



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“Aplicación de una herramienta multifuncional portátil para aumentar la eficiencia de mecanizado de las barras de cobre en tableros eléctricos”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero industrial**

**AUTOR:**

Daniel Ángel Chávez Herrera (ORCID: 0000-0002-9849-2220)

**ASESOR:**

Mg: Dixon Groky Añazco Escobar (ORCID: 0000-0002-2729-1202)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas de gestión empresarial y productiva.

Piura-Perú

2021

## Dedicatoria:

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día durante mi vida profesional, a mis padres que son los pilares más importantes de mi vida, a mi hermano que siempre me apoya.

## Agradecimiento

En primer lugar, a Dios por haberme permitido concluir de manera satisfactoria mi carrera profesional. A mis profesores que me brindaron sus conocimientos y consejos, a mis compañeros de salón Diego, César, Gabriel, Anthony, Edher, Joshue, Alex.

Muchas gracias a todos.

## ÍNDICE

Dedicatoria.....	2
Agradecimiento.....	3
Resumen.....	7
Abstract.....	8
1 INTRODUCCIÓN.....	9
2 MARCO TEÓRICO.....	12
2.1 Actividades de Diseño.....	16
3 MÉTODOLÓGÍA.....	24
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	24
3.2 Variables, operacionalización.....	24
3.3 Población y muestra.....	24
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	25
3.5 Procedimiento.....	25
3.6 Métodos de análisis de datos.....	25
3.7 Aspectos éticos.....	26
4 RESULTADOS.....	27
5 DISCUSIÓN.....	41
6 CONCLUSIONES.....	43
7 RECOMENDACIONES.....	44
8 REFERENCIAS.....	45
9 ANEXOS:.....	47

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Estadísticos descriptivos del tiempo promedio antes y después de utilizar la herramienta multifuncional portátil de mecanizado. ....	27
Tabla 2.	Estadísticos descriptivos del costo promedio de barra de cobre empleada antes y después de utilizar la herramienta.....	31
Tabla 3.	Pruebas de normalidad para los tiempos promedio de mecanizado antes y después del uso de la herramienta multifuncional .....	32
Tabla 4.	Estadísticos de contraste .....	33
Tabla 5.	Pruebas de normalidad para los costos promedio de las barras utilizadas en el mecanizado antes y después del uso de la herramienta multifuncional.....	34
Tabla 6.	Prueba de Normalidad para el número de barras dañadas antes y después de la aplicación de la herramienta multifuncional. ....	34
Tabla 7.	Prueba de Normalidad para el número de barras dañadas antes y después de la aplicación de la herramienta multifuncional .....	35
Tabla 8.	Estadísticos de contraste .....	35
Tabla 9.	36	
	Prueba de muestras independientes para los tiempos promedio de mecanizado .....	36
Tabla 10.	Prueba de muestras independientes para los costos de mano de obra en el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos.....	37
Tabla 11.	Prueba de muestras independientes para el número de barras malogradas durante la fabricación de tableros eléctricos .....	38
Tabla 12.	Prueba de muestras independientes para el costo de las barras utilizadas durante la fabricación de tableros eléctricos .....	39

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución de frecuencia de los tiempos promedios de mecanizado de la barra de cobre antes de utilizar la herramienta multifuncional.....	28
Figura 2.	Distribución de frecuencia de los tiempos promedios de mecanizado de la barra de cobre después de utilizar la herramienta multifuncional. ....	29
Figura 3.	Distribución de frecuencia de los costos promedio de mano de obra de mecanizado de la barra de cobre antes de utilizar la herramienta multifuncional. ....	30
Figura 4.	Distribución de frecuencia de los costos promedio de mano de obra de mecanizado de la barra de cobre después de utilizar la herramienta multifuncional. ....	30
Figura 5.	Distribución de frecuencia de los costos promedio de promedio de la barra de cobre mecanizada antes de utilizar la herramienta multifuncional. ....	32
Figura 6.	Distribución de frecuencia de los costos promedio de la barra de cobre mecanizada después de utilizar la herramienta multifuncional. ....	32
Figura 7.	En la Tabla 12 se aprecia que el nivel de significancia bilateral ( $\text{sig} = 0.035$ ) es $< 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Es decir, el costo de las barras utilizadas durante la fabricación de tableros eléctricos disminuye significativamente como resultado de la utilización de la herramienta multifuncional portátil. ....	40
Figura 8.	: Vista lateral de la caja de poder, paso a paso .....	68
Figura 9.	: Vista de frente, inserción de resortes .....	68
Figura 10.	Caja de poder construida.....	69
Figura 11.	Cizalla de platinas de cobre. Vista lateral .....	70
Figura 12.	Cizalla de platinas de cobre. Vista superior lateral.....	70
Figura 13.	Cizalla de platinas de cobre. Vista posterior .....	71
Figura 14.	Dobladora de platinas de cobre. Ensayo en caja de fuerza.....	71
Figura 15.	Dobladora de platinas de cobre. Vista lateral, en 02 graduaciones .....	72
Figura 16.	Dobladora de platinas de cobre. Vista lateral superior, en 02 graduaciones .....	72
Figura 17.	Dobladora de platinas de cobre. Vista superior .....	73
Figura 18.	Punzadora de platinas de cobre. Vistas superiores.....	74
Figura 19.	Punzonadora de platinas de cobre. Vistas superiores.....	74

## Resumen

La presente investigación denominada aplicación de una herramienta multifuncional portátil para aumentar la eficiencia de mecanizado de las barras de cobre en tableros eléctricos permitió evaluar una herramienta que permite doblar las barras de cobre que son instaladas en los tableros industriales, donde este acondicionamiento de barras se hace de forma manual. La investigación fue de tipo aplicada y con diseño pre experimental. La población la constituyeron las barras utilizadas durante los meses de enero a noviembre del 2019. La muestra estuvo compuesta por 62 barras utilizadas en dicho periodo, Se utilizó como técnica la observación y como instrumento el registro de tiempos y fallas en doblado de barras de cobre. Se obtuvo como resultados que el tiempo promedio de mecanizado con disminuye de 0.327 minutos a 0.155 minutos, el costo de las barras empleadas disminuye significativamente, así como el número de barras malogradas. Recomienda la programación de capacitaciones para el personal de mecanizado de las barras de cobre para el manejo correcto de la herramienta mecanizada.

Palabras claves: herramienta multifuncional, herramienta portátil, barras de cobre

## Abstract

The present investigation called the application of a portable multifunctional tool to increase the machining efficiency of copper bars in electrical panels allowed to evaluate a tool that allows bending the copper bars that are installed in industrial panels, where this conditioning of bars it is done manually. The research was of an applied type and with a pre-experimental design. The population was made up of the bars used during the months of January to November 2019. The sample was made up of 62 bars used in that period. Observation was used as a technique and as an instrument the recording of times and failures in bending of bars. copermade. It was obtained as results that the average machining time with decreases from 0.327 minutes to 0.155 minutes, the cost of the bars used decreases significantly as well as the number of failed bars. Recommends scheduling training for copper bar machining personnel for the correct handling of the machined tool.

Keywords: multifunctional tool, portable tool, copper bars

## 1 INTRODUCCIÓN

Según Miranda (2018), el ministro de la Producción, Raúl Pérez-Reyes determina que la industria puede avanzar un aproximado de 5% el 2018 luego de cuatro años de pérdidas, producto del buen desempeño de manufactura y pesca, estimó, dentro de las principales necesidades identificadas está la alimentación de potencia lograda mediante la energía eléctrica. Para su desarrollo, muchas compañías necesitan implementar bancos de condensadores para controlar la potencia, tableros de distribución principal y tableros eléctricos de distribución, tablero de control de motor, y otras maquinarias necesarias para su armado que involucren juego de barras de cobre que puedan conectar y distribuir la potencia eléctrica. Según Quiminet, 2011, hay de diferentes tamaños dependiendo de la carga y el tamaño de tablero. Dicha actividad se lleva a cabo mediante el doblado de barras en el ángulo necesario para conseguir un ensamble que mantenga la transferencia de electricidad. En el mercado actual hay dobladoras instaladas en los talleres, ya que es necesaria una fuente de energía eléctrica que puede convertirse en fuerza hidráulica o neumática.

El problema surge ya que generalmente cuando se inicia la construcción de los tableros, en las plantas aún no se han instalado las conexiones eléctricas, por lo que se tiene que recurrir a determinados talleres para doblarlas, gastando tiempo del tablerista. Otra alternativa viene a ser la opción de doblado de manera manual, sin embargo, el inconveniente que se encuentra en esta alternativa es que los dobleces no son uniformes y muchos casos las dimensiones resultan equivocadas incurriendo en gastos adicionales ya que son descartadas y rehechas.

Esto se da debido a que no se cuenta con una herramienta portátil que distribuya y utilice de manera adecuada la fuerza mecánica generada por un operario para llevar a cabo un adecuado dobles, con dimensiones apropiadas y barras uniformes para un acople seguro.

Si no se logra dar respuesta a esta problemática, los plazos de entrega sería aplazados en el lograr ofrecer fluido de energía a los equipos, máquinas e iluminación de las empresas, lo que impedirá el inicio de actividades, así mismo se

presentarán riesgos eléctricos y las barras podrían presentar roturas ya sea por que su doblado se realizó mal o por que se encuentren ubicados muy cerca entre sí por fallas en los ángulos.

Es por ello que se considera que es necesaria la construcción de una cizalla, dobladora y punzonadora portátil de barra de cobre para tableros eléctricos que pueda brindarle al tablerista la eficiencia y facilidad de culminar con las instalaciones.

El Problema General que se formuló, a modo de pregunta fue ¿hipo? Así mismo, era necesario articular el problema en preguntas más específicas, como ¿ En cuánto Disminuye el tiempo de mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos mediante el uso de una herramienta multifuncional portátil?; ¿ En cuánto disminuye el costo de mano de obra de las barras de cobre brindando portabilidad a la herramienta multifuncional para barras de cobre?; ¿ En cuánto disminuyen los costos de la mano de obra en el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos mediante el uso de una herramienta multifuncional portátil? ; ¿ En cuánto disminuye el número de barras malogradas durante el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos mediante el uso de una herramienta multifuncional portátil?.

El presente trabajo tiene su justificación ya que la elaboración de las herramientas multifuncionales portátiles de barras de cobre de tablero eléctrico será necesaria para el funcionamiento de la producción, lo que da la posibilidad de adaptación a barras con las medidas necesarias a través de la aplicación de determinados conocimientos de mecánica hidráulica y física, en un determinado modelo de un producto innovador del mercado.

Su uso permitió evitar descartes por dobleces fallidos o aparición de fisuras por las fuerzas al doblar, de igual manera se tiene que tomar en cuenta que en espacios donde no existe aún energía eléctrica las herramientas convencionales no pueden operar, por lo que tienen que acudir a talleres, ocasionando pérdidas de tiempos por traslado.

Al realizar una comparación mediante las estadísticas inferenciales, los resultados de las dobladoras de barra y verificar la eficiencia de la maquinaria respecto

al desempeño de la instalación de los tableros eléctricos se constató su eficiencia, logrando utilizar las ciencias en tareas de ingeniería, y da la posibilidad de generar nuevas investigaciones que faciliten la búsqueda de medios que logren la eficiencia en actividades humanas.

Para las hipótesis del estudio, se presentó como Hipótesis General “La eficiencia de mecanizado de las barras de cobre de tableros eléctricos aumenta significativamente mediante el uso de una herramienta multifuncional portátil”. A la vez, las Hipótesis específicas fueron “La utilización de la herramienta multifuncional portátil disminuye significativamente el tiempo de mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos.”; “La utilización de la herramienta multifuncional portátil disminuye significativamente el costo de barras utilizadas durante el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos.”; “La utilización de la herramienta multifuncional portátil disminuye significativamente los costos de mano de obra en el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos”; y “La utilización de la herramienta multifuncional portátil disminuye significativamente el número de barras malogradas durante el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos”.

Ante la formulación de las hipótesis, se planteó como Objetivo General “Determinar el aumento en la eficiencia de mecanizado de las barras de cobre de tableros eléctricos mediante una herramienta multifuncional portátil”; para los objetivos específicos, se formularon “Disminuir el tiempo de mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos mediante el uso de una herramienta multifuncional portátil”; “Disminuir el costo de las barras de cobre utilizadas para tableros eléctricos mediante el uso de una herramienta multifuncional portátil.”; “Disminuir los costos de mano de obra en el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos mediante el uso de una herramienta multifuncional portátil”; y “Disminuir el número de barras malogradas durante el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos mediante el uso de una herramienta multifuncional portátil.”

## 2 MARCO TEÓRICO

En los trabajos previos que aportaron a la conformación y análisis de la presente investigación se tiene a HUAMAN (2018) implementó la herramienta SMED para mejorar la productividad en la fabricación de bridas en la empresa Cánovas S.A.C. Callao-2018. La investigación fue de tipo aplicada con diseño experimental (cuasi experimental). La población estuvo conformada por el total de bridas fabricada durante 15 semanas. El muestro realizado fue por conveniencia. Se utilizaron los formatos de tiempo de parada de máquina, para cálculo de la disponibilidad y de productividad. Se utilizó la estadística descriptiva a través de tablas y gráficos lineales. Como estadísticos inferenciales se emplearon las pruebas de Shapiro Wilk y la prueba no paramétrica de U Man Whitney para determinar la normalidad de los datos. Se empleó la T de Student para validar las hipótesis de la eficiencia y la eficacia. Concluye que la Implementación de la Herramienta SMED aumenta la eficiencia de 78.27 a 88.667, la eficacia de 72.87 aumenta a 92,00 y la productividad de 68.00 a 81.87.

El trabajo hizo uso de herramientas y metodología de investigación, iniciando con el diagnóstico de necesidades para mejorar el proceso, logrando identificar una solución determinada en la técnica de doblado mediante la metodología PahlBeitz en la que se determina que el doblado por comprensión de máquinas hidráulicas sería la opción más idónea; por ello se llevó a cabo al diseño y construcción, no sin antes haber realizado el dimensionamiento, el modelo matemático y elementos finitos y determinación de componentes a través de la descripción de funciones de cada uno de los elementos, mecanismo de curvado y sistemas de sujeción, los sistemas de transmisión, hidráulico y eléctricos incluyendo los materiales. Finalmente se determinó que los resultados fueron positivos, la máquina dobladora funciona eficientemente en la empresa y genera beneficios y genera un beneficio productivo al país.

Cisneros, (2019) presentó en su trabajo una mesa plegable pequeña de no más de 30" como altura y que permita trabajar uniones de soldadura en 34" por 24" como superficie, con su respectiva sombrilla para proteger del sol al operario y

disipar el calor. Esta estación portable le permitiría a la propuesta poder ser transportado a diferentes zonas de trabajo de campo, donde la incomodidad de trabajar en el suelo y bajo sol mermaban la calidad de la soldadura por el viento y suciedad, además de la incomodidad que presentaban los trabajadores. Inició su trabajo a través de una encuesta que permitió recoger las apreciaciones de los soldadores para definir los atributos que su equipo debería contextualizar en su diseño, así como características que debería tener para poder trabajar como el peso a soportar y la dimensión para poder ser recogida y ser transportable. El costo de su propuesta llega a considerar partes ya existentes en el mercado que se adoptarían a su equipo, como la sombrilla de auto, determinando un costo total de S/. 527.

Fernández (2020) propone el diseño un equipo de perforación electrohidráulico mediano, dicho equipo para maximizar el avance y producción en la minería subterránea, a nivel mundial. La investigación corresponde al tipo de aplicada con diseño no experimental. La construcción del equipo de perforación, se realizará cuando se culminen los cálculos y conseguir la inversión necesaria para adquirir los componentes y conseguir al personal especializado para la puesta en marcha dentro de la mina Uchucchacua. Pretende obtener mejoras en la productividad de perforación de la mina disminuyendo el tiempo de producción y reduciendo los gastos en los equipos perforadores además de ingresar en vetas de tamaño reducido.

Ramírez (2020) realizó la investigación para diseñar una máquina roscadora y disminuir el tiempo de producción de tubos de PVC en la empresa YACPLAST. La investigación fue aplicada, explicativa con diseño no experimental. Consideró como muestra el proceso de roscado de la empresa Yacplast. Empleó las técnicas del análisis documental y la observación. Se emplearon como instrumentos la hoja de observación y la ficha de observación. El diagnóstico encontró que el proceso actual de roscado es lento y la producción muy poca a diferencia de emplear una máquina de roscado. El tiempo del ciclo de producción es de 68.56 minutos. Las ganancias con el uso de las máquinas se incrementan en un promedio de 150% más que el obtenido al utilizar un torno. La inversión para el diseño alcanza los S/ 8,569.00.

Se presentan a continuación las Teorías relacionadas que sustentaron la construcción de la presente investigación.

Según Harih (2013) para llevar a cabo el proceso llamado “caja transparente”, respecto al diseño se han dado diferentes metodologías y teorías. No obstante se debe enfatizar que el diseño viene a ser una ciencia exacta, por el contrario es una disciplina que se da mediante el pensamiento imaginativo, pueden existir diferentes propuestas que brinden solución a una misma problemática establecida al profesional del diseño.

Por Cross (2008) determina que un proceso de diseño viene a ser un paso anterior al de fabricación de un determinado objeto, sin embargo en múltiples sociedades, ambos procesos van unidos, como se da en una producción artesanal en una sociedad de mayor industrialización, es necesario tener las características de un determinado producto, antes de su fabricación. Según Kuijt (2004) la meta de un proceso de diseño, radica en proveer una descripción detallada de un determinado producto para luego ser fabricado. En principio Cross sugiere un proceso denominado “exploración” de la problemática planteada, luego propone que se lleve a cabo una etapa donde el diseñador cree un concepto de diseño. Luego la propuesta de diseño deberá pasar por una fase de evaluación respecto a los objetivos, requisitos y criterios establecidos previamente durante el planteamiento del problema. Finalmente se tiene que comunicar el diseño final para que pueda ser fabricado.

En el transcurso de la historia del diseño se han propuesto diversos tipos de procesos, Cross (2008) determina que existen dos grandes grupos dentro de esta diversidad de propuestas: los modelos descriptivos y los modelos prescriptivos.

Para Cross (2008) un modelo descriptivo busca una descripción de las actividades llevadas a cabo durante el desarrollo del proceso de diseño. Hace hincapié en la importancia de elaborar un concepto de solución de manera temprana al

proceso, haciendo un reflejo de esta forma la naturaleza es enfocada en la solución del diseño pensado. Para Nielsen (1993) es un tipo de proceso heurístico debido a que propone una guía general para llevar a cabo un proceder, sin embargo, este procedimiento es intuitivo y considerado informal para la resolución de problemas. Para Cross un proceso de diseño tiene como pilares cuatro actividades: generación, exploración, comunicación y evaluación.

Por otro lado, el Modelo Prescriptivo según Cross (2008) busca dar al diseñador un método de diseño específico, con este podría abordar el problema de diseño de mejor manera. Según Cross (2008) la idea era buscar la forma de tener la seguridad de que un determinado problema de diseño se entendido de manera completa, sin pasar por alto importantes elementos del mismo y que se logre identificar el problema real. Este modelo de diseño puntualmente tiene un enfoque más sistemático y científico. Cross (2008) cita a Archer, en el libro de Cross (2008) "Métodos de diseño" busca brindar un ejemplo de modelo prescriptivo y dentro del se determinan seis actividades: programación, desarrollo y comunicación, análisis, síntesis, y recopilación de datos. Y plantea que una característica especial del proceso de diseño es la fase denominada analítica, con la que se pretende encontrar un tipo de razonamiento de tipo inductivo, además de una observación objetiva, siempre que la fase creativa necesite de una participación, así mismo de considerar un juicio subjetivo y de un razonamiento de tipo deductivo. Una vez tomada cada una de las decisiones importantes durante el proceso de diseño, se continúa con dibujos de trabajo y elaborando los programas, etc., de maneras descriptivas y objetivas. Cross (2008) por otro lado comenta que el proceso de diseño es de alguna manera, un emparedado creativo. El pan del objetivo y de análisis sistemáticos pueden ser gruesos o delgados, sin embargo el hecho creativo se encuentra en medio siempre (Cross, 2008).

Cross, 2008 menciona otro ejemplo de modelo prescriptivo, el modelo VD2221, el cual viene a ser una guía desarrollar por los profesionales alemanes en ingeniería. Este modelo pretende comprender de manera profunda y exigente, el problema, luego desglosarlo en diferentes problemas secundarios. A estos problemas de tipo secundarios se les busca una solución que armonice en una solución final al problema. Para este modelo, se definen siete pasos:

- Definir y clarificar la tarea
- Determina estructuras y funciones
- Buscar los principios solución y sus determinadas combinaciones
- Dividir en módulos que se puedan realizar
- Desarrollar arreglos de los módulos claves
- Preparar instrucciones de operación y producción
- Elaborar el arreglo general

El modelo prescriptivo ha presentado críticas por parte de los diseñadores, ya que si se le compara con modelos descriptivos más enfocados en la solución y más libres, se les estructura de mejor manera, comparando con el modelo descriptivo que es más libre (Schall, 2014). Sin embargo siempre que el horizonte del diseño se amplía hacia una variedad de ámbitos diferentes y los problemas de diseños se vuelve mucho más compleja. La demanda de un profesional en diseño incrementa conforme avanzan los años en la sociedad actual, se da un aumento y se diversifican en diferentes las ramas cómo es posible, el diseñador es capaz de que sea visto como aquel que conoce mucho, sin embargo también puede ser visto como aquel que es poco experto. Debido a ello el método de diseño se está volviendo algo necesario para poder cubrir un problema cada vez más complejo, y con ello ser capaz de brindar soluciones de diseños satisfactorios y novedosos. En estos años, la industria necesita de un producto con diseño industrial y debe encontrarse debidamente detallado previo a moverse a otra de las etapas de su fabricación, ello conlleva a tener un riguroso proceso de diseño según lo comenta Van Kuijk (2015). Se hace hincapié que en un proceso determinado prescriptivo, que no tiene que prescindir de la parte creativa del diseño, por el contrario se le tiene que dar mayor fuerza para obtener mejores resultados.

## 2.1 Actividades de Diseño

En el proceso de proyectar, sin tener en cuenta el modelo que siga, se llevan cabo diferentes actividades que pueden agruparse en etapas o fases. Según DeMarco (2020) se conoce a estas fases como Macroestructura, y a la descripción de las actividades incluidas en las fases como Microestructura. Dependiendo del tipo de problema puede resolverse mediante el diseño, algunas de las actividades pueden ser enfatizadas u omitidas en el proyecto. Por ello se

observarán las presentes en la mayoría de los proyectos de diseño y que son parte importante en este.

En relación al orden en el que se presenta, sin seguir necesariamente un patrón idéntico en cada caso de proyecto, se pueden identificar las siguientes actividades en cada fase de la tarea proyectual:

FASE	ACTIVIDADES
ANÁLITICA	Detección del problema Definición del problema Recopilación de datos Análisis de soluciones existentes
CONCEPTUAL /CREATIVA	Síntesis del problema Generación de propuestas Evaluación de propuestas Elección de diseño
EJECUTIVA (MATERIALIZACIÓN)	Comunicación del diseño Elaboración del prototipo Validación del prototipo Traducción del diseño Elaboración del documento

*Figura 1: Fases/Actividades del proceso de diseño*

Fuente: Cross (2008)

Definición y detección del problema: el inicio de un determinado proceso parte de encontrar una problemática que se busca resolver mediante el diseño. Para llevar a cabo un estudio más sencillo se puede clasificar un problema, según Hamat (2020), dependiendo de la claridad con la que sus variables se han planteado: medios, finalidad y limitantes. El objetivo de estructurar un determinado proyecto es el de transformar la variable abierta que se dan en variables cerradas para analizarlas de manera más controlada. Si el problema es complejo, puede ser fraccionado para poder ser estudiado por separado y brindar una solución más acertada.

Se realiza un proceso de recopilación buscando la Información necesaria: en esta fase tiene que contar con el proceso de investigación del problema, verificando todo el contexto en el cual se está llevando a cabo y

considerando también los factores que son incluidos en este (Mital, 2007). Además se reúne información de temas que pueden ayudar al diseñador a dar mejor solución a un determinado problema, considerando este proceso como un proceso inductivo, dónde se inicia con la búsqueda del conocimiento universal.

Un tipo de análisis de soluciones existentes conlleva a que en este período del proyecto, el diseñador realice una búsqueda teniendo en consideración antecedentes de cómo el problema ha sido resuelto en diferentes contextos previos. Esto necesariamente tiene q considerar la investigación del contexto pasado y las investigaciones realizadas en el presente cercano, incluyendo las diferentes soluciones que haya existido, con el objetivo de no caer en plagio y no desperdiciar ningún tipo de recurso en producir algo que ya existe previamente. Así mismo según señala Harih (2013) el hecho de tener conocimiento de lo que ya existe, otorga al diseñador una fuente amplia de conocimiento de factores y características que pueden ya sea combinarse o incluirse en el proceso para mejorar le propuesta del diseño.

Así mismo en la fase conceptual-creativa se tienen:

La síntesis del problema: busca desarrollar una formulación del enunciado del problema que parte de la descripción de la ya problemática detectada. El proceso se considera de manera deductiva, ya que después de conocer el panorama general, se puntualiza en la necesidad para que sea un foco específico de atención. En esta etapa son incluidas las clarificaciones de los objetivos y las variables. Así mismo se plantean las especificaciones y requerimientos que deben ser cumplidos en el modelo de solución. Este paso se incluye en la etapa creativa ya que depende de la habilidad del diseñador para sintetizar un problema planteado y así elegir una ruta para solucionarlo. Cross (2008) determina que el diseñador tiene dos objetivos puntuales: determinar el problema y hallar una solución.

Generación de Propuestas: Esta fase se considera como la más importante debido a que es vital para el desarrollo de un proyecto, todas las fases previas son consideradas como fases de preparación para desarrollar este paso, en el que se busca dar con soluciones innovadoras a un determinado problema. Esta fase

se considera también como la más libre y al mismo tiempo como la menos controlada, ya que depende de la imaginación e creatividad del diseñador.

Evaluación de propuestas: en esta fase se busca evaluar las propuestas dadas para la solución del problema con la finalidad de tomar la decisión del diseño y concluir con la propuesta final. Según Van Kuijk (2015) una manera de llevar a cabo esta evaluación y al mismo tiempo ser objetivo, es calificar cada una de las propuestas en base a los parámetros anteriormente mencionados, con ello se busca hallar una solución que cumpla mejor con los requerimientos.

Elección de diseño final: En esta parte ya se selecciona la propuesta a utilizar basado en objetivos ya determinados.

La fase ejecutiva, tiene que tener en consideración lo siguiente:

La comunicación del diseño, en esta fase se hace mención de todo aquello procesos de diseño, viene a ser una etapa en la que se desarrolla un diseño final pero desde diferentes formas y perspectivas; una de estas formas es la dada por la comunicación visual, y esta incluye diferentes tipos de especificaciones y los planos técnicos necesarios para que se lleve a cabo la producción. Otro modelo, método o herramienta para poder llevar a cabo la comunicación, son los renders que tienen el detalle de los factores de forma / función a los espectadores. En esta fase se busca lograr una comunicación de las características del producto con la finalidad de llevar a cabo su proceso de fabricación, por eso tienen que incluir tanto los aspectos productivos, como los de acabados, también los materiales usados, los procesos y el estudio de costos.

Validación y elaboración del prototipo: Aquí se transforma el diseño conceptual ya en un objeto físico. Con este fabricado se pasa a la evaluación en el contexto en el que se van a utilizar con los usuarios objetivos y con el cumplimiento de las funciones para lo que se diseñaron. Al aplicarse en un entorno real de uso, se realiza una evaluación de la reacción que tiene, la consecuencia social que origina, si cumple o no cumple con las expectativas del cliente. Este primer desarrollo del proyecto no puede ser perfecta, es por ello que se puede retroceder a la etapa creativa de conceptualización para realizar cambios y mejoras (De Marco, 2020).

Traducción del diseño: Es frecuente que cuando el diseñador se familiariza con un producto y proceso determinado, no considera que el resto del equipo humano del proyecto no tiene conocimiento de la forma en la que el producto funciona. Es por ello que Archer citado por Cross (2008), considera este paso en su proceso de diseño determinado. Durante este paso se tiene la intención de realizar una traducción tanto del producto como de las características de los personajes que tienen la posibilidad de interactuar con este. Partiendo de esta necesidad, el diseñador buscará incluir una serie de manuales tanto de ensamble, como de producción y de uso. Esto depende generalmente del proyecto, ya que puede llevarse a cabo videos o animaciones así mismo de la interacción del producto con el resto de adecuaciones, ergonomías usuario, entre otras.

El desarrollo del documento: es en este momento en el cual se deberá determinar la totalidad del desarrollo del proyecto. Debido a que cada tarea del proyecto es diferente entre sí, entonces se habla de que existen diferentes objetivos, el formato del documento final es susceptible a cambios, todo está determinado por el ámbito en el cual se desarrolle. Puede ser tratado como un documento en el que se forma un reporte para una organización o empresas, o simplemente puede ser un conjunto de documentos científicos de determinadas investigaciones académicas.

Es posible realizar la siguiente pregunta, ¿Qué es una Metodología del diseño?, siendo la respuesta, aquel diseño que tiene como finalidad, la resolución de un determinado problema. “Lo característico de una situación problemática viene a ser que una determina persona busque un estado o resultado de determinadas cosas que inmediatamente a corto plazo no se sabe cómo lograr, un tipo de conocimiento imperfecto de cómo deberá procederse, o en otras palabras viene a ser la esencia de lo verdaderamente problemático. Según Rodríguez (1982) una metodología se relaciona con este enunciado como aquel conjunto de pasos que permitirán al diseñador, continuar con un determinado diseño en una situación determinada, con el fin de lograr una solución a una determinada necesidad o determinada problemática. Según Rodríguez (1982) se tiene conocimiento de la metodología como aquel conjunto de guías de navegación, con el objetivo de colocar, incluir o incorporar una serie de guías de navegación, para tener la

capacidad de conducir o guiar al diseñador durante el desarrollo de un determinado proyecto.

Para Bonsiepe (1978) la finalidad de hacer uso de la palabra metodología es que sirva como una herramienta para que el diseñador pueda solucionar un determinado problema, mediante la guía de las siguientes preguntas: ¿qué hacer?, ¿cómo hacerlo?, ¿Para qué hacerlo?, además tiene la intención de hacer más objetivo el desarrollo proyectual, mediante la búsqueda de una minimización de errores en un determinado proyecto, y así poder justificar cada una de las decisiones seleccionadas en un proceso de diseño. Realizar una estandarización del proceso de diseño sube el estándar de calidad, eficiencia y seguridad. Los procesos estandarizados en un determinado grado tienen una meta determinada, un procedimiento a seguir, y un resultado ya esperado. Este es el rol que cumple la metodología en un proceso de diseño, además la importancia se aprecia de mejor manera cuando el desarrollo de un determinado proyecto es llevado a cabo por un equipo de diseñadores. Esto provee de un procedimiento y estructura establecida, lo que permite que la tarea se desarrolle de una mejor manera ya pueden definirse responsabilidades, roles, tareas y objetivos (Best, 2006).

Para Burdek (1994) Las metodologías nacen durante los años sesenta, cuando se inician estudios acerca sobre una metodología del diseño. Busca tener conocimiento del problema que se abordaría antes de los procesos de proyección. Para Horst Rittel citado por Burdek (1994) propone un desglose del proceso de proyección en fases más pequeñas para que se pueda llevar a cabo un mejor estudio. Esta se definió como una “investigación sistemática de primera generación” y comprende seis pasos:

¡Analiza la información adquirida!

¡Reúne información!

¡Crea soluciones alternativas!

¡Conoce y define la “misión”!

Juzgar (los pros y los contras de determinadas alternativas)

¡Hacer pruebas y ponlas en práctica!

En el año de 1964 Christopher Alexander, o también conocido como el padre de la metodología de diseño, tuvo la capacidad de desarrollar un método, este método no consistía únicamente en la descomposición de un problema determinado en sus diferentes factores de invención, sino además tenía la capacidad de estudiar su contexto determinado para con ello tener el poder de determinar la forma dictada para una llevar a cabo una correcta solución de diseño. Este método viene a ser una interpretación del método científico de Alexander, en el que cual se proponía separar los elementos de un determinado problema con la finalidad de estructurarlos nuevamente, esto permite un mejor análisis de cada uno de ellos.

En este año se hace hincapié y se considera la diferencia de la Escuela Superior de Ulm en relación a enfoque científico que ha desarrollado durante el proceso de diseño. Según Burdek (1994), la escuela superior se ha ganado en cierta medida y con justa razón un nivel alto de reputación, volviéndose en un baluarte de la metodología de diseño. Una importante característica de su programa es manifestada en el énfasis que es propuesto en el aprovechamiento de un determinado conocimiento y procedimiento científico en un trabajo proyectual, esto lo afirma Maldonado y Bonsiepe según lo citado por Burdek (1994). En los años setenta se produce un giro a estas teorías, sobre la manera en la que se aborda el tema de metodología del diseño. Según Paul Feyerabend citado por Burdek (1994) no es necesario considerar únicamente un solo método para poder llevar a cabo el desarrollo de un determinado proyecto, sino que además es necesario contar con diferentes conocimientos, métodos y diferentes perspectivas para poder lograr un desarrollo objetivo de la determinada problemática identificada.

Este cambio de ideas y paradigmas tiene influencia en la forma en la que los procesos proyectuales ya dejan de ser estrictamente deductivos, para pasar a considerar una forma más inductiva al realizar un diseño. Dentro de unos años, el diseñador proyectará sistemas y no objetos, creará entornos para los usuarios y no aparatos. Busca un efectivo servicio, y no una superficial cosmética, logrará una integración de todas las funciones de un determinado sistema en un determinado concepto global (Lengert, 1990). Este acercamiento se dará en el campo del diseño y buscará unas nuevas propuestas en su metodología, en las que se considerarán no únicamente en un papel que funcionaría meramente en la

estética en el tiempo en el cual se lleve a cabo el desarrollo de los productos. Según Norman (2005) se puede percibir dentro del diseño de una manera más integral de la disciplina. En ella se tiene en consideración que el contexto durante el cual se va a llevar a cabo un diseño, se considerará como un producto ya sea implementado o producido siguiendo y considerando sus consecuencias ya sea climáticas, económicas, industriales, sociales, entre otros (Crul y Diehl, 2007).

Un tablero electrónico viene a ser entonces una caja que tiene la capacidad para almacenar una serie de dispositivos de maniobra, medición, conexión, comando, protección, alarma y señalización, con sus debidas cubierta y soportes correspondientes, para poder llevar a cabo una determinada función específica en un determinado sistema eléctrico. Tanto el ensamblaje como la fabricación de un determinado tablero eléctrico, deben cumplir con una serie de criterios, de normativas y de diseños que permitan tener un correcto funcionamiento, una vez ya energizado y garantizada la seguridad tanto de los operarios como de instalaciones en las que se encuentran ubicadas (Bonifáz, 2011).

Los tableros son clasificados según:

Según la función y ubicación

Tablero de centro de controles de motor

Tablero general y/o distribución

Tablero de alumbrado, controles de equipo de mando

Las barras utilizadas en los tableros vienen a ser las de cobre electrolítico de pureza no menor a 99,9% y de buena conductividad. Dichas barras pueden ir montadas en aisladores. Las barras se identificarán según la fase a la que corresponde siendo la secuencia de fases N.R.S.T. La selección de barras de neutro, son como mínimo de un 50.00 % de la sección de Barra principal. Las uniones de barra se llevan con pernos, arandelas planas y de presión. La protección de zonas de potencial eléctrico (por ejemplo, bulones, barras, puente derivadores, etc.) se cubrirá a través de una placa acrílica (Tacza, 2010).

### 3 MÉTODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

Este trabajo de investigación es de enfoque cuantitativo para lograr observar indicadores de operación con los instrumentos de recolección de datos, con unidades económicas y físicas, permite su cálculo, su comparación y su evaluación del resultado de forma mucho más exacta (Fernández, 2002).

La presente investigación muestra un diseño pre experimental porque se tiene muy poco control o no se ejerce sobre las variables extrañas. Presenta un solo grupo. El esquema utilizado se detalla a continuación

$$G \times O_1$$

Donde:

“G” Barras de cobre.

“X” herramienta multifuncional portátil para barras de cobre de tableros eléctricos

“O<sub>1</sub>” La eficiencia de mecanizado al implementar “X”

#### 3.2 Variables, operacionalización

Para lograr una mejor comprensión de la relación entre las variables de estudio, se necesita determinar su operacionalización entre ellas y los indicadores deberán recogerse con los instrumentos del estudio (Koval, 2015; sf, 2018). Las variables que se estudiaron fueron la herramienta multifuncional y la eficiencia de mecanizado

#### 3.3 Población y muestra

La población estuvo conformada por el total de barras de cobre mecanizadas durante los meses de enero a noviembre del 2019, durante el proceso de fabricación de tableros eléctricos, los cuales totalizaron 62 barras. La muestra fue de tipo censal ya que se trabajó con todas las unidades de investigación

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Se aplicó la técnica de la observación para lograr recoger los datos durante la mecanización de las barras de cobre entre los meses de enero a marzo y octubre a diciembre. Como instrumento se utilizó la Ficha de Registro de fallas y tiempo de fabricación (Anexo 3).

### 3.5 Procedimiento

De acuerdo a los contratos de trabajo para la construcción de tableros, se registró los valores de las variables de estudio:

- Los descartes de las barras de cobre
- Los tiempos de acondicionamiento
- Los costos del trabajo

Estas actividades se realizaron a medida que se realizaba los trabajos, considerando las operaciones para cada modificación de las barras correspondientes a los tableros, considerando los viajes a taller para perforaciones y cortes a medida del tablero, mientras que los dobleces se realizaban in situ.

### 3.6 Métodos de análisis de datos

Lo datos recabados en las fichas de registro, correspondientes a las fallas producidas y a los tiempos empleados, se organizaron en Tablas en la hoja electrónica de MS Excel. Para el número de fallas se utilizó una Tabla para mostrar la cantidad de piezas buenas y con defectos obtenidas durante la mecanización de las barras y para mostrar la disminución en el número de piezas malogradas se empleó una gráfica de barras. Para el caso de los tiempos de fabricación se utilizaron tablas en Excel para organizar los datos y el software estadístico SPSS para los cálculos estadísticos descriptivos la media y la estándar desviación. Para llevar a cabo la prueba de hipótesis se hizo uso de la T de Student para las **muestras independientes** mediante el SPSS, lo que permite demostrar la diferencia de muestras, que indicará si se comprobó la hipótesis del estudio. Para aplicar la estadística de inferencias con pruebas de comparación de las medias (T Student), se recolectó el dato de Pre y Post test de los indicadores.

### 3.7 Aspectos éticos

El investigador realiza el compromiso de trabajar con total ética, además de presentar los datos y la información ya procesada en el desarrollo de la investigación con toda fiabilidad, veracidad y confiabilidad, tomando en cuenta que la utilidad posterior de esta investigación puede darse a la comunidad científica.

#### 4 RESULTADOS

Los estadísticos descriptivos para los tiempos promedio de mecanizado de las barras de cobre antes y después de utilizar la herramienta multifuncional portátil de mecanizado, se muestran en la Tabla 1.



Estadísticos descriptivos del tiempo promedio antes y después de utilizar la herramienta multifuncional portátil de mecanizado.

		TP1	TP2
N	Válidos	12	11
	Perdidos	0	1
Media		35,8575	16,0209
Mediana		31,3200	16,1400
Desv. típ.		10,52587	1,72962
Asimetría		1,990	-,466
Error típ. de asimetría		,637	,661
Curtosis		3,397	-,458
Error típ. de curtosis		1,232	1,279

Fuente: Elaborado en base a la matriz de datos del Anexo 2.

La distribución de frecuencia para los valores del tiempo promedio de mecanizado de las barras de cobre antes y después de utilizar la herramienta multifuncional portátil de mecanizado, se muestran en las Figuras 1 y 2.

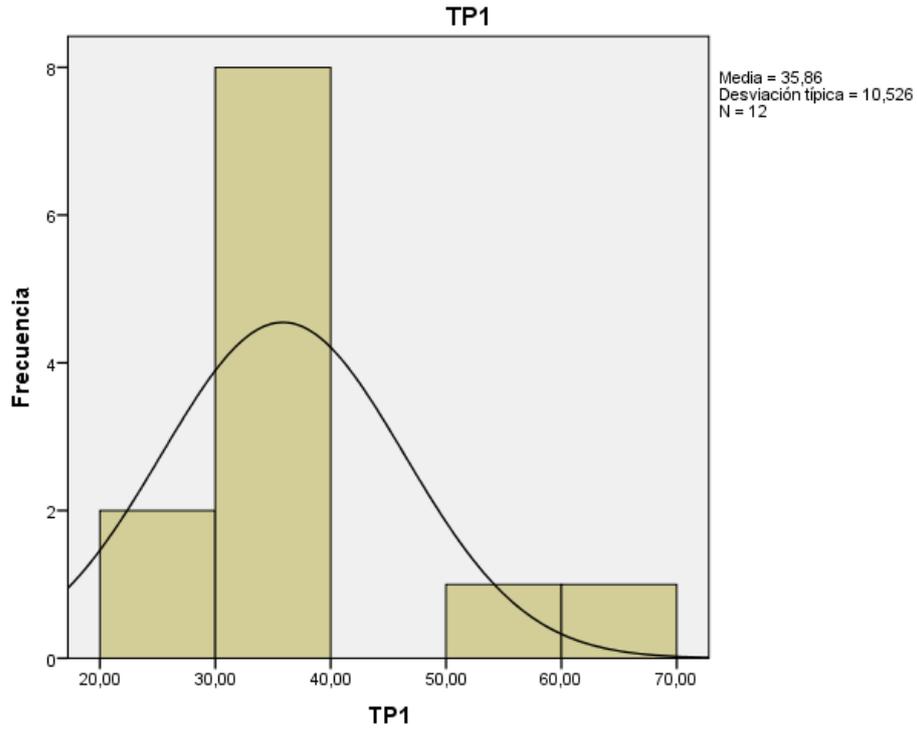


Figura 1. Distribución de frecuencia de los tiempos promedios de mecanizado de la barra de cobre antes de utilizar la herramienta multifuncional.  
Fuente: Elaborado en base a la matriz de datos del Anexo 2

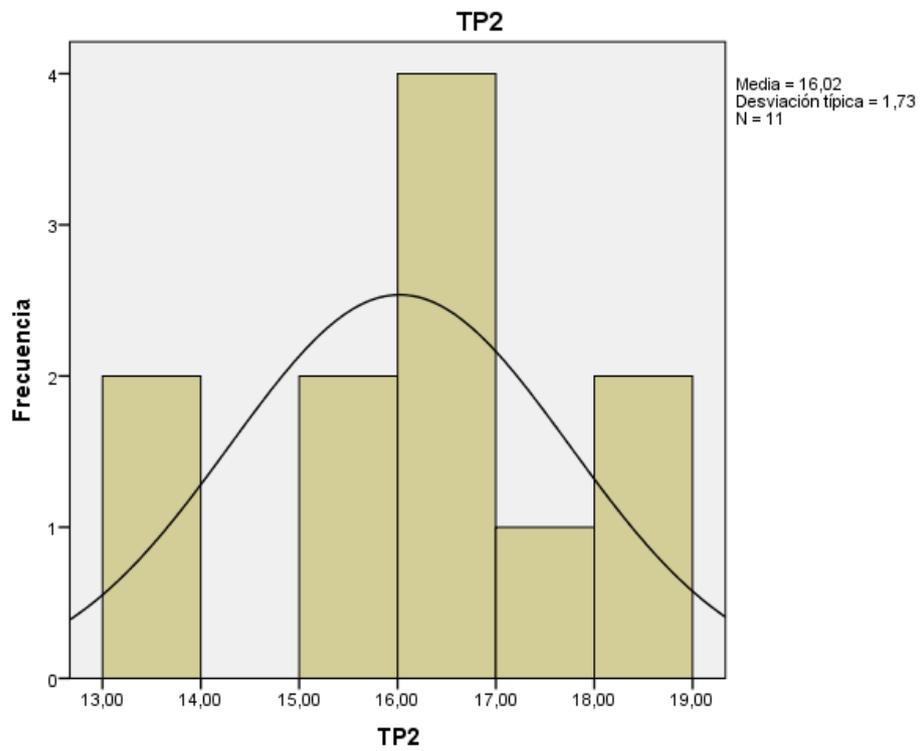


Figura 2. Distribución de frecuencia de los tiempos promedios de mecanizado de la barra de cobre después de utilizar la herramienta multifuncional.

Fuente: Elaborado en base a la matriz de datos del Anexo 2  
La distribución de frecuencia para los valores del costo promedio de mecanizado antes y después de utilizar la herramienta multifuncional portátil de mecanizado, se muestran en las Figuras 3 y 4.

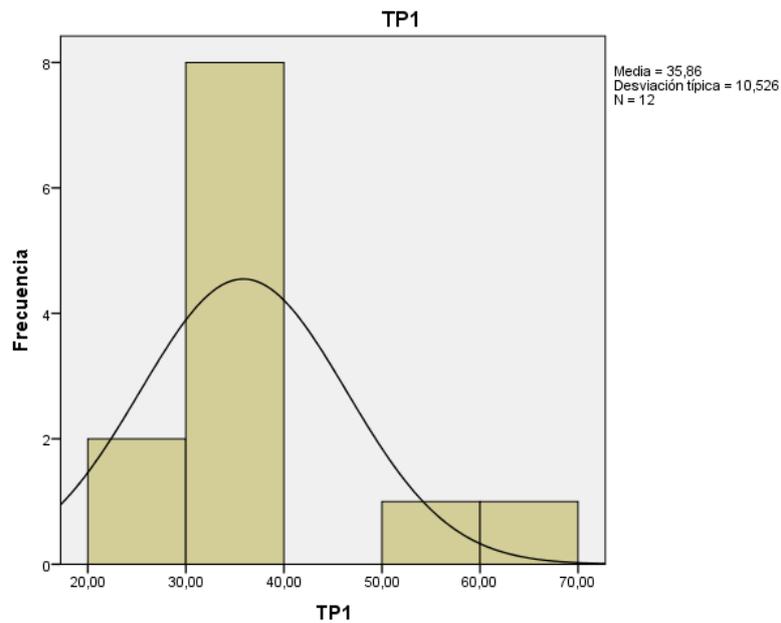


Figura 3. Distribución de frecuencia de los costos promedio de mano de obra de mecanizado de la barra de cobre antes de utilizar la herramienta multifuncional.

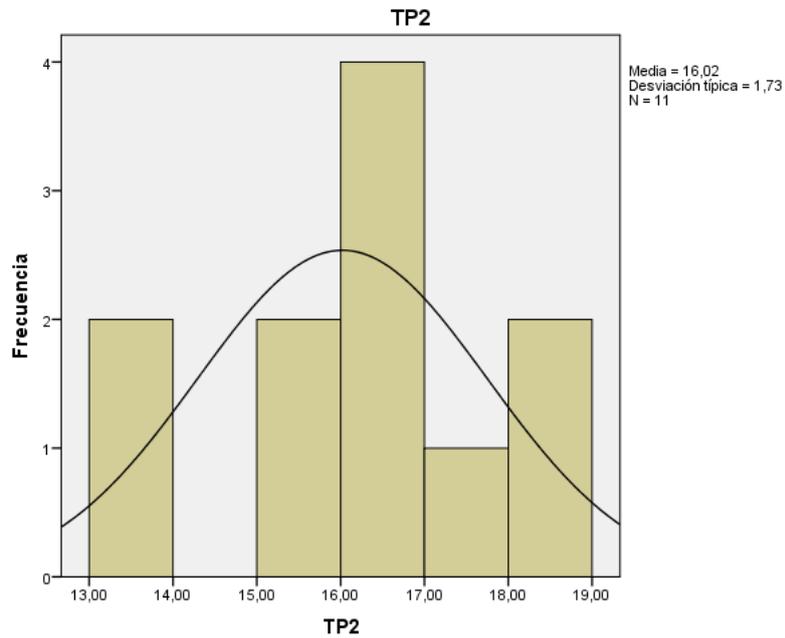


Figura 4. Distribución de frecuencia de los costos promedio de mano de obra de mecanizado de la barra de cobre después de utilizar la herramienta multifuncional.

Fuente: Elaborado en base a la matriz de datos del Anexo 2  
Los estadísticos descriptivos de los costos promedio de mano de obra antes y después de utilizar la herramienta multifuncional portátil de mecanizado, se muestran en la Tabla 3.



Estadísticos descriptivos del costo promedio de barra de cobre empleada antes y después de utilizar la herramienta

		TP1	TP2
N	Válidos	12	11
	Perdidos	0	1
Media		35,8575	16,0209
Mediana		31,3200	16,1400
Desv. típ.		10,52587	1,72962
Asimetría		1,990	-,466
Error típ. de asimetría		,637	,661
Curtosis		3,397	-,458
Error típ. de curtosis		1,232	1,279

Fuente: Elaborado en base a la matriz de datos del Anexo 2.

La distribución de frecuencia para los valores del costo promedio MANO DE OBRA antes y después de utilizar la herramienta multifuncional portátil de mecanizado, se muestran en las Figuras 5 y 6.

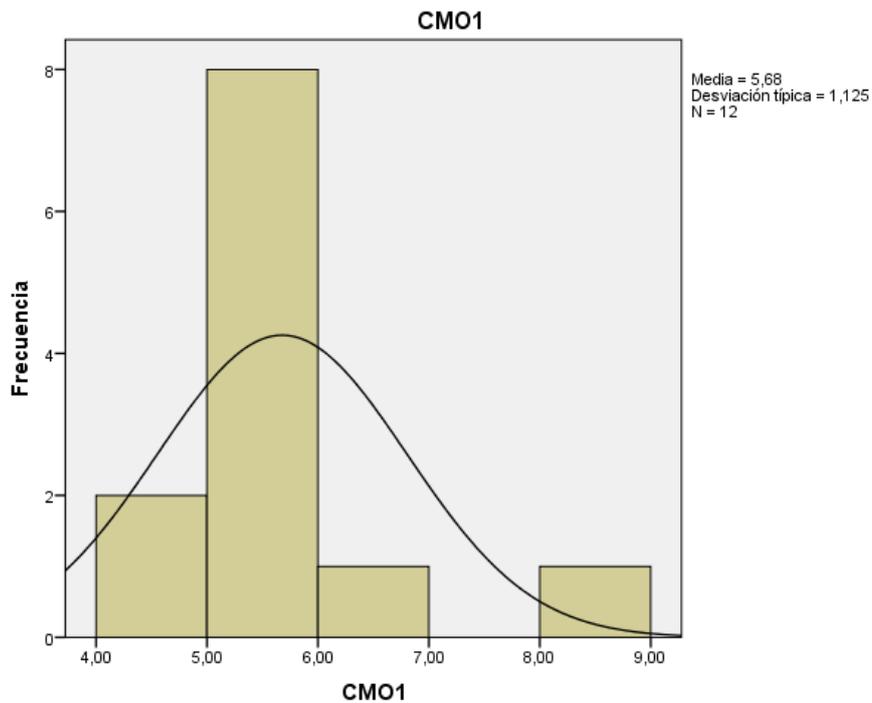


Figura 5. Distribución de frecuencia de los costos promedio de promedio de la barra de cobre mecanizada antes de utilizar la herramienta multifuncional.

Fuente: Elaborado en base a la matriz de datos del Anexo 2

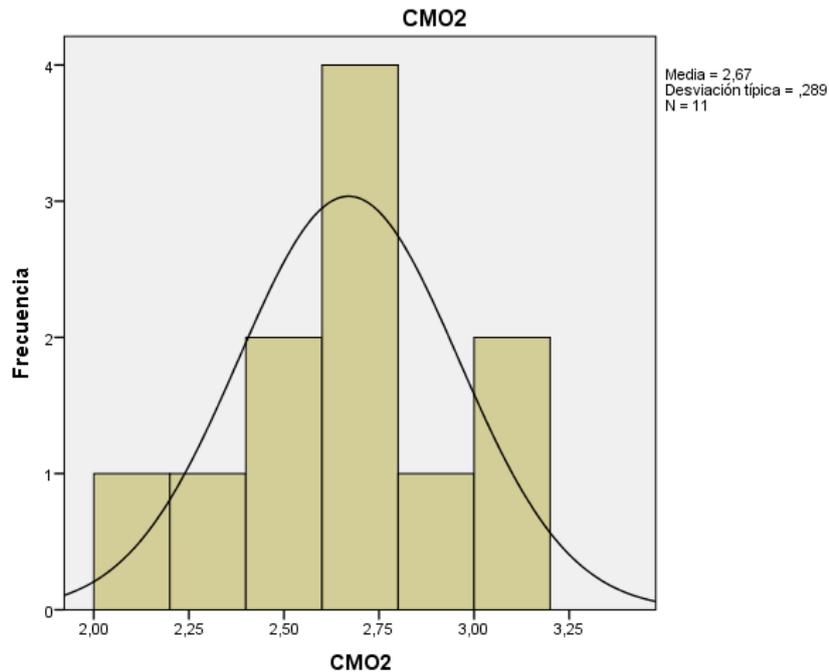


Figura 6. Distribución de frecuencia de los costos promedio de la barra de cobre mecanizada después de utilizar la herramienta multifuncional.

Fuente: Elaborado en base a la matriz de datos del Anexo 2

Se aplicó la prueba de Shapiro Wilk, para determinar la normalidad de los tiempos promedio de mecanizado antes y después del uso de la herramienta multifuncional. Los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 4.

**Pruebas de normalidad para los tiempos promedio de mecanizado antes y después del uso de la herramienta multifuncional**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TiempoPT1	.327	11	.002	.697	11	.000
TiempoPT2	.155	11	,200*	.926	11	.373

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

En la Tabla 3 se observa que los valores de significancia para los tiempos promedio de mecanizado antes y después del uso de la herramienta no son superiores a 0,05 por lo que se aplicó la prueba no paramétrica de U Mann Whitney. Este cálculo se muestra en la Tabla 5. La hipótesis para esta prueba se detalla a continuación:

Ho: las medianas de los grupos son iguales

H1: las medianas de los grupos no son iguales

**Estadísticos de contraste**

	Tiempo
U de Mann-Whitney	0.000
W de Wilcoxon	66.000
Z	-3.973
Sig. asintót. (bilateral)	.000
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,000 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación:

Tipo

b. No corregidos para los empates.

En la Tabla 4 se observa que el nivel de significancia bilateral (0,00) es menor 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, es decir los valores de los tiempos son diferentes y esa diferencia es debida al uso de la herramienta multifuncional.

Se aplicó la prueba de Shapiro Wilk, para determinar la normalidad de los costos promedio de las barras utilizadas en el mecanizado antes y después del uso de la herramienta multifuncional. Los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 6.

■ Pruebas de normalidad para los costos promedio de las barras utilizadas en el mecanizado antes y después del uso de la herramienta multifuncional

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CostoT1	.172	11	,200*	.965	11	.833
CostoT2	.154	11	,200*	.948	11	.618

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

La hipótesis a verificar es la siguiente:

Ho: los datos son normales

H1: los datos no son normales

Como los valores de Sig. para CostoT1(0,833) > 0.05 y CT2(0,618) > 0.05 se cumple la hipótesis nula es decir los datos siguen un comportamiento normal.

Se aplicó la prueba de Shapiro Wilk, para determinar la normalidad del número de barras dañadas durante el mecanizado antes y después del uso de la herramienta multifuncional. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 6.

■ Prueba de Normalidad para el número de barras dañadas antes y después de la aplicación de la herramienta multifuncional.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
BarrasD1	.207	12	.163	.870	12	.066
a. Corrección de la significación de Lilliefors						
b. BarrasD2 es una constante y se ha desestimado.						

La hipótesis a verificar es la siguiente:

Ho: los datos son normales

H1: los datos no son normales

Como los valores de Sig. para BarrasD1(0,066) > 0.05 se cumple la hipótesis nula es decir los datos siguen un comportamiento normal.

Se aplicó la prueba de Shapiro Wilk, para determinar la normalidad del costo de mano de obra utilizada durante el mecanizado antes y después del uso de la herramienta multifuncional. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 7.

**Prueba de Normalidad para el número de barras dañadas antes y después de la aplicación de la herramienta multifuncional**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CMO1	.277	11	.018	.776	11	.004
CMO2	.150	11	.200*	.927	11	.383
*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de la significación de Lilliefors						

Como uno de los valores del nivel de significancia es (0,04) es menor a 0,05 los datos no son normales por lo que se realizó la prueba no paramétrica U Mann Whitney (Tabla 8).

**Estadísticos de contraste**

	CostoMO
U de Mann-Whitney	0.000
W de Wilcoxon	66.000
Z	-4.062
Sig. asintót. (bilateral)	.000
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.000 <sup>b</sup>

En la Tabla 9 se observa que el nivel de significancia bilateral (0,00) es menor 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa,

es decir los valores de los costos de mano de obra son diferentes y esa diferencia es debida al uso de la herramienta multifuncional.

Como se ha determinado que los valores para los tiempos promedios de mecanizado siguen un comportamiento normal se realiza la prueba de T de Student para grupos independientes. La hipótesis estadística se representa como sigue:  
 Ho: La utilización de la herramienta multifuncional portátil NO disminuye significativamente el tiempo de mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos.

H1: La utilización de la herramienta multifuncional portátil disminuye significativamente el tiempo de mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos.



Prueba de muestras independientes para los tiempos promedio de mecanizado

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias							
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
								Inferior	Superior	
Tiempo	8.108	.010	5.887	20	.000	19.83455	3.36918	12.80657	26.86252	
			5.887	10.491	.000	19.83455	3.36918	12.37487	27.29422	

En la Tabla 09 se aprecia que el nivel de significancia bilateral ( Sig =0) es < 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Es decir, el tiempo promedio de mecanizado de las barras de cobre disminuye significativamente como resultado de la utilización de la herramienta multifuncional portátil.

Como se ha determinado que los valores para los costos promedios de la mano de obra en el proceso de mecanizado siguen un comportamiento normal se realiza la prueba de T de Student para grupos independientes. La hipótesis estadística se representa como sigue:

Ho: La utilización de la herramienta multifuncional portátil NO disminuye significativamente los costos de mano de obra en el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos

H1: La utilización de la herramienta multifuncional portátil disminuye significativamente los costos de mano de obra en el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos

**Prueba de muestras independientes para los costos de mano de obra en el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos**

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Barras Malogradas	.294	.595	3.955	17	.001	1.79545	.45398	.83765	2.75326
			3.888	14.250	.002	1.79545	.46181	.80660	2.78431

En la Tabla 11 se aprecia que el nivel de significancia bilateral ( Sig =0,001) es < 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Es decir, el número de barras malogradas durante la fabricación de tableros eléctricos disminuye significativamente como resultado de la utilización de la herramienta multifuncional portátil.

Como se ha determinado que los valores para el número de barras malogradas durante el mecanizado siguen un comportamiento normal se realiza la prueba de T de Student para grupos independientes. La hipótesis estadística se representa como sigue:

Ho: La utilización de la herramienta multifuncional portátil NO disminuye significativamente el número de barras malogradas durante el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos

H1: La utilización de la herramienta multifuncional portátil disminuye significativamente el número de barras malogradas durante el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos

**Prueba de muestras independientes para el número de barras malogradas durante la fabricación de tableros eléctricos**

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Barras Malogradas	.294	.595	3.955	17	.001	1.79545	.45398	.83765	2.75326
			3.888	14.250	.002	1.79545	.46181	.80660	2.78431

En la Tabla 11 se aprecia que el nivel de significancia bilateral (sig =001) es < 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Es decir, el número de barras malogradas durante la fabricación de tableros eléctricos disminuye significativamente como resultado de la utilización de la herramienta multifuncional portátil.

Como se ha determinado que los valores para los costos de barras utilizadas durante el mecanizado siguen un comportamiento normal se realiza la prueba de T de Student para grupos independientes. La hipótesis estadística se representa como sigue;

Ho: La utilización de la herramienta multifuncional portátil NO disminuye significativamente el costo de barras utilizadas durante el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos

H1: La utilización de la herramienta multifuncional portátil disminuye significativamente el costo de barras utilizadas durante el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos.

■ Prueba de muestras independientes para el costo de las barras utilizadas durante la fabricación de tableros eléctricos

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Costo	3.086	.094	2.262	20	.035	3.40182	1.50418	.26416	6.53948
			2.262	16.610	.037	3.40182	1.50418	.22260	6.58104

Figura 7. En la Tabla 12 se aprecia que el nivel de significancia bilateral ( $\text{sig} = 0.035$ ) es  $< 0.05$  se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Es decir, el costo de las barras utilizadas durante la fabricación de tableros eléctricos disminuye significativamente como resultado de la utilización de la herramienta multifuncional portátil.

## 5 DISCUSIÓN

Ramírez (2020) en su investigación para el diseño de una máquina roscadora para disminuir el tiempo de producción de tubos de PVC en la empresa YACPLAST. Después de realizar el diagnóstico encontró que el proceso actual de roscado es lento y la producción muy poca a diferencia de emplear una máquina de roscado. Fernández (2020) en su propuesta para el diseño de un equipo de perforación electrohidráulico mediano, pretende disminuir el tiempo de producción. En la investigación realizada se encontró que el tiempo promedio de mecanizado con disminuye de 0.327 minutos a 0.155 minutos. La prueba de hipótesis demuestra que la diferencia es significativa debido a la intervención de la herramienta multifuncional portátil de mecanizado. Se puede concluir en las investigaciones realizadas que tanto el uso de máquinas: roscadora, equipo de perforación y herramienta multifuncional portátil disminuyen los tiempos de los procesos.

Fernández (2020) a través del diseño un equipo de perforación electrohidráulico mediano, para maximizar el avance y producción en la minería subterránea, a nivel mundial pretende reducir los gastos en los equipos perforadores utilizados en el proceso de perforación de minas. En investigación realizada se obtiene que el nivel de significancia bilateral ( $\text{sig} = 0,035$ ) es  $< 0.05$  por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Es decir, el costo de las barras utilizadas durante la fabricación de tableros eléctricos disminuye significativamente como resultado de la utilización de la herramienta multifuncional portátil. Lo que demuestra que la utilización de herramientas mecánicas en un proceso disminuye los costos de ejecución de los mismos.

HUAMAN (2018) como resultado de la implementación de la herramienta SMED aumenta la eficiencia de 78.27 a 88.667. La eficiencia consiste en la utilización óptima de los recursos durante un proceso. En la investigación realizada la utilización de la herramienta multifuncional portátil disminuye significativamente el número de barras malogradas durante el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos lo que demuestra que la eficiencia del proceso aumenta.

En la investigación realizada el costo de las barras utilizadas durante la fabricación de tableros eléctricos disminuye significativamente como resultado de la utilización de la herramienta multifuncional portátil. HUAMAN (2018) como resultado de la implementación de la herramienta SMED aumenta la eficiencia de 78.27 a 88.667. En ambas investigaciones se produce un aumento de la eficiencia al disminuir el costo de las barras utilizadas.

## 6 CONCLUSIONES

Se probó la hipótesis que la utilización de la herramienta multifuncional portátil disminuye significativamente el tiempo de mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos lo que se comprobó con la prueba T de muestras independientes. Se obtuvo un nivel de significancia 0 que es menor a 0,05 lo que demuestra que la diferencia de los tiempos promedio de mecanizado se debe al uso de la herramienta multifuncional portátil.

Se probó la hipótesis que la utilización de la herramienta multifuncional portátil disminuye significativamente los costos de mano de obra en el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos, lo que se comprobó con la prueba T de muestras independientes. Se obtuvo un nivel de significancia 0,001 que es menor a 0,05 lo que demuestra que la diferencia de los costos promedio de mecanizado se debe al uso de la herramienta multifuncional portátil.

Se probó la hipótesis que la utilización de la herramienta multifuncional portátil disminuye significativamente el número de barras malogradas, lo que se comprobó con la prueba T de muestras independientes. Se obtuvo un nivel de significancia 0,001 que es menor a 0,05 lo que demuestra que la diferencia de el número de barras malogradas se debe al uso de la herramienta multifuncional portátil.

Se probó la hipótesis que la utilización de la herramienta multifuncional portátil disminuye significativamente el costo de barras malogradas, lo que se comprobó con la prueba T de muestras independientes. Se obtuvo un nivel de significancia de 0,035 que es menor a 0,05 lo que demuestra que la diferencia del costo promedio de barras malogradas se debe al uso de la herramienta multifuncional portátil.

## 7 RECOMENDACIONES

Se debe programar capacitaciones para el personal de mecanizado de las barras de cobre para el manejo correcto de la herramienta mecanizada, además, es necesario realizar el control de las actividades con la finalidad de verificar que se esté cumpliendo con los objetivos planteados en el área de producción.

Para continuar con el incremento de la productividad se debe elaborar un programa de mantenimiento preventivo con la finalidad de evitar posibles fallas de funcionamiento de la maquina además de debe entrenar al personal en nuevas operaciones.

Realizar auditorías del proceso para determinar la eficiencia de la herramienta y ver la posibilidad de mejoras.

Coordinar con los jefes de producción la necesidad de fabricar nuevos equipos o ver la posibilidad de crear nuevas herramientas para otros procesos.

## 8 REFERENCIAS

ALIBABA. Revisado el 11/09/2020. Disponible en: [https://spanish.alibaba.com/product-detail/bc-150v-bus-bar-machine-for-cutting-copper-and-aluminium-bus-bars-copper-bus-bar-cutting-machine-560397348.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_of-fer.d\\_image.49bf42e3nqFPuk](https://spanish.alibaba.com/product-detail/bc-150v-bus-bar-machine-for-cutting-copper-and-aluminium-bus-bars-copper-bus-bar-cutting-machine-560397348.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_of-fer.d_image.49bf42e3nqFPuk)

ALIBABA. Revisado el 11/09/2020. Disponible en: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/copper-hydraulic-busbar-bending-machines-60721726498.html?spm=a2700.8699010.normal-llist.7.6ff3cfc3ir0G3Z&s=p>

ALIBABA. Revisado el 11/09/2020. Disponible en: [https://spanish.alibaba.com/product-detail/hydraulic-busbar-punching-machine-60688341976.html?spm=a2700.md\\_es\\_ES.mayli-keexp.9.6327283bDXcTf7](https://spanish.alibaba.com/product-detail/hydraulic-busbar-punching-machine-60688341976.html?spm=a2700.md_es_ES.mayli-keexp.9.6327283bDXcTf7)

ARIAS, F. G. (2012) El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. 6ª. Ed. Caraca, Editorial Episteme.

BABOR, T et al. (2017). Publishing Addiction Science: A Guide for the Perplexed. London: Ubiquity Press, First published 2017.

BERNAL, César Augusto (2006) Metodología de la investigación. s.l. : PEARSON

BONIFÁZ, J. (2011). *Distribución Eléctrica en el Perú: Regulación y Eficiencia*. Lima, Perú: Edit. Consorcio de Investigación Económica Social de la Universidad del Pacífico.

CROSS, N. (2008). *Métodos de diseño. Estrategias para el diseño de productos*. México: Limusa.

HERNANDEZ SAMPIERI, C. R. (2017). Metodología de la Investigación.

HERNÁNDEZ, M. (2015). *Manual Metodológico y Kit de herramientas, para el proceso de diseño en proyectos de Diseño Industrial*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.

KANAWATY, G. (2011). *Introducción al estudio del trabajo*. México: Limusa.

LÓPEZ, E. (2015). *DISEÑO DE MÁQUINA DOBLADORA DE VARILLAS DE ACERO DE 1/4" PARA LA FABRICACIÓN DE ASAS PARA OLLAS*. Guatemala: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA .

MARÍN, A. (2017). *Construcción De Una Dobladora Cnc Didáctica* . Pereira- Risaralda : Universidad Tecnológica De Pereira.

MIRANDA, M. (2018). Perú: industria avanzaría más del 5% en 2018 tras cuatro años de caídas.  
*Andina: Agencia Peruana de noticias.*

Quiminet. (07 de 10 de 2011). *Los tableros eléctricos, sus tipos y aplicaciones según el uso de la energía eléctrica*. Recuperado el 18 de 12 de 2018, de <https://www.quiminet.com/articulos/los-tableros-electricos-sus-tipos-y-aplicaciones-segun-el-uso-de-la-energia-electrica-2586331.htm>

ROJAS, B. Y. (2014). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DOBLADORA SEMIAUTOMÁTICA DE TUBOS CUADRADOS DE 50X50X2MM UTILIZADOS COMO CERCHAS DE LAS ESTRUCTURAS DE CARROCERÍAS DE BUSES*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

SÁNCHEZ, S. (2018). *SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DEL DOBLADO DE BARRAS DE COBRE DE LA EMPRESA INASEL CIA. LTDA*. Quito, Ecuador: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL .

TACZA, O. (2010). *Instrumentos eléctricos en tableros de medición y protección*. Callao, Perú: Editorial Universitaria, Vicerrectorado de Investigación.

VAN KUIJK, J., VAN DRIEL, L. and VAN EIJK, D., 2015. Usability in product development practice; an exploratory case study comparing four markets. *Applied Ergonomics*, 47, pp. 308-323.

## 9 ANEXOS:

### 9.1 Anexo 01: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEF. CONCEP-TUAL	DEF. OPERACIONAL	INDICADORES	TIPO
V.I. herramienta multifuncional portátil	“...herramienta, técnica o procedimiento usado por el diseñador para llevar a cabo...” (CROSS, 2008) una herramienta multifuncional portátil de barras de cobre para tableros eléctricos	Utilización de la herramienta en los meses de enero a noviembre del 2019	Uso de la herramienta	Razón
		Elaboración de los planos de la herramienta	Diseño de la herramienta	Nominal
V.D. eficiencia de mecanizado.	“...incremento de las unidades producidas utilizando los mismos recursos...” (KANAWATY, 2011) de mecanizado	Cuantificar la cantidad de barras dañadas por mecanización	Barras dañadas del total de Barras mecanizadas	Razón
		Medir los tiempos de acondicionamiento de las barras de cobre	Minutos por Barra doblada	Razón
		Calcular los costos de las actividades de acondicionamiento de barras de cobre	Costo de barras dobladas del total de Barras usadas	Razón
			Costo de M.O. de Barra doblada	Razón

Anexo 02: Matriz de consistencia

Título	Formulación del problema	Objetivos	Variables e indicadores	Población Muestra	Diseño	Técnicas e Instrumento de recolección de datos	Método de análisis de datos
<p>Aplicación de una herramienta multifuncional portátil para aumentar la eficiencia de mecanizado de las barras de cobre en tableros eléctricos</p>	<p><b><u>Pregunta general</u></b></p> <p>¿En cuánto disminuye el tiempo de mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos mediante el uso de una herramienta multifuncional portátil?</p>	<p><b><u>Objetivo general</u></b></p> <p>Determinar el aumento en la eficiencia de mecanizado de las barras de cobre de tableros eléctricos mediante una herramienta multifuncional portátil</p>	<p><b>Independiente:</b> Herramienta multifuncional</p> <p><b>Dependiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tiempo de mecanizado</li> <li>▪ Costo de barras de cobre</li> <li>▪ Costos de mano de obra</li> <li>▪ Número de barras malogradas</li> </ul>	<p><b><u>Población</u></b></p> <p>Total de barras de cobre mecanizadas durante los meses de enero a enero del 2019</p> <p><b><u>Muestra</u></b></p> <p>62 barras mecanizadas durante los meses de enero a enero del 2019.</p>	<p>Cuasi experimental con pre prueba y post prueba</p>	<p>Observación / Registro de tiempos y fallas en doblado de barras de cobre</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Análisis descriptivo</li> <li>▪ Prueba de Shapiro Will</li> <li>▪ Prueba de U Mann Whitney</li> <li>▪ T de Student para muestras independientes.</li> </ul>
	<p><b><u>Preguntas específicas</u></b></p> <p>¿En cuánto disminuye el tiempo de mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos mediante el uso de una herramienta multifuncional portátil?</p> <p>¿En cuánto disminuyen los costos de las barras de cobre utilizadas para tableros eléctricos mediante el uso de una herramienta multifuncional portátil?</p> <p>¿En cuánto disminuyen los costos de mano de obra en el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos mediante el uso de una herramienta multifuncional portátil?</p> <p>¿En cuánto disminuyen el número de barras malogradas durante el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos mediante el uso de una herramienta multifuncional portátil?</p>	<p><b><u>Objetivos específicos</u></b></p> <p>Disminuir el tiempo de mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos mediante el uso de una herramienta multifuncional portátil</p> <p>Disminuir el costo de las barras de cobre utilizadas para tableros eléctricos mediante el uso de una herramienta multifuncional portátil.</p> <p>Disminuir los costos de mano de obra en el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos mediante el uso de una herramienta multifuncional portátil</p> <p>Disminuir el número de barras malogradas durante el mecanizado de las barras de cobre para tableros eléctricos mediante el uso de una herramienta multifuncional portátil</p>					

### Anexo 03: Instrumento de recolección de datos

#### Registro de tiempos y fallas en doblado de barras de cobre

Operador	
Día	
Proyecto	

Barras mecanizadas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Minutos											
Barras dañadas											

Barras mecanizadas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Minutos											
Barras dañadas											

Tipo de barras	Precio de barras de cobre	Cant. Barras usadas	Total, de costo	S/. Traslados	S/. M.O. por hora	Tiempo de operación



**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, JUAN JOSE RENTAS SUAREZ con DNI N° 02603772. Ingeniero en ESPECIALIDAD MECANICA Y ELECTRICA .....  
 .....N°..... SUNEDU: .....de .....profe-  
 sión. ING MECANICO ELECTRICISTA ..... Desempeñándome actualmente  
 como CONSULTOR Y RESIDENTE DE OBRAS en  
LA ESPECIALIDAD DE ELECTRICIDAD .....

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Registro de tiempos y fallas en doblado de barras de cobre.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Ficha de cuadro de costos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 28 días del mes de noviembre del dos mil dieciocho.



Ing. : JUAN JOSÉ RENTERÍA SÁNCHEZ  
DNI : 02603772  
Especialidad : MECÁNICO Y ELECTRICISTA  
E-mail : jrenteria.sanchez@yahoo.com

-----  
Juan José Rentería Sánchez  
Ing. Mecánico y Electricista  
Registro del Colegio de Ingenieros 32123



**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, Oyler Rivera Gallo con DNI N° 02884211 Magister en MBA  
 .....N° ..... SUNEDU: ....., de profesión INGENIERO INDUSTRIAL Desempeñándome actualmente como DTC en UCV-Piura

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

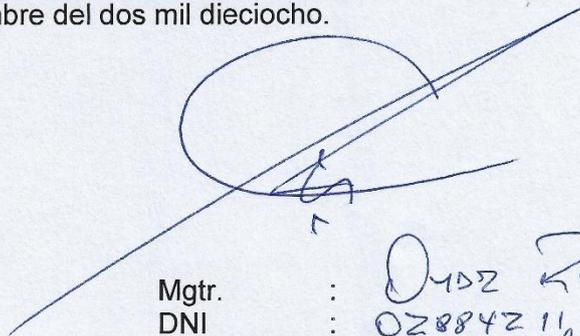
- Registro de tiempos y fallas en doblado de barras de cobre

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Ficha de cuadro de costos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

tos					
1. Claridad					
2. Objetividad					
3. Actualidad					
4. Organización					
5. Suficiencia					
6. Intencionalidad					
7. Consistencia					
8. Coherencia					
9. Metodología					

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 9 días del mes de diciembre del dos mil dieciocho.



Mgtr. : OVIDIO ROVERO COLLO  
 DNI : 02884211  
 Especialidad : INDUSTRIAL  
 E-mail : orivera@ucv.edu.pe

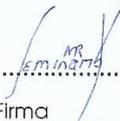
Anexo 5: Constancia de Turniting

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE PROYECTO DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, MSc. **Mario Seminario Atarama** docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo - Piura, revisor (a) del Proyecto de tesis titulado "**DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA MULTIFUNCIONAL PORTÁTIL PARA BARRAS DE COBRE DE TABLEROS ELÉCTRICOS PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA DE ENSAMBLE**", de la estudiante **CHÁVEZ HERRERA, DANIEL ANGEL** constato que la investigación tiene un índice de similitud de **15 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Piura, 28 de noviembre de 2018.

  
.....  
Firma  
**MSc. Ing. Mario Seminario Atarama**  
DNI: 02633043

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

### PRE TEST

	MUESTRAS	TIEMPO	COSTO DE BARRA UTILIZADA		COSTO DE M.O	BARRAS DAÑADAS	costo de barra por metro	medida de barra utilizada	dimensio n de barra en mm	barra total utilizada cm	costo de hora M. O	BARRAS DAÑADAS		
t a b l e r o  1	1	26.58	S/.	11.20	S/.	4.43	S/.	28.00	40	20 * 3 mm	360	S/.	10.00	0
	2	4.33	S/.	11.20	S/.	0.72								1
	3	29.08	S/.	11.20	S/.	4.85								0
	4	25.5	S/.	11.20	S/.	4.25								0
	5	30.08	S/.	11.20	S/.	5.01								0
	6	2.83	S/.	11.20	S/.	0.47								1
	7	26.41	S/.	11.20	S/.	4.40								0
	8	12.16	S/.	11.20	S/.	2.03								1
	9	30.33	S/.	11.20	S/.	5.06								0
t a b l e r o  2	1	29.91	S/.	14.00	S/.	4.99	S/.	35.00	40	20 * 5 mm	320	S/.	10.00	0
	2	26.08	S/.	14.00	S/.	4.35								0
	3	28.33	S/.	14.00	S/.	4.72								0
	4	25.58	S/.	14.00	S/.	4.26								0
	5	13.75	S/.	14.00	S/.	2.29								1
	6	27.66	S/.	14.00	S/.	4.61								0
	7	26.5	S/.	14.00	S/.	4.42								0
	8	9.83	S/.	14.00	S/.	1.64								1
t a b l e r o  3	1	26.41	S/.	15.96	S/.	4.40	S/.	42.00	38	30 * 3 mm	304	S/.	10.00	0
	2	7.5	S/.	15.96	S/.	1.25								1
	3	28.16	S/.	15.96	S/.	4.69								0
	4	28.41	S/.	15.96	S/.	4.74								0
	5	27.33	S/.	15.96	S/.	4.56								0
	6	26.91	S/.	15.96	S/.	4.49								0
	7	30.25	S/.	15.96	S/.	5.04								0
	8	11.66	S/.	15.96	S/.	1.94								1

t a b l e r o  n o  4	1	26.08	S/.	8.40	S/.	4.35	0	S/.	21.00	40	15 * 3 mm	360	S/.	10.00	0
	2	30.33	S/.	8.40	S/.	5.06	0								0
	3	30.58	S/.	8.40	S/.	5.10	0								0
	4	3.75	S/.	8.40	S/.	0.63	1								1
	5	27.83	S/.	8.40	S/.	4.64	0								0
	6	26.33	S/.	8.40	S/.	4.39	0								0
	7	29.16	S/.	8.40	S/.	4.86	0								0
	8	9.08	S/.	8.40	S/.	1.51	1								1
	9	27.75	S/.	8.40	S/.	4.63	0								0
t a b l e r o  n o  5	1	27.12	S/.	14.00	S/.	4.52	0	S/.	35.00	38	20 * 5 mm	722	S/.	10.00	0
	2	8.44	S/.	14.00	S/.	1.41	1								1
	3	29.23	S/.	14.00	S/.	4.87	0								0
	4	30.44	S/.	14.00	S/.	5.07	0								0
	5	30.79	S/.	14.00	S/.	5.13	0								0
	6	11.25	S/.	14.00	S/.	1.88	1								1
	7	28.62	S/.	14.00	S/.	4.77	0								0
	8	14.73	S/.	14.00	S/.	2.46	1								1
	9	29.61	S/.	14.00	S/.	4.94	0								0
	10	28.66	S/.	14.00	S/.	4.78	0								0
	11	26.11	S/.	14.00	S/.	4.35	0								0
	12	25.16	S/.	14.00	S/.	4.19	0								0
	13	25.21	S/.	14.00	S/.	4.20	0								0
	14	26.81	S/.	14.00	S/.	4.47	0								0
	15	9.34	S/.	14.00	S/.	1.56	1								1
	16	28.72	S/.	14.00	S/.	4.79	0								0
	17	32.16	S/.	14.00	S/.	5.36	0								0
	18	31.87	S/.	14.00	S/.	5.31	0								0
	19	26.28	S/.	14.00	S/.	4.38	0								0

t a b l e r o  n o  6	1	33.28	S/.	12.60	S/.	5.55	0	S/.	28.00	45	20 * 3 mm	540	S/.	10.00	0
	2	16.39	S/.	12.60	S/.	2.73	1								1
	3	37.11	S/.	12.60	S/.	6.19	0								0
	4	35.56	S/.	12.60	S/.	5.93	0								0
	5	31.44	S/.	12.60	S/.	5.24	0								0
	6	21.38	S/.	12.60	S/.	3.56	1								1
	7	34.83	S/.	12.60	S/.	5.81	0								0
	8	17.72	S/.	12.60	S/.	2.95	1								1
	9	33.29	S/.	12.60	S/.	5.55	0								0
	10	35.61	S/.	12.60	S/.	5.94	0								0
	11	36.82	S/.	12.60	S/.	6.14	0								0
	12	35.70	S/.	12.60	S/.	5.95	0								0
t o a b l e r o  n o  7	1	27.92	S/.	16.80	S/.	4.65	0	S/.	42.00	40	30 * 3 mm	280	S/.	10.00	0
	2	28.37	S/.	16.80	S/.	4.73	0								0
	3	30.18	S/.	16.80	S/.	5.03	0								0
	4	22.63	S/.	16.80	S/.	3.77	1								1
	5	30.08	S/.	16.80	S/.	5.01	0								0
	6	29.58	S/.	16.80	S/.	4.93	0								0
	7	29.74	S/.	16.80	S/.	4.96	0								0
t a b l e r o  n o  8	1	27.48	S/.	8.40	S/.	4.58	0	S/.	21.00	40	15 * 3 mm	840	S/.	10.00	0
	2	29.55	S/.	8.40	S/.	4.93	0								0
	3	29.3	S/.	8.40	S/.	4.88	0								0
	4	7.32	S/.	8.40	S/.	1.22	1								1
	5	30.04	S/.	8.40	S/.	5.01	0								0
	6	28.52	S/.	8.40	S/.	4.75	0								0
	7	29.61	S/.	8.40	S/.	4.94	0								0
	8	29.49	S/.	8.40	S/.	4.92	0								0
	9	28.95	S/.	8.40	S/.	4.83	0								0
	10	30.82	S/.	8.40	S/.	5.14	0								0
	11	31.05	S/.	8.40	S/.	5.18	0								0
	12	29.77	S/.	8.40	S/.	4.96	0								0
	13	28.91	S/.	8.40	S/.	4.82	0								0
	14	29.27	S/.	8.40	S/.	4.88	0								0
	15	8.74	S/.	8.40	S/.	1.46	1								1
	16	11.39	S/.	8.40	S/.	1.90	1								1
	17	32.05	S/.	8.40	S/.	5.34	0								0
	18	31.48	S/.	8.40	S/.	5.25	0								0
	19	31.01	S/.	8.40	S/.	5.17	0								0
	20	31.63	S/.	8.40	S/.	5.27	0								0
	21	32.41	S/.	8.40	S/.	5.40	0								0

t a b l e r o  n o	1	34.22	S/.	10.50	S/.	5.70	0	S/.	35.00	30	20 * 5 mm	270	S/.	10.00	0
	2	33.92	S/.	10.50	S/.	5.65	0								0
	3	33.46	S/.	10.50	S/.	5.58	0								0
	4	32.91	S/.	10.50	S/.	5.49	1								1
	5	33.7	S/.	10.50	S/.	5.62	0								0
	6	31.65	S/.	10.50	S/.	5.28	0								0
	7	18.73	S/.	10.50	S/.	3.12	0								0
	8	34.78	S/.	10.50	S/.	5.80	0								0
	9	33.64	S/.	10.50	S/.	5.61	0								0
t a b l e r o  n o	1	46.29	S/.	12.60	S/.	7.72	0	S/.	28.00	45	20 * 3 mm	540	S/.	10.00	0
	2	48.32	S/.	12.60	S/.	8.05	0								0
	3	47.89	S/.	12.60	S/.	7.98	0								0
	4	51.37	S/.	12.60	S/.	8.56	0								0
	5	48.94	S/.	12.60	S/.	8.16	0								0
	6	49.51	S/.	12.60	S/.	8.25	0								0
	7	50.22	S/.	12.60	S/.	8.37	0								0
	8	53.18	S/.	12.60	S/.	8.86	0								0
	9	48.83	S/.	12.60	S/.	8.14	0								0
	10	22.7	S/.	12.60	S/.	3.78	1								1
	11	52.49	S/.	12.60	S/.	8.75	0								0
	12	52.11	S/.	12.60	S/.	8.69	0								0
t a b l e r o  n o	1	25.03	S/.	14.00	S/.	4.17	0	S/.	35.00	40	20 *5mm	840	S/.	10.00	0
	2	25.8	S/.	14.00	S/.	4.30	0								0
	3	26.71	S/.	14.00	S/.	4.45	0								0
	4	26.44	S/.	14.00	S/.	4.41	0								0
	5	15.2	S/.	14.00	S/.	2.53	1								1
	6	27.61	S/.	14.00	S/.	4.60	0								0
	7	27.07	S/.	14.00	S/.	4.51	0								0
	8	26.8	S/.	14.00	S/.	4.47	0								0
	9	11.42	S/.	14.00	S/.	1.90	1								1
	10	28.04	S/.	14.00	S/.	4.67	0								0
	11	27.47	S/.	14.00	S/.	4.58	0								0
	12	18.29	S/.	14.00	S/.	3.05	1								1
	13	26.52	S/.	14.00	S/.	4.42	0								0
	14	27.84	S/.	14.00	S/.	4.64	0								0
	15	26.09	S/.	14.00	S/.	4.35	0								0
	16	26.52	S/.	14.00	S/.	4.42	0								0
	17	27.61	S/.	14.00	S/.	4.60	0								0
	18	25.43	S/.	14.00	S/.	4.24	0								0
	19	26.01	S/.	14.00	S/.	4.34	0								0
	21	27.69	S/.	14.00	S/.	4.62	0								0

t a n . 1 2 r o	1	33.48	S/.	7.56	S/.	5.58	0	S/.	18.00	42	12 * 3 mm	336	S/.	10.00	0
	2	32.04	S/.	7.56	S/.	5.34	0								0
	3	33.68	S/.	7.56	S/.	5.61	0								0
	4	21.02	S/.	7.56	S/.	3.50	1								1
	5	32.64	S/.	7.56	S/.	5.44	0								0
	6	31.93	S/.	7.56	S/.	5.32	0								0
	7	32.25	S/.	7.56	S/.	5.38	0								0
	8	32.04	S/.	7.56	S/.	5.34	0								0

Anexo 07: Datos del Post Test

POST TEST

	MUESTRAS	TIEMPO	COSTO DE BARRA UTILIZADA		COSTO DE M.O POR BARRA		BARRAS DAÑADAS	costo de barra por metro	medida de barra en cm	dimension de barra en mm	barra total utilizada cm	costo de hora M. O		
t a b l e r o 1	1	19.67	S/.	9.80	S/.	3.28	0	S/.	28.00	35	20 * 3 mm	245	S/.	10.00
	2	17.23	S/.	9.80	S/.	2.87	0							
	3	18.42	S/.	9.80	S/.	3.07	0							
	4	17.35	S/.	9.80	S/.	2.89	0							
	5	17.05	S/.	9.80	S/.	2.84	0							
	6	17.97	S/.	9.80	S/.	3.00	0							
	7	19.05	S/.	9.80	S/.	3.18	0							
t a b l e r o 2	1	17.25	S/.	11.20	S/.	2.88	0	S/.	28.00	40	20 * 3 mm	280	S/.	10.00
	2	19.85	S/.	11.20	S/.	3.31	0							
	3	14.62	S/.	11.20	S/.	2.44	0							
	4	15.42	S/.	11.20	S/.	2.57	0							
	5	17.7	S/.	11.20	S/.	2.95	0							
	6	15.05	S/.	11.20	S/.	2.51	0							
	7	16.25	S/.	11.20	S/.	2.71	0							
t a b l e r o 3	1	16.68	S/.	14.70	S/.	2.78	0	S/.	35.00	42	20*5 mm	294	S/.	10.00
	2	19.15	S/.	14.70	S/.	3.19	0							
	3	20.47	S/.	14.70	S/.	3.41	0							
	4	19.75	S/.	14.70	S/.	3.29	0							
	5	20.52	S/.	14.70	S/.	3.42	0							
	6	15.35	S/.	14.70	S/.	2.56	0							
	7	16.1	S/.	14.70	S/.	2.68	0							

t a b l e r o 4	1	18.22	S/.	16.80	S/.	3.04	0	S/.	42.00	40	30* 3 mm	280	S/.	10.00
	2	16.7	S/.	16.80	S/.	2.78	0							
	3	17.05	S/.	16.80	S/.	2.84	0							
	4	18.22	S/.	16.80	S/.	3.04	0							
	5	19.9	S/.	16.80	S/.	3.32	0							
	6	18.27	S/.	16.80	S/.	3.05	0							
	7	15.65	S/.	16.80	S/.	2.61	0							
t a b l e r o 5	1	16.22	S/.	9.45	S/.	2.70	0	S/.	21.00	45	15 * 3 mm	540	S/.	10.00
	2	16.09	S/.	9.45	S/.	2.68	0							
	3	15.89	S/.	9.45	S/.	2.65	0							
	4	17.01	S/.	9.45	S/.	2.84	0							
	5	16.42	S/.	9.45	S/.	2.74	0							
	6	16.18	S/.	9.45	S/.	2.70	0							
	7	17.05	S/.	9.45	S/.	2.84	0							
	8	17.21	S/.	9.45	S/.	2.87	0							
	9	15.88	S/.	9.45	S/.	2.65	0							
	10	16.54	S/.	9.45	S/.	2.76	0							
	11	15.69	S/.	9.45	S/.	2.62	0							
	12	16.07	S/.	9.45	S/.	2.68	0							
t a b l e r o 6	1	14.95	S/.	13.30	S/.	2.49	0	S/.	28.00	45	20 * 3 mm	540	S/.	10.00
	2	14.05	S/.	13.30	S/.	2.34	0							
	3	15.23	S/.	13.30	S/.	2.54	0							
	4	15.81	S/.	13.30	S/.	2.64	0							
	5	14.07	S/.	13.30	S/.	2.35	0							
	6	15.72	S/.	13.30	S/.	2.62	0							
	7	15.78	S/.	13.30	S/.	2.63	0							
	8	14.80	S/.	13.30	S/.	2.47	0							
	9	16.21	S/.	13.30	S/.	2.70	0							
	10	15.04	S/.	13.30	S/.	2.51	0							
	11	15.47	S/.	13.30	S/.	2.58	0							

t a b l e r o  n o  7	1	14.95	S/.	14.00	S/.	2.49	0	S/.	35.00	40	20 * 5 mm	840	S/.	10.00
	2	14.05	S/.	14.00	S/.	2.34	0							
	3	15.23	S/.	14.00	S/.	2.54	0							
	4	15.81	S/.	14.00	S/.	2.64	0							
	5	14.07	S/.	14.00	S/.	2.35	0							
	6	15.72	S/.	14.00	S/.	2.62	0							
	7	15.78	S/.	14.00	S/.	2.63	0							
	8	14.8	S/.	14.00	S/.	2.47	0							
	9	16.21	S/.	14.00	S/.	2.70	0							
	10	15.04	S/.	14.00	S/.	2.51	0							
	11	15.47	S/.	14.00	S/.	2.58	0							
	12	15.59	S/.	14.00	S/.	2.60	0							
	13	14.38	S/.	14.00	S/.	2.40	0							
	14	15.03	S/.	14.00	S/.	2.51	0							
	15	16.11	S/.	14.00	S/.	2.69	0							
	16	15.38	S/.	14.00	S/.	2.56	0							
	17	15.56	S/.	14.00	S/.	2.59	0							
	18	14.88	S/.	14.00	S/.	2.48	0							
	19	16.01	S/.	14.00	S/.	2.67	0							
	20	16.27	S/.	14.00	S/.	2.71	0							
	21	15.4	S/.	14.00	S/.	2.57	0							
t a b l e r o  n o  8	1	12.73	S/.	9.80	S/.	2.12	0	S/.	28.00	35	20 * 3 mm	315	S/.	10.00
	2	12.81	S/.	9.80	S/.	2.14	0							
	3	13.04	S/.	9.80	S/.	2.17	0							
	4	12.67	S/.	9.80	S/.	2.11	0							
	5	13.06	S/.	9.80	S/.	2.18	0							
	6	12.62	S/.	9.80	S/.	2.10	0							
	7	14.02	S/.	9.80	S/.	2.34	0							
	8	13.9	S/.	9.80	S/.	2.32	0							
	9	13.35	S/.	9.80	S/.	2.23	0							
t a b l e r o  n o  9	1	16.01	S/.	8.40	S/.	2.67	0	S/.	21.00	40	15 * 3 mm	240	S/.	10.00
	2	16.56	S/.	8.40	S/.	2.76	0							
	3	15.88	S/.	8.40	S/.	2.65	0							
	4	16.3	S/.	8.40	S/.	2.72	0							
	5	15.55	S/.	8.40	S/.	2.59	0							
	6	16.28	S/.	8.40	S/.	2.71	0							

t a b l e 1 r o n o	1	13.61	S/.	12.60	S/.	2.27	0	S/.	35.00	36	20 * 5 mm	432	S/.	10.00
	2	13.59	S/.	12.60	S/.	2.27	0							
	3	13.04	S/.	12.60	S/.	2.17	0							
	4	12.92	S/.	12.60	S/.	2.15	0							
	5	13.41	S/.	12.60	S/.	2.24	0							
	6	13.05	S/.	12.60	S/.	2.18	0							
	7	12.83	S/.	12.60	S/.	2.14	0							
	8	12.8	S/.	12.60	S/.	2.13	0							
	9	13.07	S/.	12.60	S/.	2.18	0							
	10	13.48	S/.	12.60	S/.	2.25	0							
	11	14.01	S/.	12.60	S/.	2.34	0							
	12	13.52	S/.	12.60	S/.	2.25	0							
t a n b l e 1 r o	1	16.34	S/.	10.50	S/.	2.72	0	S/.	35.00	30	20 * 5 mm	240	S/.	39.00
	2	16.01	S/.	10.50	S/.	2.67	0							
	3	15.87	S/.	10.50	S/.	2.65	0							
	4	16.6	S/.	10.50	S/.	2.77	0							
	5	15.62	S/.	10.50	S/.	2.60	0							
	6	16.02	S/.	10.50	S/.	2.67	0							
	7	16.85	S/.	10.50	S/.	2.81	0							
	8	15.77	S/.	10.50	S/.	2.63	0							

## Anexo 10: Desarrollo de producto

El diseño de la máquina multifuncional tiene su origen en tres máquinas que se encuentran en el mercado, son máquinas chinas (<http://www.jpbusbarbending-machine.com/>) que permiten el corte, doblado y punzonado de las barras de cobre que se utilizan en los tableros de potencia.

### Máquina punzonadora



Esta máquina se utiliza principalmente para procesar la barra colectora de cobre y la barra colectora de aluminio. Esta máquina se utiliza para la fabricación eficiente de barras colectoras en las industrias de electrodomésticos de alta y baja tensión, brindando la ventaja competitiva para nuestros clientes globales. Será la mejor herramienta cuando procesa la barra colectora de cobre / aluminio.

#### #Parámetros técnicos:

N ° de Modelo	Prensa troqueladora	Espesor máximo de perforación	Max.Punch Depth	Peso	Punzones de perforación (mm)
CH-70	35 toneladas	12 mm	115mm	28Kg	Φ10.5, Φ13.8, Φ17, Φ20.5

### Máquina dobladora



Es una máquina especializada para doblar horizontal / niveladamente la barra colectora de cobre o aluminio. CB-150D es un tipo plegable. Al doblar la barra colectora de cobre a una forma de "N" o "L", se puede sacar el pasador de ubicación y abrir el molde. Es fácil conseguir nuestra barra de distribución en forma. La bomba de mano, la bomba de pie y la bomba eléctrica son todas opcionales. Nuestra configuración estándar es la bomba eléctrica hidráulica.

N ° de Modelo.	Presión nominal	Max. Anchura.	Max. Espesor	Peso de la máquina
CB-150D	16 TONELADAS	150 MM	10 MM	17.5 KG
CB-200A	20 TONELADAS	200 MM	12 MM	24 KG

## Máquina cortadora



Es una máquina especial para cortar barras colectoras de cobre y aluminio, la velocidad de corte es rápida, plana y no corta la interfaz de corte, no hay desperdicio después del corte lateral. Se usa para cortar barras colectoras de cobre y aluminio en operaciones de campo o de fábrica. Bomba de mano, bomba de pie y el motor eléctrico son todos opcionales.

N ° de Modelo.	Presión nominal	Max. Ancho de corte	Max. Espesor de corte	Tamaño de la máquina	Peso neto
CWC-200	20 TONELADAS	200 MM	12 MM	430 * 340 * 200 MM	35 KG

Los costos de importación y compra se buscaron en internet:

Máquina dobladora: \$316 (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/copper-hydraulic-busbar-bending-machines-60721726498.html?spm=a2700.8699010.normalList.7.6ff3cfc3ir0G3Z&s=p>)

Máquina punzonadora: \$421 ([https://spanish.alibaba.com/product-detail/hydraulic-busbar-punching-machine-60688341976.html?spm=a2700.md\\_es\\_ES.maylikeexp.9.6327283bDXcTf7](https://spanish.alibaba.com/product-detail/hydraulic-busbar-punching-machine-60688341976.html?spm=a2700.md_es_ES.maylikeexp.9.6327283bDXcTf7))

Máquina cortadora: \$316 ([https://spanish.alibaba.com/product-detail/bc-150v-bus-bar-machine-for-cutting-copper-and-aluminium-bus-bars-copper-bus-bar-cutting-machine-560397348.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_image.49bf42e3nqFPuk](https://spanish.alibaba.com/product-detail/bc-150v-bus-bar-machine-for-cutting-copper-and-aluminium-bus-bars-copper-bus-bar-cutting-machine-560397348.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.49bf42e3nqFPuk))

Siendo un total de \$1053, sin incluir gastos de envío e impuestos de importación. Al determinar el costo de las herramientas, y al observar su sencilla construcción, es que se dispone a proponer la construcción de un modelo integrado.

El material que se utilizará seta el Acero ASTM A500 por ser comercial y resistente (<https://www.yohersa.com/tubo-a500>):

## Descripción

Los tubos bajo norma ASTM A500 son productos estructurales de acero con costura en secciones cuadradas o rectangulares. Se fabrican a partir de flejes de acero, mediante un proceso de rolado.

Tienen longitudes de 6.0mts. Para otras longitudes, previa consulta.

## Aplicaciones

Se utilizan para la fabricación de estructuras comerciales, industriales y residenciales. Construcción de defensas viales, puentes peatonales y vehiculares, semáforos, vallas publicitarias, entre otros.

## Composición Química

Norma	C max %	Si max	Mn	P	S
A500 Grado A	0.26	-	1.35	0.04	0.04
A500 Grado B	0.30	-	1.35	0.05	0.06

## Propiedades Mecánicas

Norma	Límite de Fluencia	Resistencia a la tracción	Elongación
	Mpa	Mpa	%
A500 Grado A (Cuadrado y Rectangular)	270	310	25
A500 Grado B (Cuadrado y Rectangular)	317	400	23

## Tolerancias

Diámetro exterior mayor	+ / -
≤ 2.1/2"	0.020
< 2.1/2", ≤ 3.1/2"	0.025
< 3.1/2", ≤ 5.1/2"	0.030
< 5.1/2"	1%

1 Mpa = 10,2 **Kilogramo** por centímetro cuadrado [kgf/cm<sup>2</sup>]. Para la fuerza de tracción se realizan los cálculos:

400 Mpa = 4800 Kilogramos por centímetro cuadrado [kgf/cm<sup>2</sup>]. El área de corte del tubo cuadrado de 3" es de (2.54 cm/pulg. x 3 pulg.) x (4 lados) x (0.3 cm. Espesor) = 9.14 cm<sup>2</sup>. Es decir, posee una resistencia a la tracción de 37,291 Kilogramos, 37.3 Tn. La gata que se usará es de 20 Tn. El margen de seguridad es de  $(37.3 - 20) / 20 = 86.5\%$

Para la fuerza de fluencia, los cálculos son:

317 Mpa = 3233.4 Kilogramos por centímetro cuadrado [kgf/cm<sup>2</sup>]. El área calculada es de 9.14 cm<sup>2</sup>. Es decir, posee una resistencia a la fluencia de 29,553 Kilogramos, 29.5 Tn. La gata que se usará es de 20 Tn. El margen de seguridad es de  $(29.5 - 20) / 20 = 47.76\%$

Al analizar la observación de las máquinas, se procede a determinar los atributos del diseño de la misma:

Fuerza de acción:

soporte la fuerza de la gata cuando su vástago se extienda para presionar. Todas se accionan con fuerza hidráulica, movimiento líneas, se usan guías. Se determina que la fuerza de la máquina la producirá una gata hidráulica, con movimiento lineal vertical hacia arriba. Deberá tener un cajón de metal que los dispositivos que actuarán directamente con el cobre.

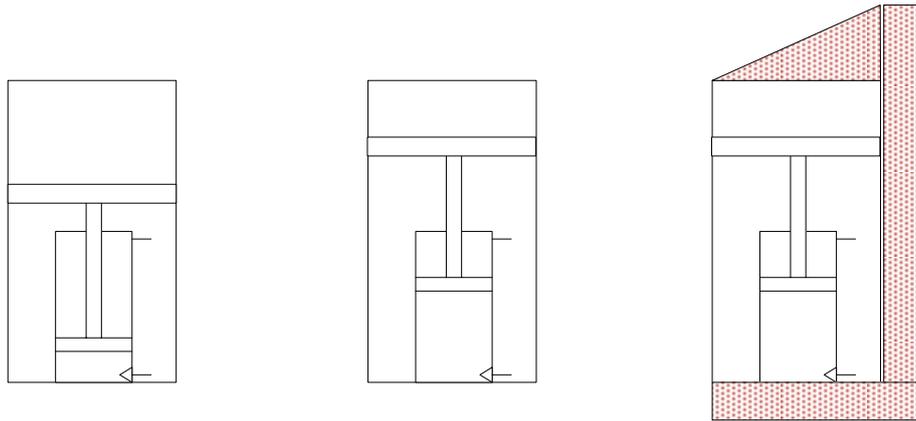


Figura 8. : Vista lateral de la caja de poder, paso a paso

Para facilitar el retorno del vástago de la gata, se colocarán resortes

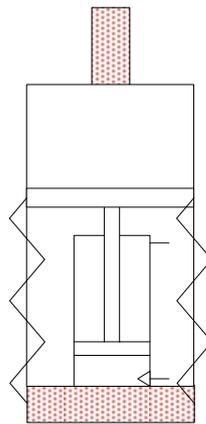


Figura 9. : Vista de frente, inserción de resortes



Figura 10. Caja de poder construida

Los componentes que actuarán directamente con las barras de cobre, se han diseñado basado en la función de corte, doblado o punzonado, Estos componentes son cambiables y ajustables.

#### Componente de corte

Al subir el vástago, hará presión con la cizalla que tiene forma de guillotina. Se ajusta con pernos en la base inferior de la caja de componentes.

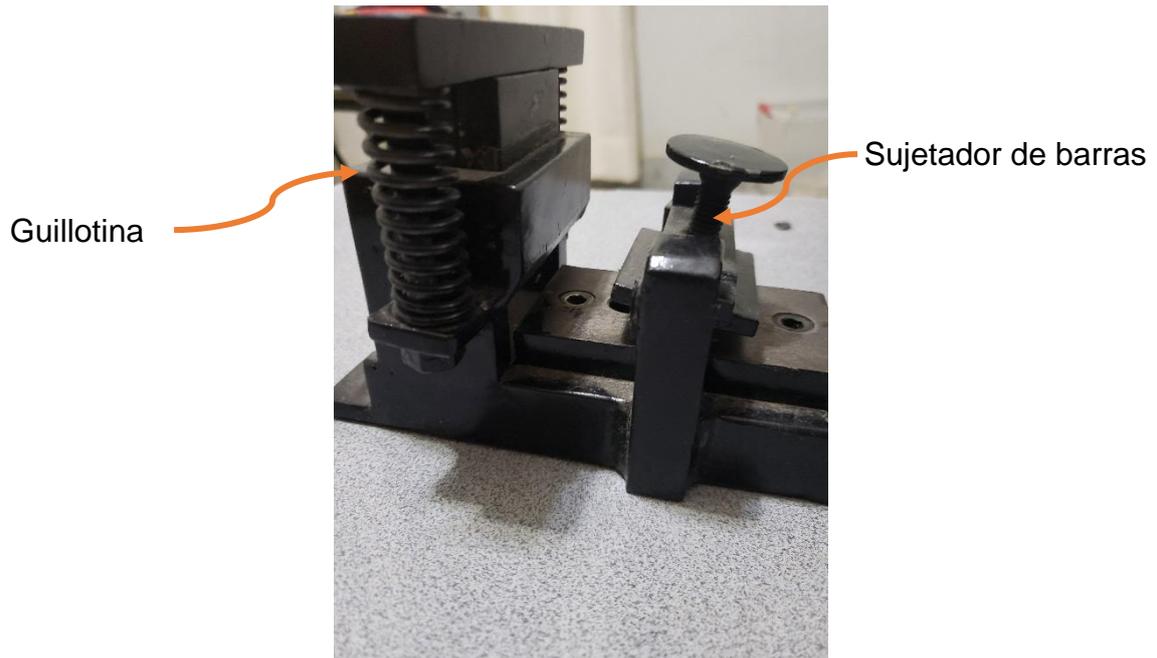


Figura 11. Cizalla de platinas de cobre. Vista lateral



Figura 12. Cizalla de platinas de cobre. Vista superior lateral



Figura 13. Cizalla de platinas de cobre. Vista posterior

Dobladora de barras: Debe permitir ajustar la ubicación de dobles, así como la distancia entre ellos. Para eso, se construyeron las cuñas que presionan las barras en una plataforma móvil, ajustable.



Figura 14. Dobladora de platinas de cobre. Ensayo en caja de fuerza



Figura 15. Dobladora de platinas de cobre. Vista lateral, en 02 graduaciones

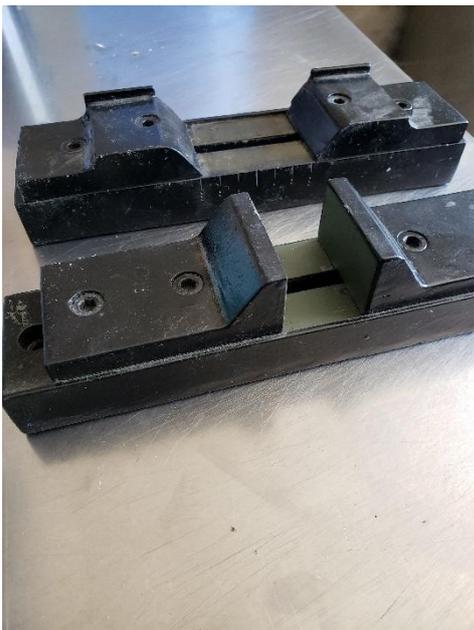


Figura 16. Dobladora de platinas de cobre. Vista lateral superior, en 02 graduaciones



Figura 17. Dobladora de platinas de cobre. Vista superior

Punzonadora de barras de cobre: deberá perforar las barras para ajustar las mismas al tablero con pernos. Debe tener al menos 2 diámetros de perforación

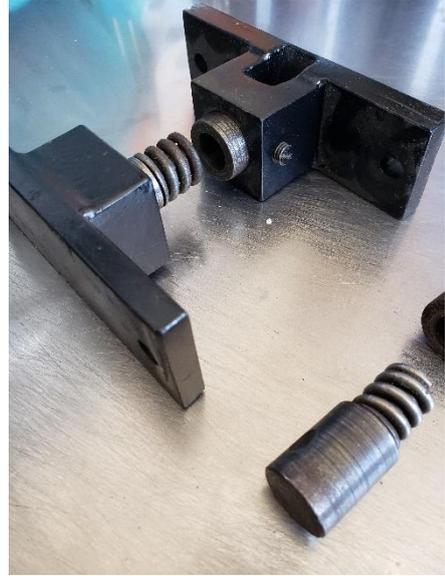
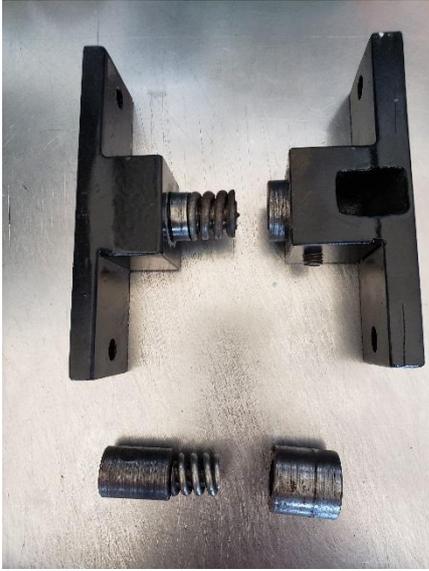
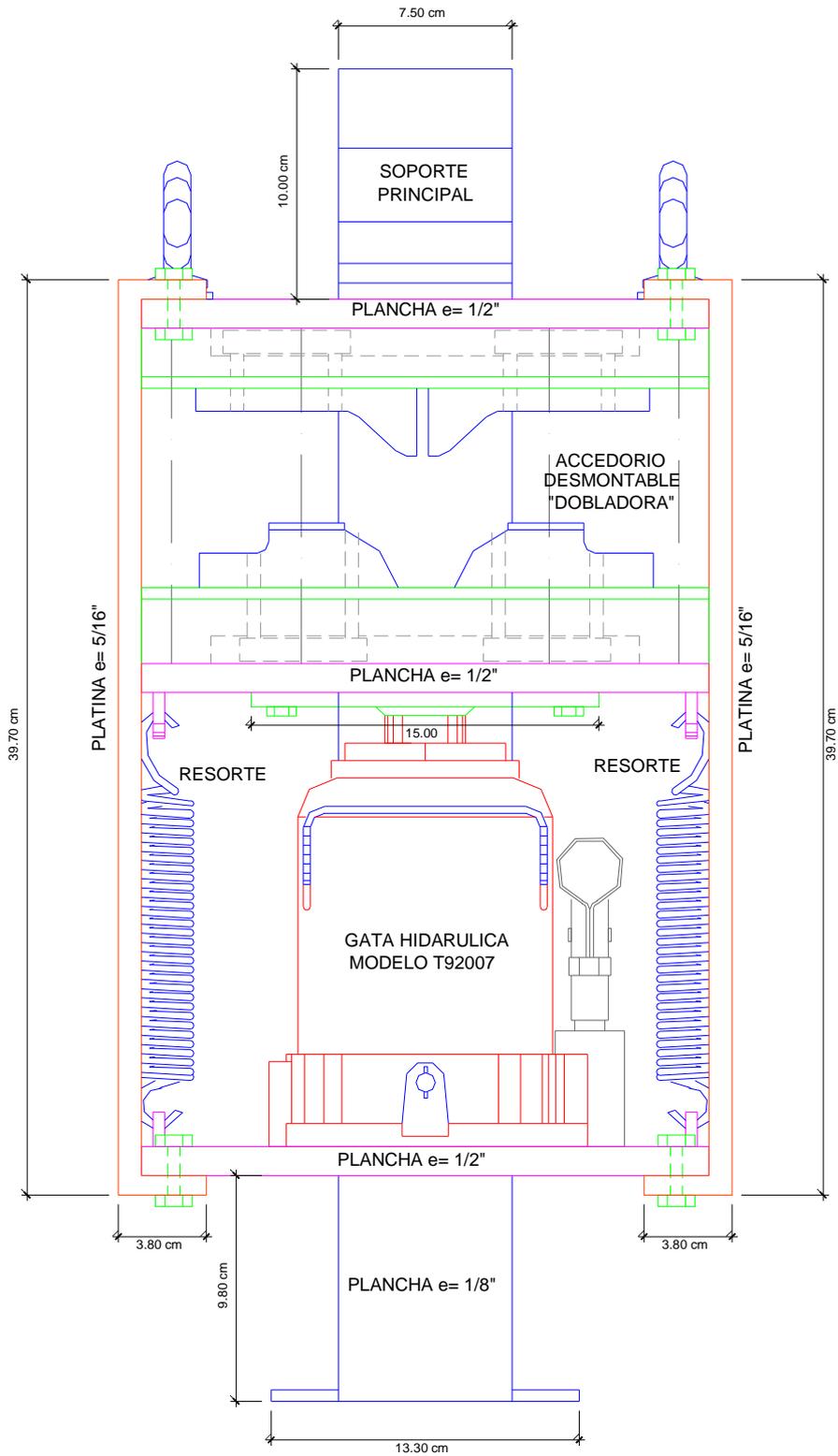


Figura 18. Punzadora de platinas de cobre. Vistas superiores



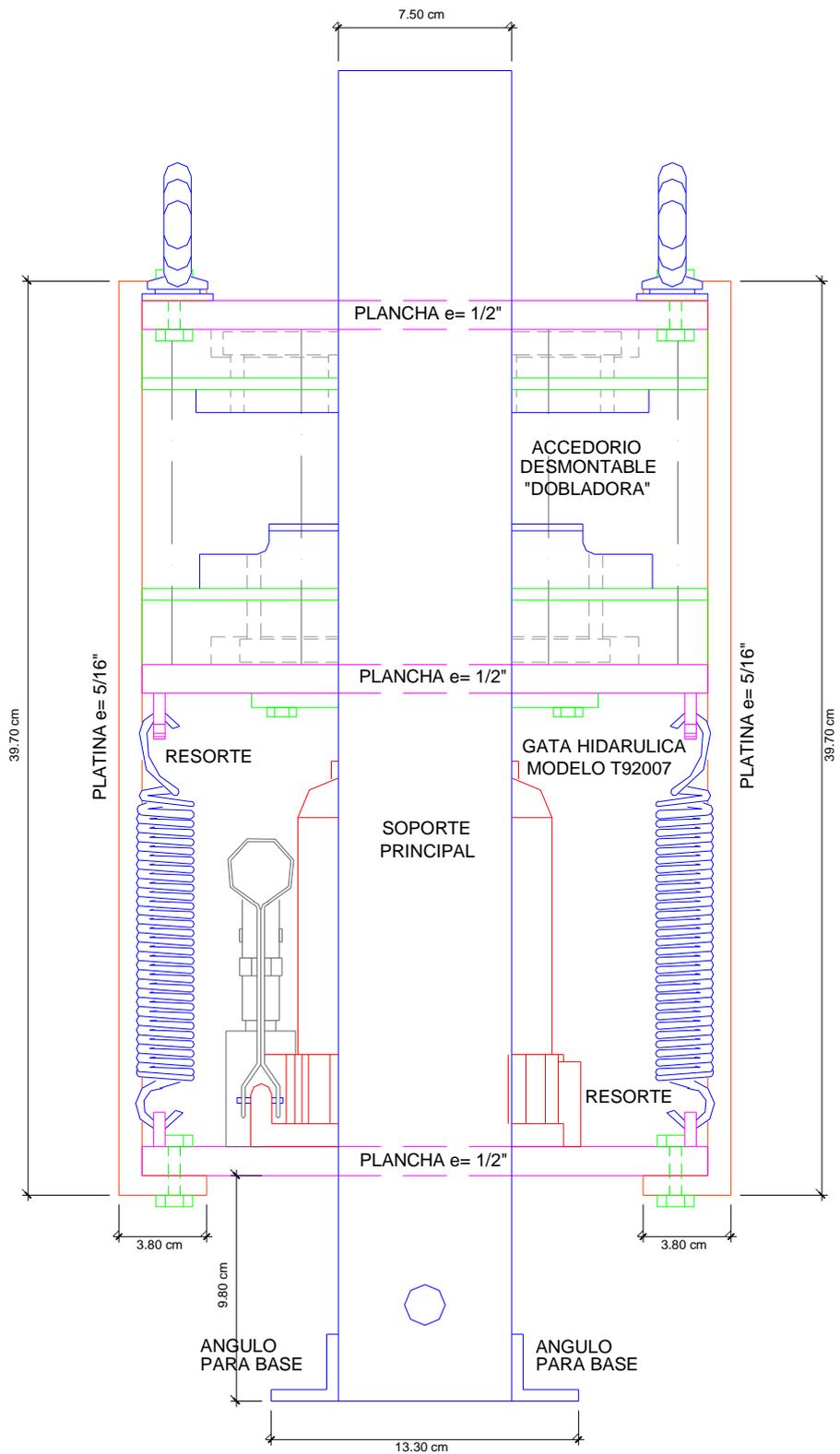
Figura 19. Punzonadora de platinas de cobre. Vistas superiores

ANEXO 12: PLANOS



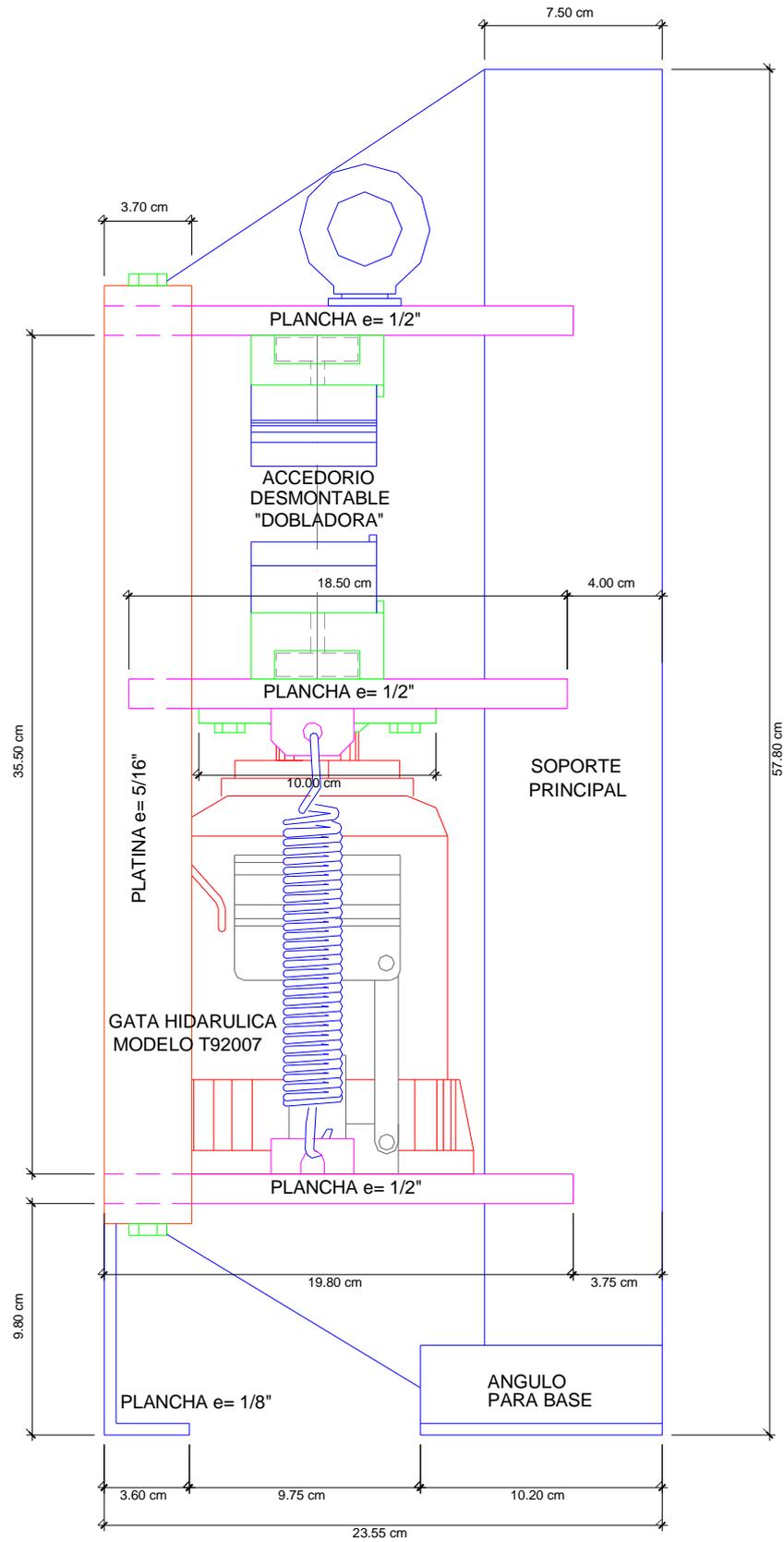
VISTA FRONTAL

ESC. 1/200



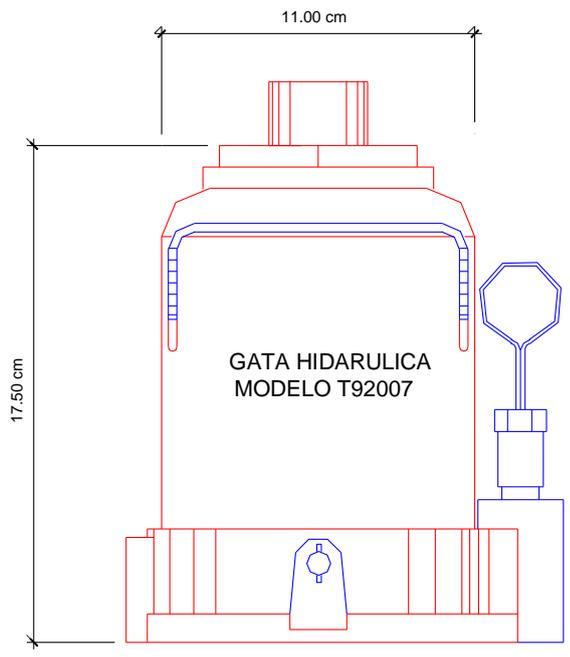
**VISTA POSTERIOR**

ESC. 1/200

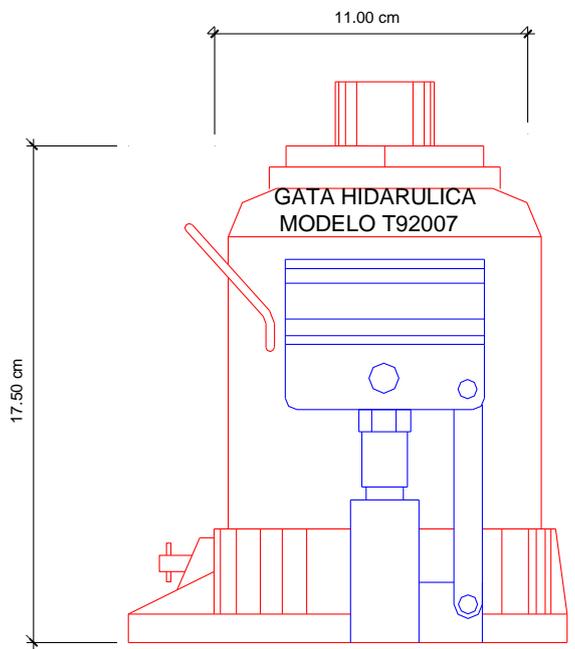


VISTA LATERAL

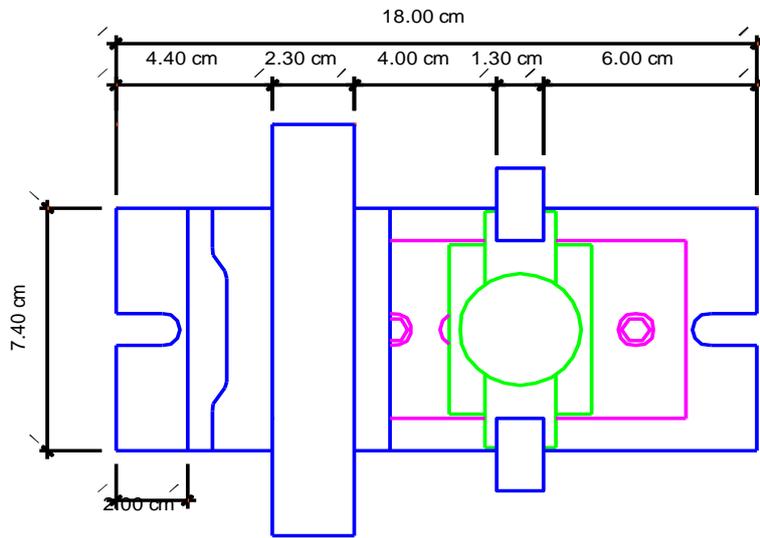
ESC. 1/200



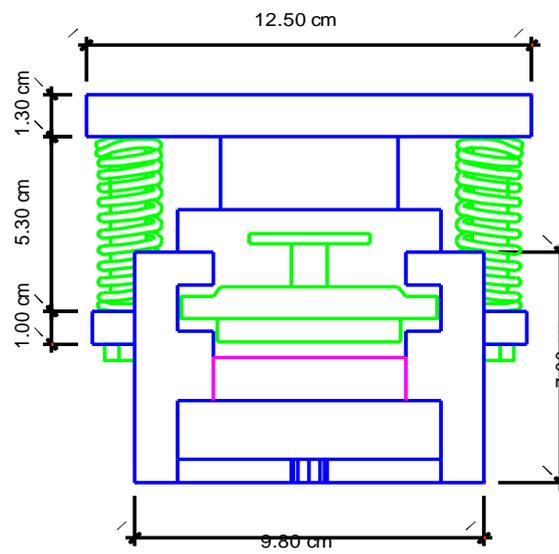
VISTA 1



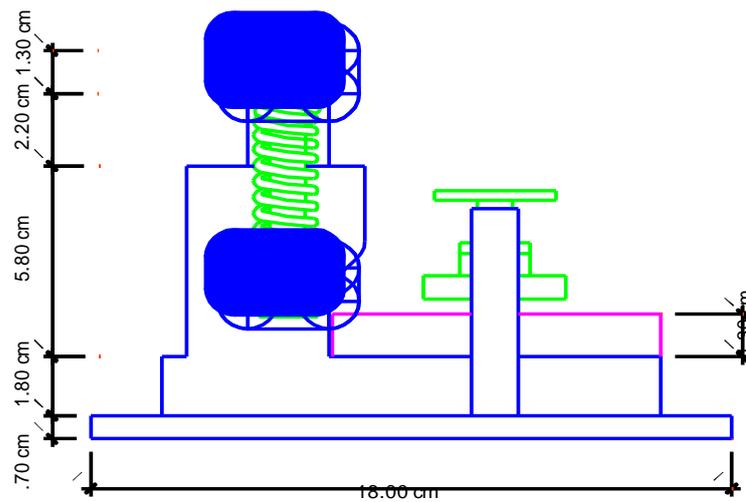
VISTA 2



PLANTA



VISTA PERFIL

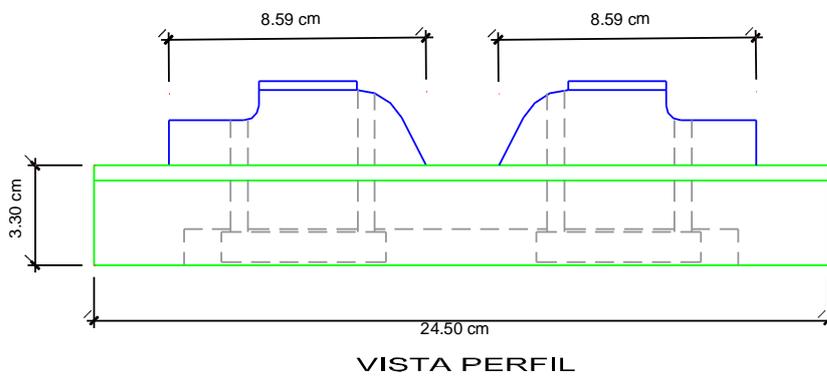
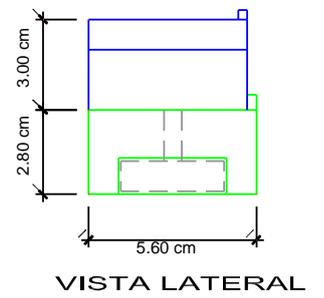
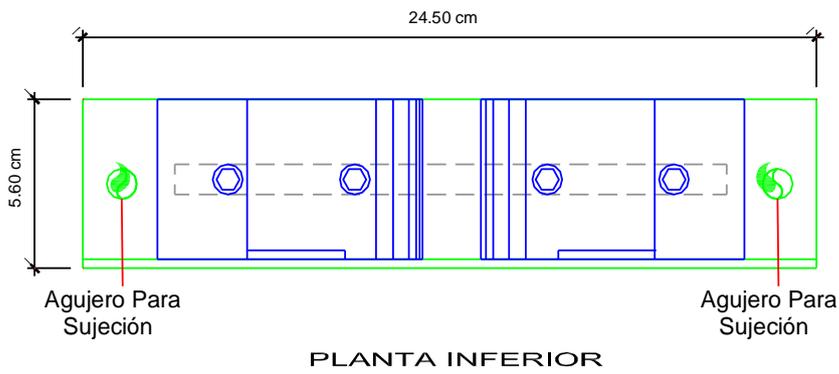
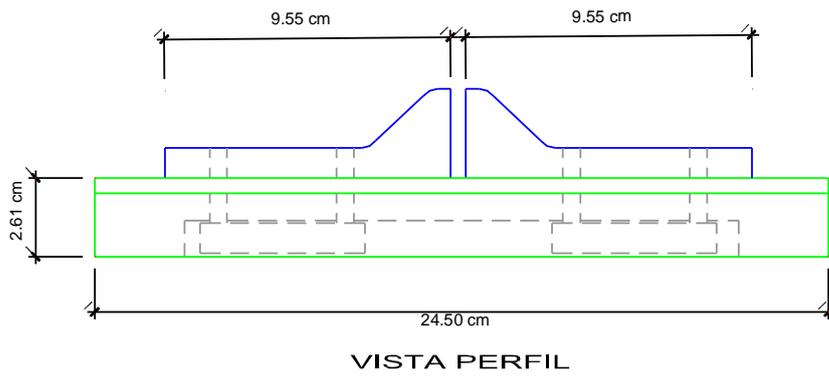
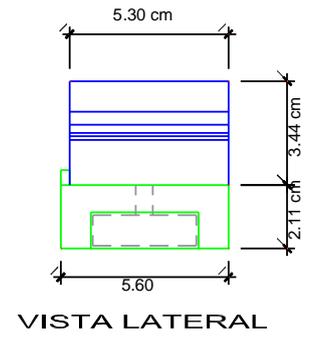
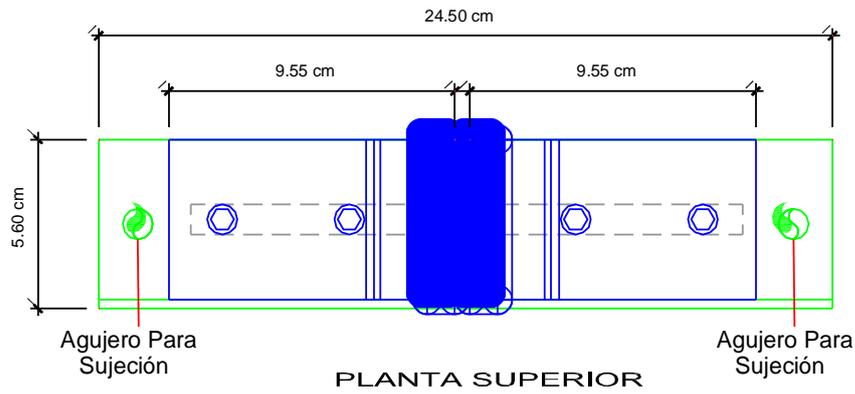


VISTA LATERAL

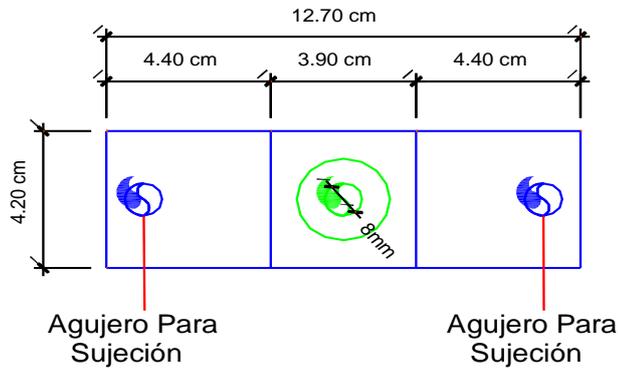
CIZALLA

ESC. 1/200

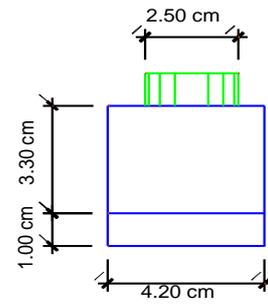




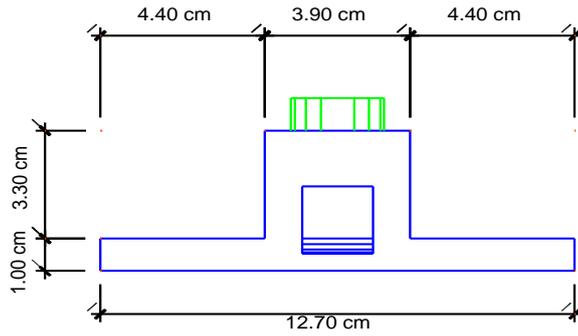
**DOBLADORA**  
ESC. 1/200



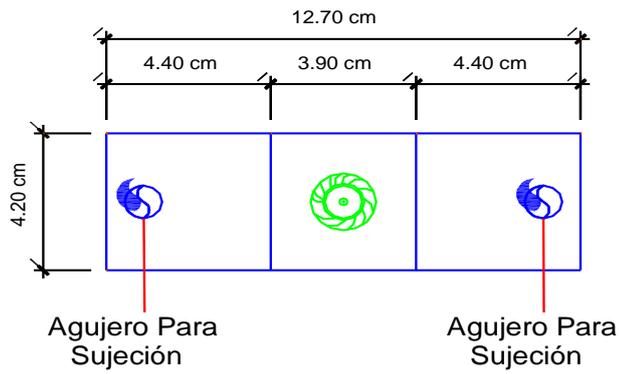
PLANTA INFERIOR



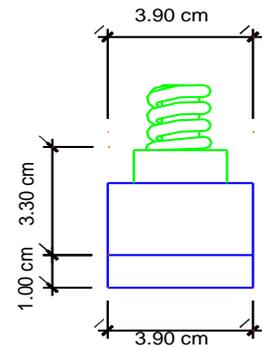
VISTA LATERAL



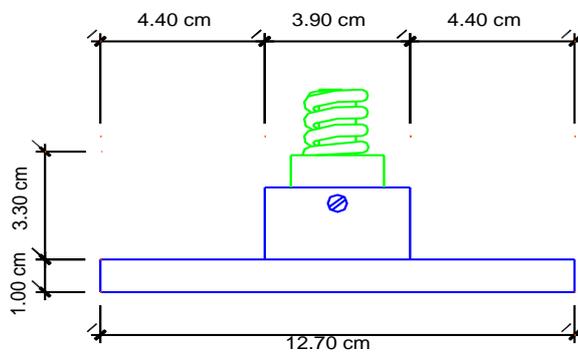
VISTA PERFIL



PLANTA SUPERIOR



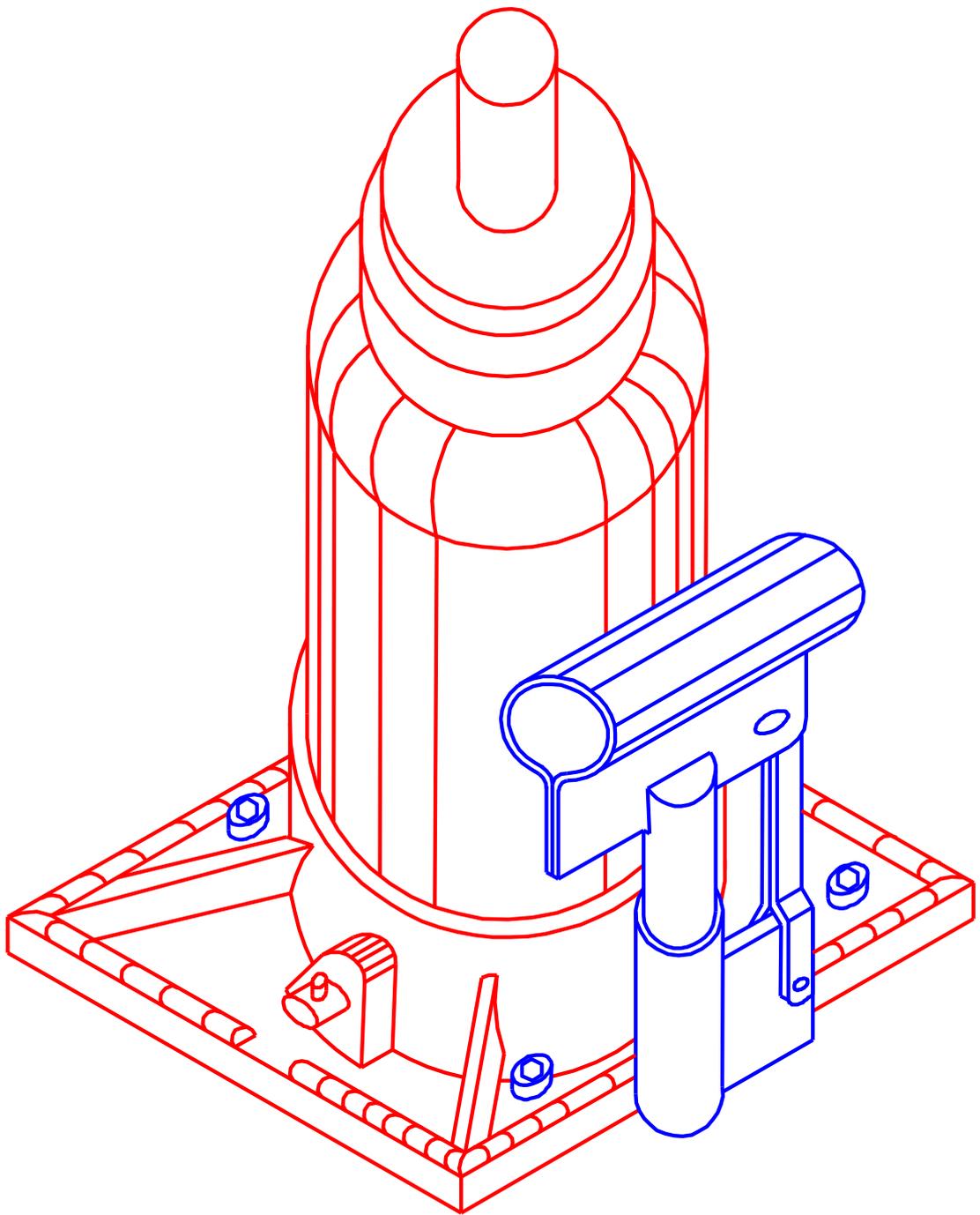
VISTA LATERAL



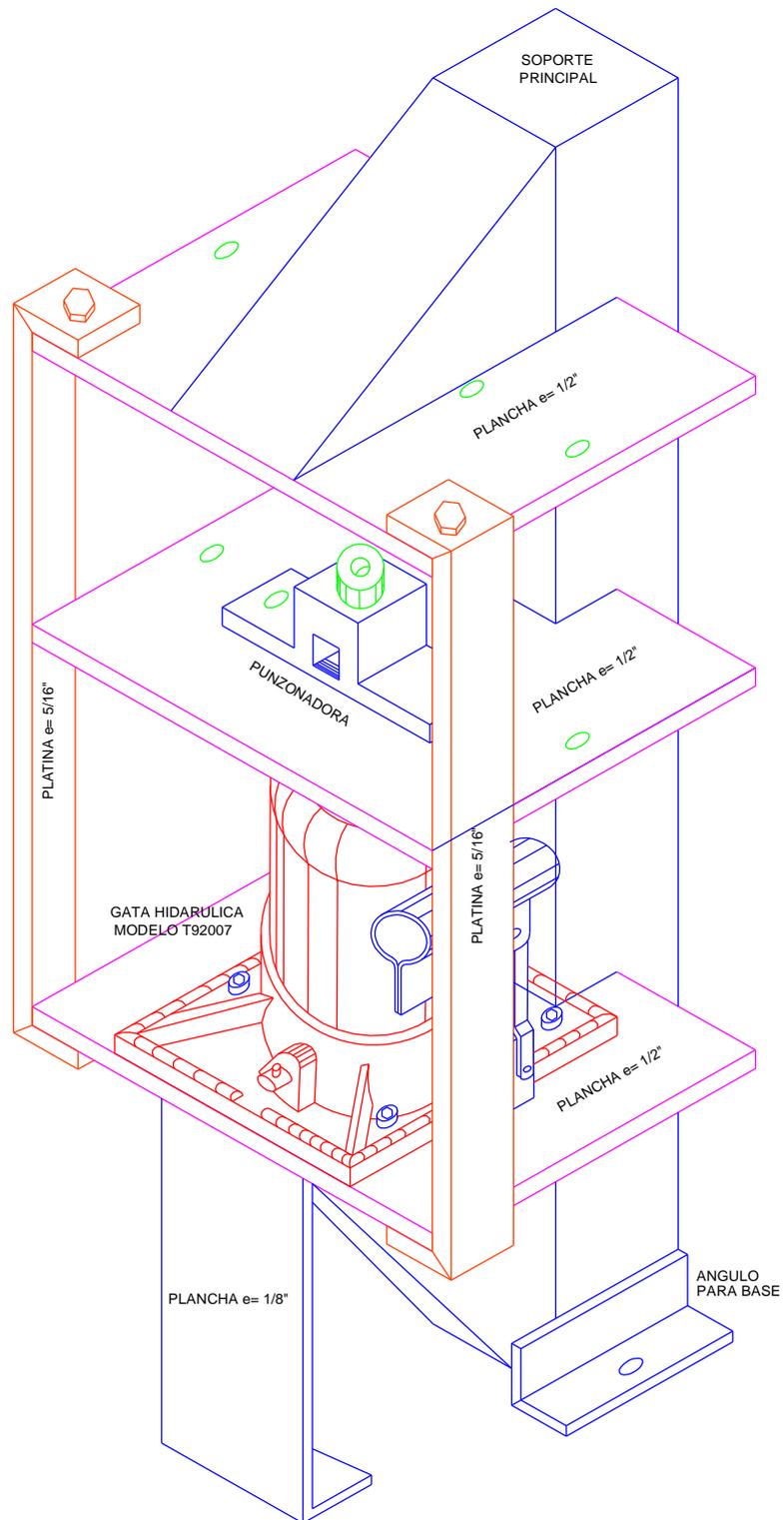
VISTA PERFIL

## PUNZONADORA

ESC. 1/200



ISOMETRIA  
GATA HIDARULICA  
MODELO T92007



ISOMETRIA GENERAL