500 watts, 120 voltios, 29.2 amperios, capacidad de combustible de 3.8 galones y con un tiempo de funcionamiento a media carga de combustible de 12 horas

Estas características son las suficientes para suministrar un área de trabajo, o una vivienda sin algún tipo de suministro durante un largo periodo de tiempo, dando un buen punto a favor con el tiempo operativo relacionado a la capacidad de combustible que puede contener.

Fabricación e instalación de generador de hidrógeno

El sistema generador de hidrógeno es el componente fundamental e innovador del proyecto, ya que es el componente que generará el combustible más limpio posible aprovechando el agua y la electricidad.

Este sistema generador de hidrógeno necesita los siguientes componentes para ser funcional:

<i>Elemento</i>	<i>Precio</i>
Plaza de acero inoxidable 304 L	\$495.00
2 filtros de agua	\$187.52 c/u
Varillas roscadas de acero inoxidable M-6	\$318.74
Arandelas Nylon M6 (18mmx1.6mm y (11mmx0.8mm))	\$200.00
Tuercas M-6	\$190.25

Placa de acero inoxidable

Para fabricar las placas de la celda de hidrógeno, se procedió a dividir en cuadrículas de 4 cm por 5 cm.



IMAGEN 10. PLACAS CORTADAS

Una vez están fabricadas las placas, se harán dos agujeros, por los que pasarán las varillas roscadas, un agujero se realizará de 6mm y otro de 11mm, esto para darle polaridad a cada una de las placas al momento de realizar electrólisis.



IMAGEN 11. PLACA PERFORADA

Construcción de celda

La celda se conforma de las placas hechas previamente y de las varillas roscadas con sus respectivas rondanas y tuercas.

Para hacer la celda, se deberá colocar los orificios de las placas de forma intercalada, para ir variando la polaridad de cada una, aprovechando las rondanas como aislante, para que dependiendo del lado evite que la tuerca entre en contacto directo con la placa.



IMAGEN 12. CELDA

Instalación en filtro

Una vez tenemos la celda ensamblada, se perforarán dos orificios por los que pasarán las varillas de la celda. Estas varillas deberán tener un excedente considerable, ya que de la tapa del filtro se fijará la celda y también se polarizarán las varillas, permitiendo la electrólisis cada vez que sea necesario.



IMAGEN 13. FILTRO GENERADOR DE HIDRÓGENO

Una vez preparada la celda dentro del primer filtro, se deberá acoplar el siguiente filtro ya sea por una manguera o por conexiones de rosca, ya que este otro filtro tendrá el propósito de burbujeador, es decir, nos permitirá corroborar que el hidrógeno si está siendo generado

y que, si se está moviendo en la dirección esperada, ya que del burbujeador se deberá conectar directo al carburador

Ensamblaje

Ya con el sistema generador de hidrógeno listo, se deberá acoplar la manguera que sale del burbujeador en el carburador, ya que ahí entrará el combustible. De igual manera, deberá conectarse una batería de 12 voltios en las varillas de metal para energizarlas al momento de iniciar la electrólisis y producir el hidrógeno.

Cabe recalcar que, en el depósito de la celda deberá depositarse agua combinada con HH^+ , ya que es un compuesto que aumenta la separación del hidrógeno del agua, mientras que en el burbujeador únicamente se deberá de depositar agua para que cumpla su función.

Resultados

Las primeras pruebas realizadas al prototipo fueron satisfactorias, arrancó y se mantuvo satisfactoriamente durante 15-20 minutos aproximadamente, sin embargo, con el paso del tiempo operativo del prototipo, se pudo apreciar un considerable deterioro en las zonas de unión mecánica debido al incremento excesivo de la temperatura debido a la resistencia que genera la celda conectada a la batería.

Si bien, esta situación es normal, se considera que deben y puede haber mejor productos o métodos para crear el contenedor de la celda que generará el hidrógeno, permitiendo una eficiencia completa sin riesgo de haber fugas o deformaciones por causa del calor.

Igual se considera que el diseño casero del depósito que contiene la celda no resulta del todo eficiente, por lo que un diseño y fabricación de un depósito específicamente para ese propósito podría tener una eficiencia y resistencia mucho mayor al igual que una ergonomía dentro del generador más eficiente.

Discusión

Producto	Costo real	Costo de producto eficiente
Placa de acero inoxidable	\$ 495.00	\$ 495.00
2 filtros de agua	\$ 375.04	\$ 900.00
Varillas roscadas	\$ 318.74	\$ 318.74
Arandelas de Nylon	\$ 200.00	\$ 500.00
Tuercas M-6	\$ 190.25	\$ 190.25
Mangueras de alta presión		\$ 190.00

Como se puede apreciar, realmente no es necesario el cambio de completamente todos los componentes existentes para garantizar una alta eficiencia de generación del hidrógeno sin tener preocupaciones de las altas presiones, altas temperaturas e incluso del desgaste constante por la generación del oxido generado por la electrólisis.

Con el simple hecho de reemplazar los filtros de agua para soportar la alta presión e incluso las altas temperaturas contra la deformación y el desgaste interno por el óxido, ya que uno de los filtros debe ser capaces de soportar el deterioro que genera el oxido y la electrolisis en el interior de este, al igual que las arandelas, ya que al ser estos los aislantes entre las placas deben ser los suficientemente resistentes como para resistir el exceso de temperatura, oxido y presión que se genera durante la electrólisis.

El resto de los productos seleccionados previamente no requieren de algún tipo de producto diferente, ya que estos productos realmente son estándares y existen múltiples lugares que lo venden, sin embargo, puede variar sus precios en relación al tipo de empresa en el que se adquiera.

Conclusiones

Se puede concluir que el hidrógeno es potencialmente el combustible del futuro, dando las prestaciones, capacidades y efectividad en relación con la cantidad usada como ningún otro combustible existente. Sin embargo, se considera prudente la evaluación de los métodos y/o procesos seleccionados para el almacenamiento y producción de este mismo, ya que la producción del hidrógeno es particular por las altas temperaturas que llegan a recibir los materiales involucrados en este proceso.

De igual manera se debe tener en cuenta que el hidrógeno es un elemento muy ligero, por lo que su capacidad de filtrarse y fugarse por lugares que al ojo humano son inexistentes son realmente impresionantes, por lo que se debe garantizar que, en caso de buscar almacenar este elemento una vez producido, se debe de seleccionar o fabricar un contenedor completamente sellado y con los elementos que menos porosidad tengan.

En lo que respecta al prototipo realizado, si bien no se obtuvieron resultados del todo satisfactorios, se puede presumir de un posible avance a un producto altamente innovador con características capaces de ser competencia real dentro del mercado de los combustibles alternos y de la energía “portátil”.

Referencias bibliográficas

- Hidrógeno - Centro Nacional de Hidrógeno. (2019, February 6). Centro Nacional De Hidrógeno. <https://www.cnh2.es/el-hidrogeno/>
- Rodríguez, H. (2022, September 16). Propiedades del hidrógeno (H). https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/propiedades-hidrogeno-h_18653
- Batería - Concepto, tipos de baterías y cómo funcionan. (n.d.). Concepto. <https://concepto.de/bateria/>
- Pilas y acumuladores. (n.d.). <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/pilas-y-acumuladores/>
- Motores eléctricos - Buscar con Google. (n.d.). https://www.google.com/search?q=Motores+el%C3%A9ctricos&sxsrf=APwXEdeXQm5VILBxBgqI5jwa-ZounPs1wA%3A1685384814221&ei=bu50ZleNDc7akPIPl_Sw2Ak&ved=0ahUK EwiH_KTZk5v_AhVOLUMEQIHRc6DJsQ4dUDCA8&uact=5&oq=Motores+el%C3%A9ctricos&gs_lcp=Cgxn3Mtd2l6LXNlcnAQAzIHCCMQigUQJzIKCAAQgAQ QFBCHAjIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDIFCAAQgAQyBQgAEIAE MgUIABCABDIFCAAQgAQyBQgAEIAEOgQIIxAnOhQILhCABBCxAxCDAR DHARDRAxDUAjoLCAAQgAQsQMQgwE6CwgAEIoFELEDEIMBOggIABC ABBCxAzoNCC4QigUQxwEQ0QMQQzoLCC4QigUQsQMQgwE6DgguEIAEEL EDEMcBENEDog4ILhCKBRCxAxCDARDUAjoICC4QgAQQ1AI6DQgAEIoFE LEDEIMBEEM6BwgAEIoFEEM6DQgAEIAEELEDEIMBEAo6CggAEIoFELED EEM6BwgjELACECc6BwgAEA0QgARKBAhBGABQAFjjGGCcGWgBcAF4AI ABgwGIAfUPkgEEMS4xN5gBAKABAcABAQ&sclient=gws-wiz-serp
- POPETPOP 30 Piezas Tuercas De Soldadura Por Puntos M 6 Tuercas Para Soldar Sujetadores De Máquina Cierre De Tuercas Pieza De Tuercas De Máquina Mecánico Acero Inoxidable Tuerca Tuerca : Amazon.com.mx: Herramientas y Mejoras del Hogar. (n.d.). https://www.amazon.com.mx/POPETPOP-Tuercas-Hexadecimales-Soldadura-Sujetadores/dp/B0B71BHYDL/ref=sr_1_10?__mk_es_MX=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=X46RWE0SS9S7&keywords=tuercas+M-

6&qid=1700694940&srefix=tuercas+m-%2Caps%2C166&sr=8-10&ufe=app_do%3Aamzn1.fos.4e545b5e-1d45-498b-8193-a253464ffa47

- Amazon.com.mx: Arandelas Nylon M6. (n.d.). https://www.amazon.com.mx/s?k=Arandelas+Nylon+M6&__mk_es_MX=%C3%85M%C3%85%BD%C3%95%C3%91&crid=1X528I0BIFYGT&srefix=arandelas+nylon+m%2Caps%2C162&ref=nb_sb_noss
- El Filtro de Agua de Sedimentos para Toda la Casa Evita Bloquear El Filtro de Manguera de Jardín Reutilizable para El Hogar: Amazon.com.mx: Herramientas y Mejoras del Hogar. (n.d.). https://www.amazon.com.mx/Filtro-Sedimentos-Bloquear-Manguera-Reutilizable/dp/B0BYXWBL1V/ref=sr_1_1?__mk_es_MX=%C3%85M%C3%85%BD%C3%95%C3%91&crid=1D9RPHFJ2F1VO&keywords=filtros+sedimentos+para+agua&qid=1700694389&srefix=filtros+sedimentos+para+agua%2Caps%2C159&sr=8-1&ufe=app_do%3Aamzn1.fos.4e545b5e-1d45-498b-8193-a253464ffa47
- MECCANIXITY Varilla totalmente roscada M6 x 350 mm, paso de rosca de 1 mm, acero inoxidable 304, varillas roscadas a mano derecha, paquete de 4 : Amazon.com.mx: Industria, Empresas y Ciencia. (n.d.). https://www.amazon.com.mx/MECCANIXITY-totalmente-inoxidable-varillas-roscadas/dp/B0BLGWX8NW/ref=sr_1_1?__mk_es_MX=%C3%85M%C3%85%BD%C3%95%C3%91&crid=10N3SLH2H6BSD&keywords=varilla%2Brosca da%2Bm6&qid=1700694627&srefix=varilla%2Broscada%2Bm%2Caps%2C165&sr=8-1&th=1
- Placa acero inoxidable 304 calibre 14 30x30 cm. (n.d.). Meses Sin Intereses. https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-2549789568-placa-acero-inoxidable-304-calibre-14-30x30-cm-_JM?matt_tool=51718993&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=15700894055&matt_ad_group_id=147219567513&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=647375488313&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=264215244&matt_product_id=

MLM2549789568&matt_product_partition_id=2163484155058&matt_target_id=a
ud-2010778457741:pla-2163484155058&gad_source=1