

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“REDISEÑO DE LA MÁQUINA PERFILADORA DE PELDAÑOS  
PARA EL PROCESO DE PUNZONADO EN LA EMPRESA  
PRODAC S.A. PERIODO 2022-2023”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

**ERNESTO QUINTÍN OBREGÓN FLORES**

**Callao, 2023**

**PERÚ**

## Document Information

---

<b>Analyzed document</b>	1. INFORME POR SUFICIENCIA LABORAL-ERNESTO QUINTIN OBREGON FLORES (ultimo).docx (D175830021)
<b>Submitted</b>	2023-10-12 19:00:00
<b>Submitted by</b>	
<b>Submitter email</b>	investigacion.fime@unac.pe
<b>Similarity</b>	2%
<b>Analysis address</b>	investigacion.fime.unac@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

---

<b>W</b>	URL: <a href="https://dokumen.tips/documents/introduccion-a-la-tecnologia-de-las-matricespdf.html?page=40">https://dokumen.tips/documents/introduccion-a-la-tecnologia-de-las-matricespdf.html?page=40</a> Fetched: 2023-10-12 19:00:00		<b>1</b>
<b>SA</b>	<b>1600141377_24__PROYECTO_DE_CURSO-BROWN-SUAREZ.pdf</b> Document 1600141377_24__PROYECTO_DE_CURSO-BROWN-SUAREZ.pdf (D80732770)		<b>2</b>
<b>SA</b>	<b>TESIS FRANKLIN NAZARENO 3.docx</b> Document TESIS FRANKLIN NAZARENO 3.docx (D41917689)		<b>1</b>
<b>SA</b>	<b>16762-Arias Figueroa, Edgar Martin.pdf</b> Document 16762-Arias Figueroa, Edgar Martin.pdf (D52053986)		<b>1</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://dibumet.com/matrices-de-corte">https://dibumet.com/matrices-de-corte</a> Fetched: 2023-10-12 19:00:00		<b>1</b>
<b>SA</b>	<b>TESIS_ORTIZ MARIO.pdf</b> Document TESIS_ORTIZ MARIO.pdf (D41223054)		<b>2</b>
<b>SA</b>	<b>Memoria-trabajo final-de grado-Ridouane-Ghardache.pdf</b> Document Memoria-trabajo final-de grado-Ridouane-Ghardache.pdf (D85319000)		<b>1</b>

## Entire Document

---

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA – ENERGÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
"REDISEÑO DE LA MÁQUINA PERFILADORA DE PELDAÑOS PARA EL PROCESO DE PUNZONADO EN LA EMPRESA PRODAC S.A. PERIODO 2022-2023"

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA y DE ENERGÍA  
I CICLO TALLER DE TITULACIÓN PROFESIONAL POR LA MODALIDAD DE  
**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL 2023**  
**JURADO DE SUSTENTACIÓN**

---

**INFORME Nº 008-2023-JS-I-CT-TSP-23**

Visto el informe de Trabajo de Suficiencia Profesional titulado: **"REDISEÑO DE LA MÁQUINA PERFILADORA DE PELDAÑOS PARA EL PROCESO DE PUNZONADO EN LA EMPRESA PRODAC S.A. PERIODO 2022- 2023"**, presentado por el Bachiller en Ingeniería Mecánica: **OBREGÓN FLORES, ERNESTO QUINTÍN**.

**A QUIEN CORRESPONDA:**

El presidente del Jurado de Sustentación del I ciclo taller de titulación por la modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional 2023, manifiesta que la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional titulado: **"REDISEÑO DE LA MÁQUINA PERFILADORA DE PELDAÑOS PARA EL PROCESO DE PUNZONADO EN LA EMPRESA PRODAC S.A. PERIODO 2022- 2023"**, se realizó el día 15 de octubre 2023 en el horario de 17:40PM. en forma presencial, encontrándose algunas observaciones en el Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional.

Posteriormente el bachiller **OBREGÓN FLORES, Ernesto Quintín**, presentó el levantamiento de las observaciones; luego de la respectiva revisión minuciosa, el jurado da por aprobado el Trabajo Suficiencia Profesional.

Se emite el presente informe para los fines pertinentes.

Callao, 15 de diciembre 2023.

.....  
Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldan  
Presidente de Jurado de Sustentación  
I-CT-TSP-23

**LIBRO 001 FOLIO No. 200 ACTA N° 152 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

A los 15 días del mes octubre, del año 2023, siendo las 17:40 horas, se reunieron, en el auditorio de Mecánica de Fluidos de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, sito Av. Juan Pablo II N° 306 Bellavista – Callao, el **JURADO DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** para la obtención del título profesional de INGENIERO MECÁNICO, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

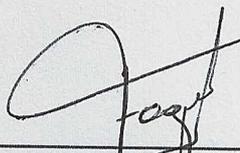
Dr.	<b>FELIX ALFREDO GUERRERO ROLDAN</b>	: <b>Presidente</b>
Mg.	<b>ALFONSO SANTIAGO CALDAS BASAURI</b>	: <b>Secretario</b>
Mg.	<b>ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA</b>	: <b>Miembro</b>

Se dio inicio al acto de sustentación del informe de trabajo de suficiencia profesional del Bachiller **OBREGÓN FLORES, ERNESTO QUINTÍN** quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico, sustenta el informe titulado "**REDISEÑO DE LA MÁQUINA PERFILADORA DE PELDAÑOS PARA EL PROCESO DE PUNZONADO EN LA EMPRESA PRODAC S.A. PERIODO 2022- 2023**", cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera presencial en el auditorio Mecánica de Fluidos,

Contando con la presencia del Supervisor General, Decano de la Facultad de Ciencias Económicas Dr. Augusto Caro Anchay, Supervisor de la FIME, Mg. Carlos Zacarias Diaz Cabrera y el representante de la Comisión de Grados y Títulos Mg. Jorge Luis Ilquimiche Melly.

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la sustentación, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó por unanimidad: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y calificación cuantitativa **15 (QUINCE)**, la presente sustentación, conforme a lo dispuesto en el Art. 24 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 150-2023- CU del 15 de junio del 2023.

Se dio por cerrada la Sesión a las 18:15 horas del día 15 octubre de 2023.



**Dr. FELIX ALFREDO GUERRERO ROLDAN**  
Presidente



**Mg. ALFONSO SANTIAGO CALDAS BASAURI**  
Secretario



**Mg. ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA**  
Miembro

## **DEDICATORIA**

A Dios, que me ha dado la calma y fortaleza por salir adelante y superar las dificultades y retos de mi vida.

A mis padres que estuvieron siempre conmigo apoyándome en salir adelante, en las dificultades.

A mis hijos Ernesto y Mireya, que animan y alegran la vida en mi lucha día a día por ser mejor y cumplir las metas trazadas.

A mi compañera de vida Jehnny, al darme su apoyo la seguridad y confianza en cumplir mis objetivos

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional del Callao, en su facultad FIME. Por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

A mis abuelos y padres, por todo el sacrificio y esfuerzo que han realizado por darme una buena educación.

A todas las amistades que de una u otra forma han contribuido en mi desarrollo personal y profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS .....	5
ÍNDICE DE TABLAS .....	6
ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
I. ASPECTOS GENERALES.....	9
1.1. Objetivos .....	9
1.1.1 Objetivo general .....	9
1.1.2 Objetivos específicos .....	9
1.2. Organización de la empresa o institución .....	9
1.2.1 Breve reseña histórica .....	9
1.2.2 Filosofía empresarial .....	10
1.2.3 Sistema integrado de gestión .....	10
1.2.4 Estructura organizacional de la empresa .....	13
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL .....	14
2.1. Marco teórico .....	14
2.1.1. Antecedentes.....	14
2.1.2. Bases teóricas.....	20
2.1.3. Marco normativo.....	39
2.1.4. Definición de términos básicos .....	40
2.2. Descripción de las actividades desarrolladas .....	41
2.2.1. Funciones desarrolladas en la empresa .....	41
2.2.2. Cronograma de actividades .....	44
III. APORTES REALIZADOS.....	50
3.1. Evaluación del diseño y funcionamiento de la máquina perfiladora de peldaños para el proceso de punzonado.....	50

3.1.1.	Plan de evaluación de la zona de punzonados .....	51
3.1.2.	Plan de propuesta y cotización .....	53
3.1.3.	Plan de conformidad y planificación.....	54
3.2.	Realización del proyecto de rediseño de la máquina perfiladora de peldaños.....	56
3.2.1.	Cálculo de la fuerza de los actuadores oleohidráulicos dispuestos en la máquina .....	56
3.2.2.	Cálculo de las fuerzas de transformación del proceso de punzonados .....	58
3.2.3.	Desmontaje de estación para el acondicionamiento de 2 punzones .....	66
3.2.4.	Proceso de fabricación de componentes de matriz de 2 punzones .....	69
3.2.5.	Desmontaje de estación para el acondicionamiento de 4 punzones .....	80
3.2.6.	Implementación y elaboración de estación de 4 punzonados .....	82
3.3.	Determinación de los costos de construcción y montaje del proyecto .....	92
3.3.1.	Costo de materiales para punzonadora de 2 punzones ...	92
3.3.2.	Costo de materiales para punzonadora de 4 punzones....	93
3.3.3.	Costos generales (servicios, personal y logística).....	94
3.3.4.	Costo total del proyecto de rediseño .....	95
3.3.5.	Curva S ( costo proyectado – costo real ) del proyecto .....	95

3.4.	Ejecutar pruebas para verificación del funcionamiento del proyecto con satisfacción del cliente .....	96
3.4.1.	Montaje y operatividad de estación de 2 punzonados.....	96
3.4.2.	Montaje y operatividad de estación de 4 punzonados .....	99
3.4.3.	Evidencias satisfacción del cliente .....	102
IV.	DISCUSIONES Y CONCLUSIONES .....	103
4.1.	Discusión .....	103
4.2.	Conclusiones .....	105
V.	RECOMENDACIONES .....	106
VI.	BIBLIOGRAFÍA .....	107
	ANEXOS .....	109
Anexo 1.	Plano en conjunto matriz de 2 punzones .....	110
Anexo 2.	Plano de vistas principales matriz de 2 punzones .....	111
Anexo 3.	Plano de base inferior .....	112
Anexo 4.	Plano de columna .....	113
Anexo 5.	Plano de bocina .....	114
Anexo 6.	Plano de base superior .....	115
Anexo 7.	Plano de pin guía superior, perno socket sujetador porta punzón ...	116
Anexo 8.	Plano de porta punzón .....	117
Anexo 9.	Plano de punzón .....	118
Anexo 10.	Plano de perno sujetador de planchador, resorte, contratuerca ....	119
Anexo 11.	Plano de placa planchador .....	120
Anexo 12.	Plano de matriz .....	121
Anexo 13.	Plano de porta matriz .....	122
Anexo 14.	Plano de pin guía inferior, perno socket sujetador de matriz .....	123
Anexo 15.	Plano en conjunto matriz de 4 punzones .....	124
Anexo 16.	Plano de vistas principales matriz de 4 punzones .....	125
Anexo 17.	Plano de base superior .....	126
Anexo 18.	Plano de pin guía, perno socket para porta punzón, bocina .....	127

Anexo 19. Plano de porta punzón .....	128
Anexo 20. Plano de perno socket sujetador de planchador, contratuerca ....	129
Anexo 21. Plano de placa planchador.....	130
Anexo 22. Plano de columna .....	131
Anexo 23. Plano de base inferior (4 punzones ).....	132
Anexo 24. Plano de pin guía inferior, perno socket sujetador de matriz .....	133
Anexo 25. Plano de matriz (4 punzones).....	134
Anexo 26. Plano de resorte, (4 punzones).....	135
Anexo 27. Evidencias trabajo realizado en máquina perfiladora de rieles – Sujetar SAC. (cotización) .....	136
Anexo 28. Evidencias trabajo realizado en máquina perfiladora de rieles – Sujetar SAC. (R.H.E) .....	137
Anexo 29. Formatos a obtener en máquina perfiladora .....	138
Anexo 30. Características técnicas bobina acero Tramontana - ASTM A653 Z120 .....	139
Anexo 31. Especificaciones técnicas aceros usados acero h ( Bohler) .....	140
Anexo 32. Acero especial k100 ( Bohler) .....	141
Anexo 33. Acero VCL ( Bohler) .....	142
Anexo 34. Elementos unión normalizados pernos comerciales norma DIN 912 clase 12.9.....	143
Anexo 35. Pasadores ajustadores DIN 1433 .....	143
Anexo 36. Tuercas DIN 934 .....	144
Anexo 37. Elementos comerciales catálogo de pernos socket - tuercas Simeca SAC Perú .....	145
Anexo 38. Tabla referencial del cálculo de fuerza ( presión- diámetro).....	146
Anexo 39. Ficha técnica de producto aplicado ( peldaños) ficha técnica Sujetar SAC. ....	147
Anexo 40. Foto de evaluación de máquina perfiladora de peldaños.....	148
Anexo 41. Foto de operatividad de máquina perfiladora de peldaños .....	148

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1	Valor de las tolerancias de los grupos de lámina metálica .....	28
Cuadro 2.2	Aceros para matrices .....	38
Cuadro 3.1	Procesos a realizar en el desmontaje (2 punzones).....	68
Cuadro 3.2	Procesos de maquinado porta punzón .....	72
Cuadro 3.3	Procesos de maquinado del punzón .....	73
Cuadro 3.4	Procesos de maquinado placa planchador .....	74
Cuadro 3.5	Procesos de maquinado de matriz para 2 punzones .....	75
Cuadro 3.6	Procesos de maquinado base porta matriz .....	76
Cuadro 3.7	Procesos a realizar en el desmontaje de la estación principal.....	81
Cuadro 3.8	Procesos de maquinado del porta punzón para 4 punzones .....	85
Cuadro 3.9	Procesos de maquinado del punzón (4 punzones) .....	86
Cuadro 3.10	Procesos de maquinado placa planchador para 4 punzones .....	87
Cuadro 3.11	Procesos de maquinado matriz para 4 punzones .....	89
Cuadro 3.12	Procesos a realizar en el montaje de matriz de 2 punzones ...	96
Cuadro 3.13	Procesos para realizar el montaje de estación (4 punzonados)....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Cronograma de actividades de evaluación de zona de punzonados .....	44
Tabla 2.2 Cronograma de actividades de evaluación de propuesta y cotización .....	44
Tabla 2.3 Cronograma de actividades evaluación de conformidad y planificación .....	45
Tabla 2.4 Cronograma de actividades de evaluación de desmontaje segunda estación de punzonados .....	45
Tabla 2.5 Cronograma de actividades de evaluación de implementación y elaboración de estación de 2 punzonados.....	46
Tabla 2.6 Cronograma de actividades de evaluación de montaje y operatividad de estación de 2 punzonados .....	46
Tabla 2.7 Cronograma de actividades de evaluación de desmontaje de estación para el acondicionamiento de 4 punzonados .....	47
Tabla 2.8 Cronograma de actividades de evaluación de implementación y elaboración de estación de 4 punzonados .....	47
Tabla 2.9 Cronograma de actividades de evaluación de montaje y operatividad de estación de 4 punzonados .....	48
Tabla 2.10 Resumen de secuencia de actividades.....	49
Tabla 3.1 Datos técnicos del material a punzonar .....	61
Tabla 3.2 Resistencia a la rotura de materiales más comunes .....	62
Tabla 3.3 Selección de resorte .....	65
Tabla 3.4 Costo de materiales para matriz ( 2 punzones) .....	92
Tabla 3.5 Costo de materiales para matriz ( 4 punzones). .....	93
Tabla 3.6 Costos generales (servicios, personal, logística).....	94
Tabla 3.7 Costo del proyecto de rediseño .....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Certificados de sistemas de gestión Prodac S.A.....	11
Figura 1.2	Productos producidos por Prodac S.A .....	12
Figura 1.3	Organigrama empresarial Prodac S.A .....	13
Figura 2.1	Máquina perfiladora .....	21
Figura 2.2	Proceso de perfilado .....	22
Figura 2.3	Aplicación de los peldaños.....	23
Figura 2.4	Operación de cizallado .....	24
Figura 2.5	Troquelado, punzonado .....	24
Figura 2.6	Esquema del cizallado con un punzón y una matriz indicando los puntos de corte.....	25
Figura 2.7	Esquema del cizallado con un punzón y una matriz indicando algunas de las variables del proceso.....	26
Figura 2.8	Características de la masa restante cizallada.....	26
Figura 2.9	Holgura .....	27
Figura 2.10	Holgura angular.....	29
Figura 2.11	Fuerza de extracción.....	29
Figura 2.12	Componentes de un punzón y un troquel para una operación de corte de formatos .....	32
Figura 2.13	Troquel progresivo y desarrollo de tira .....	33
Figura 2.14	Diagrama de bloques del accionamiento hidráulico.....	34
Figura 2.15	Principio de trabajo del accionamiento hidráulico.....	36
Figura 2.16	Prueba Jominy de extremo templado .....	37
Figura 2.17	Diagrama de flujo de procesos involucrados.....	43
Figura 3.1	Disposición de pistones hidráulicos de máquina perfiladora .....	50
Figura 3.2	Constancia SCTR .....	52
Figura 3.3	Cotización .....	53
Figura 3.4	Orden de compra 4530058164 .....	54
Figura 3.5	Orden de compra 4530059701 .....	55
Figura 3.6	Disposición de punzonados en el rediseño .....	56

Figura 3.7	Forma del punzonado .....	58
Figura 3.8	Perímetro .del punzonado .....	59
Figura 3.9	Carrera del punzonado .....	64
Figura 3.10	Lista de materiales .....	67
Figura 3.11	Matriz estación de punzonado ( 2 punzones ) .....	69
Figura 3.12	Elementos fabricados, porta matriz-matriz en conjunto .....	78
Figura 3.13	Matriz de 2 punzones .....	78
Figura 3.14	Punzones (2) .....	79
Figura 3.15	Matriz estación de punzonado ( 4 punzones ) .....	82
Figura 3.16	Porta punzón .....	91
Figura 3.17	Matriz para 4 punzones .....	91
Figura 3.18	Punzones ( 4 punzonados ) .....	91
Figura 3.19	Curva “S” proyectada y real del proyecto .....	95
Figura 3.20	Ensamblaje de matriz de 2 punzonados .....	98
Figura 3.21	Operatividad de estación de punzonado (2 punzones) .....	98
Figura 3.22	Salida de producción 2 punzones .....	98
Figura 3.23	Desmontaje matriz 4 punzones .....	101
Figura 3.24	Montaje matriz 4 punzones .....	101
Figura 3.25	Operatividad de estación de punzonado (4 punzones) .....	101
Figura 3.26	Producción obtenida (4 punzones) .....	101
Figura 3.27	Evidencia de conformidad proyecto terminado de rediseño ( 2 punzonados) .....	102
Figura 3.28	Evidencia de conformidad proyecto terminado de rediseño ( 4 punzonados) .....	102

## **I . ASPECTOS GENERALES**

### **1.1 Objetivos**

#### **1.1.1. Objetivo general**

Rediseñar la máquina perfiladora de peldaños para el proceso de punzonado en la empresa PRODAC S.A. periodo 2022-2023

#### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el diseño y funcionamiento actual de la máquina perfiladora de peldaños para el proceso de punzonado.
- Definir el proyecto de rediseño de la máquina perfiladora de peldaños.
- Determinar los costos de construcción y montaje del proyecto.
- Ejecutar pruebas para verificación del funcionamiento del proyecto con satisfacción del cliente.

### **1.2. Organización de la Empresa o Institución.**

Razón social : PRODUCTOS DE ACERO CASSADO S.A - PRODAC S.A

Nombre Comercial : Prodac S.A.

RUC : 20254053822

Tipo de Empresa : Sociedad Anónima

Página Web : <http://www.prodac.com.pe>

Fecha Inicio Actividades : 21/ julio/ 1994

Actividades Comerciales : Fab. Productos de hierro y Acero

Dirección Legal : Av Nestor Gambeta N° 6429

Distrito / Ciudad : Callao

Departamento : Prov. Const. Del Callao, Perú

#### **1.2.1. Breve reseña histórica**

Productos de Acero Cassado S. A. - PRODAC, fue creada en 1994 por Industrias Cassadó S. A. (Perú) y el grupo Bekaert (Bélgica), a través de sus socios chilenos y ecuatorianos. Actualmente, somos la empresa líder en el país; dedicados a la fabricación, comercialización de productos y servicios de alambres y sus derivados. Estamos presentes en todos los sectores económicos de nuestro país, construcción, agricultura, minería, industria y contamos con una

participación activa en más 45 países como Sudamérica, Centro América, El Caribe, América del Norte, Europa y Oceanía.

### **1.2.2. Filosofía Empresarial**

#### **MISIÓN**

Somos una empresa que de forma consistente con su código de conducta, satisface necesidades en el negocio de alambres, de productos contenidos en soluciones con alambres, y en negocios derivados y afines.

#### **VISIÓN**

Somos una empresa que despliega una constante curiosidad por anticipar e implantar negocios, así como formas de trabajar que permitan maximizar la contribución económica de todas sus actividades. Estamos radicalmente comprometidos con la identificación y satisfacción de las necesidades de nuestros clientes

### **1.2.3. SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN**

Las personas y su desarrollo constituyen el pilar básico de la organización, como hemos mencionado anteriormente, contamos con una política de sistema integrado de gestión bajo la cual desplegamos una serie de acciones de mejora continua en todos nuestros procesos. Las mismas que nos has permitido obtener las certificaciones: ISO 9001:2015 (gestión de calidad), OHSAS18001: 2017 (seguridad y salud ocupacional) y la ISO 14001:2015 (gestión ambiental).

## **POLÍTICA DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN**

En Prodac, fabricamos y comercializamos productos de alambre, derivados y afines que satisfagan las necesidades de nuestros clientes, cumpliendo con estándares éticos de integridad, responsabilidad, y transparencia, rechazando el cohecho en todas sus modalidades. Considerando a todas nuestras partes interesadas pertinentes como factores fundamentales de nuestro desarrollo sostenible.

Además, garantizamos el desarrollo, la participación y consulta activa de nuestros colaboradores y sus representantes. Promoviendo la mejora continua del sistema integrado de gestión que incluya la mejora del desempeño de los sistemas de gestión de seguridad, salud en el trabajo y medio ambiente, así como nuestro compromiso con la protección del medio ambiente que incluye la prevención de la contaminación.

Cumplimos con los requisitos legales pertinentes y otros que la organización suscriba, la negociación colectiva, los de responsabilidad social, los programas voluntarios en seguridad y salud en el trabajo que incluye nuestro compromiso de proporcionar condiciones de trabajo seguras y saludables, eliminando los peligros y reduciendo los riesgos para la prevención de las lesiones, dolencias, enfermedades, deterioro de la salud e incidentes relacionados con el trabajo, así como la promoción de estilos de vida saludables.

Fig 1.1 Certificados de sistemas de Gestión



Fuente: política de sistema de gestión Prodac

Fig 1.2 Productos producidos por Prodac



Fuente: catálogos de productos prodac

### 1.2.4. Estructura organizacional

Figura 1.3 Organigrama empresarial PRODAC S.A



Fuente . Reporte de Sostenibilidad de Prodac 2021

## **II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL**

### **2.1. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.1. Antecedentes**

##### **Antecedentes internacionales**

- Acosta (2021). Ecuador. Realizo la tesis, "DISEÑO DE UN PUNZÓN PARA CORTE-TROQUELADO DE UN MATERIAL COMPUESTO DE MATRIZ POLIMÉRICA REFORZADO CON FIBRAS NATURALES". Esta tesis tiene como objetivo, el diseñar un punzón para corte-troquelado, determinando el material, con todos los parámetros necesarios para el dimensionamiento adecuado de los punzones, para poder aplicarlos a un material compuesto de matriz polimérica reforzado con fibras naturales, de tal forma que se puedan superar los problemas presentados de laminación, astillado en los fillos, desprendimiento de fibras y lo que es más formación de grietas, en el producto, y en el sistema de punzonado, con el fin de superar estos inconvenientes se realizó este diseño, por lo que se concluyó mediante las pruebas el uso del punzón y los parámetros de accionamiento de la troqueladora más apropiados para que se eliminen dichos defectos y el material compuesto se pueda utilizar para el fin que este determinado.
- Abarzuza (2020). España. Realizo la tesis. "DISEÑO Y CÁLCULO DE UN TROQUEL, PARA LA FABRICACIÓN DE UN ABREBOTELLAS". Esta tesis tiene como objetivo, el diseño y el cálculo de un troquel ( matriz y punzón) para la fabricación de un abrebotellas y de tal forma poder asegurar el correcto funcionamiento del troquel y sus distintos componentes deben ser eficaces desde el punto de vista resistente y económico, caracterizando la forma de los punzonados, que permitió el análisis de cada uno de ellos para el tratamiento tanto en los procesos de cálculos y selección de materiales, en función de fichas técnicas, dadas

por el fabricante, comparando los valores dentro del rango establecido , y su aplicación en la fabricación y obtención del Troquel (matriz, punzón y demás componentes) para obtener el producto final, en la producción estimada, y de esta forma hacer su uso seguido, corrigiendo o cambiando componentes después de su producción estimada, concluyendo que se pueden obtener elementos de producción rentables y fiables, siguiendo los métodos de cálculo, selección, comparación de datos técnicos de Materiales y componentes.

- Manero (2019). España. Realizo la tesis,“DISEÑO DE UNA MATRIZ PROGRESIVA”.En esta tesis se presenta todo el proceso de diseño de una matriz progresiva para la obtención de una pieza, destinada sobre todo a armarios, partiendo de una chapa de acero, tiene como objetivo, el diseño de una matriz progresiva que permita la fabricación en frío y en serie de estas piezas, con una producción anual de 500.000 unidades al año, teniendo en cuenta un stock de seguridad y las piezas defectuosas que puedan producirse. La matriz progresiva diseñada debe garantizar la calidad de las piezas, minimizar las piezas defectuosas y asegurar que todas las piezas sean idénticas, es decir que haya homogeneidad entre ellas. Además, deberá ser una matriz robusta, resistente a impactos, y sus elementos deberán tener gran resistencia mecánica, por lo que se concluyó que el trabajo se ha realizado con éxito, ya que se ha realizado una matriz progresiva con una distribución múltiple, con elementos normalizados y elementos a construir, teniendo en cuenta todos los parámetros necesarios para que actuaran de forma segura, correcta y sin interferencias, además goza de todas las medidas de seguridad pertinentes para que se desarrolle el trabajo de forma segura. Una vez realizados todos los cálculos pertinentes de los elementos de la matriz, comprobamos es viable llegar a construir la matriz, por tanto, se considera un diseño válido.

Finalmente, se ha realizado un estudio económico donde se puede afirmar que el coste de esta matriz está entre los valores de precios de la industria actual, por lo que el desarrollo de ésta es perfectamente viable y posible y mediante las pruebas el uso del punzón y los parámetros de accionamiento de la troqueladora más apropiados, se pueda utilizar para el fin que este determinado.

- Ruiz (2017). México. Realizo la tesis. "DETERMINACIÓN DE LA FUERZA MÍNIMA DE SUJECCIÓN DE LA CHAPA METÁLICA PARA EL PROCESO DE PUNZONADO DE MULTINIVELES" Esta tesis tiene como objetivo determinar la fuerza mínima de sujeción de la chapa metálica para el proceso de punzonado de multiniveles y determinar las variables principales que impactan directamente en el proceso de punzonado de multiniveles, como son la fuerza de punzonado, fuerza de separación, energía de punzonado, para tal realizó pruebas usando un herramental ( matriz y punzón) y galgas extenso-métricas comparando, el hecho real con el calculado y estimado, llegando a la conclusión, que los resultados obtenidos de estas pruebas sugieren que el proceso de punzonado de multiniveles ofrece ventajas importantes, su correcta aplicación permite reducir la capacidad del proceso, lo cual se refleja en el costo de producción.
- Roncero (2017). España. Realizo la tesis. "DISEÑO DE UNA MATRIZ PROGRESIVA DE CORTE Y ESTAMPACIÓN PARA LA FABRICACIÓN EN FRÍO DE UN COMPONENTE METÁLICO". Esta tesis tiene como objetivo, el diseño de una matriz progresiva que permita la fabricación en frío de 80.000 unidades al año de dos piezas simétricas (mano derecha y mano izquierda; 160.000 unidades en total) para el sector de la automoción, esta matriz progresiva es un utillaje que realiza operaciones sucesivas para transformar la chapa gradualmente hasta obtener la pieza deseada, tiene una alta capacidad productiva de componentes metálicos

pequeños o medianos mediante una secuencia de operaciones de corte y conformado de manera rápida y económica, por lo tanto, se concluye que este diseño se justifica para la fabricación de esta matriz ,para la obtención de esta pieza debido al gran volumen de producción anual requerida por el cliente, este proyecto ha consistido en describir los componentes esenciales de las matrices y explicar el proceso de la fase de diseño de la matriz progresiva. Es necesario emplear todo el tiempo necesario en esta fase para evitar posibles errores en etapas futuras, ya que los errores de diseño, no son tan caros como los de fabricación o de producción. Por otro lado, se ha mostrado un amplio contenido gráfico del montaje y pruebas del troquel, mediante las pruebas el uso del punzón y los parámetros de accionamiento de la troqueladora más apropiados para que se eliminen dichos defectos y el material compuesto se pueda utilizar para el fin que este determinado.

#### **Antecedentes nacionales.**

- Barrientos, et al. (2022). Realizaron la tesis. “ DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENTES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORÍA BALTAZAR FBK E.I.R.L”. Esta tesis tiene como objetivo diseñar la máquina troqueladora JKV que les permita la fabricación de los componentes de los soportes para muelles de semirremolques de manera semiautomática. Por tal el diseño de un conjunto de matrices y punzones dispuestas en esta máquina seleccionando los materiales de acuerdo con la función y las propiedades mecánicas de los diferentes componentes esto se realizó respetando los parámetros de diseño como es la holgura entre punzón y matriz, fuerza requerida para el corte, la placa metálica para cortar, la elección de materiales según norma y características técnicas de aplicación en troqueles y punzones de conformado en frío. En conclusión se comprobó el uso de los materiales seleccionados para las

partes de la troqueladora que están en el rango de aplicación según las características del producto a obtener por este proceso de troquelado.

- Adrianzen ( 2021). Realizó la tesis “DISEÑO DE UNA MÁQUINA PERFILADORA PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS EN LA FABRICACIÓN DE RIELES DE LA EMPRESA SOLTECSA”. Esta tesis tiene como objetivo diseñar una máquina perfiladora con la finalidad de reducir las pérdidas o mermas generadas en el proceso de fabricación de los rieles U-100 de la empresa Soltecsa generadas por el proceso que tienen de una manera tradicional con el uso de plegadoras hidráulicas para el conformado de los rieles, para esto se evaluó, se analizó las alternativas para reducir estos inconvenientes de pérdidas y mermas, también ver la viabilidad técnico-económico para la construcción del prototipo de la máquina perfiladora, entonces presenta una propuesta de diseño dando pie al proceso de punzonado y la aplicación de estos en una matriz de dos punzones, se concluyó que, este diseño y la fabricación de la máquina es una excelente oportunidad para que la empresa incursione en el rubro de este negocio, con una estrategia en la tecnificación y desarrollo de proyectos integrales.
- Sujetar SAC ( 2020 ) TRABAJO DE REDISEÑO EL SISTEMA DE PUNZONADOS DE LA MÁQUINA PERFILADORA DE RIELES. Este trabajo de rediseño consistió en cambiar los punzones, de la sección de punzonados que tenía esta máquina, ya que por error en el diseño original, no se consideró una medida comercial en los agujeros punzonados (3/8” a 1/ 2”) la máquina perfiladora llegó a planta de producción con punzonados de 3/8”, y como esta medida no es comercial, no se daban los pedidos del producto, y por ende la máquina se limitaba en su producción, se planteó hacer el cambio de punzones a la medida de agujero 1/2” comercial, proyecto que se realizó, haciendo las

modificaciones de los componentes de esta zona de punzonados, logrando de esta forma habilitar la condición productiva de la máquina llegando a la conclusión que es factible realizar estos trabajos de rediseño considerando las características propias de la máquina, mediante una evaluación, estudio, planificación, ejecución, que logre los objetivos que se plantean, con la conformidad del cliente y puesta a marcha de la máquina perfiladora.

- Meza (2017). Realizó la tesis. “DISEÑO DE UNA TROQUELADORA PARA CORTE DE PERFILES DE ALUMINIO EN LA EMPRESA OSPINA SAC – HUANCAYO”. Esta tesis tiene como objetivo diseñar una troqueladora para cortar perfiles de aluminio , que corte de manera lineal hasta 3 veces por minuto mediante cuchillas o matrices y punzones en 5 formas geométricas en los extremos de los perfiles y así armar la estructura con fluidez y precisión, para ello se comprobó el uso de los materiales seleccionados para las partes de la troqueladora, que están en el rango de aplicación según las características del producto a obtener por este proceso de troquelado. Establecer la metodología de diseño en base a una matriz de acuerdo al estado de la tecnología y la lista de exigencia propuesta, realizar los cálculos y estimar los componentes de la máquina troqueladora, también la elaboración de los planos de fabricación y ensamblaje. En conclusión con este diseño y posterior fabricación de esta matriz y punzones, mejorar los procesos de corte que se hacían hasta ese momento , optimizando esta línea de producción y acabado de estos perfiles usando 5 punzones con las formas del perfil a trabajar, y así disminuir el tiempo de trabajo en cada perfil.
- Cosar (2017). Realizó un Informe de suficiencia profesional. “REDISEÑO EN LA MATRIZ DEL MODELO 240 GRUPO FORTE, PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN DEL CORTE VENTANA”. Este informe tiene como objetivo, optimizar la producción de sus procesos, específicamente en el

del corte ventana del modelo 240, para ello rediseñara la matriz de este modelo, sustituyendo la antigua matriz de tres pasos por una nueva matriz de un solo paso, y a la vez se estudiará y se analizara los costos de mantenimiento y los tiempos de producción del antes y después de hacer este rediseño. Por tal los requerimientos que se necesitara para la fabricación de la ventana caja modelo 240 es que se corte la forma de los pivotes, la forma del picaporte y los agujeros auxiliares en un solo paso es decir hacerlas en una sola matriz, estos datos son necesarios para la correcta disposición y fabricación de este modelo 240 del grupo Forte. En conclusión con el rediseño de la matriz se logró mejorar el proceso del corte ventana modelo 240, reduciendo de 3 a 1 sola persona en la etapa de producción, se logró reducir el tiempo que se emplea en la producción del corte ventana modelo 240, de 30 a 10 segundos. Se logró reducir el costo de mantenimiento y aumentar la producción de piezas producidas por día.

### **2.1.2. Bases teóricas**

#### **Máquina perfiladora**

Es una máquina que mediante una serie de procesos, formara perfiles en chapas o láminas de acero, aluminio, material deformable, existen varios procesos de conformado, en este caso se mostrara el tipo hecho por rodillos múltiples, llamado, roll forming que consta de rodillos dispuestos progresivamente, llamado también estaciones de conformado, que a medida que pasa el fleje de acero, esta se va ir formando, en el perfil deseado, esta laminación se hace en frio, en procesos automatizados, con rodillos, dispuestos superior e inferiormente y características de forma del perfil deseado.( Andrade y Landeta. 2010).

Figura 2.1. Máquina perfiladora



Fuente: <https://es.maquinadetecho.com/product/maquina-conformadora-perfil-c/>

### **Perfilar**

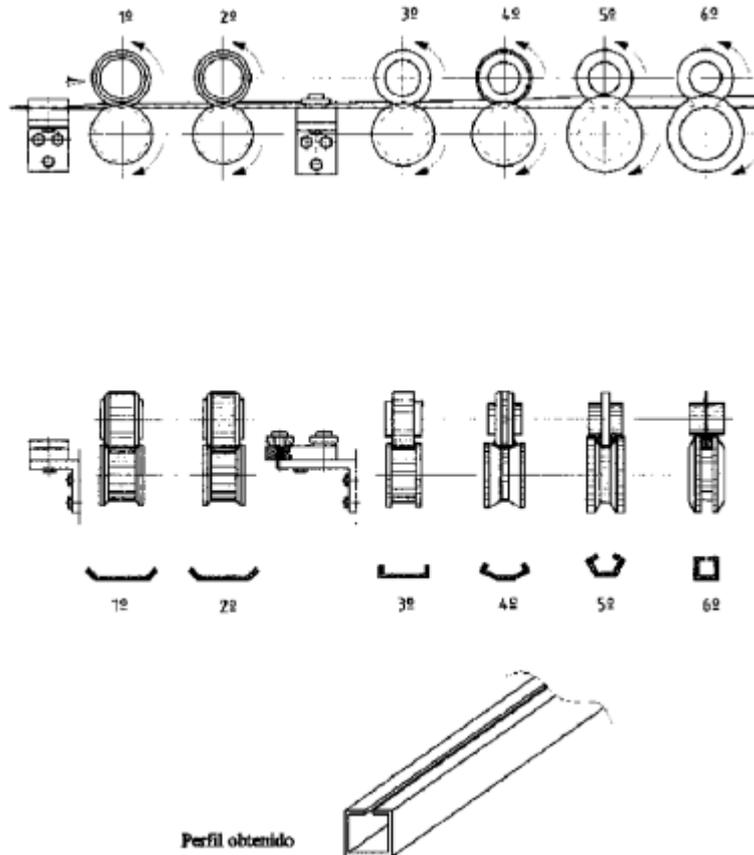
Es la forma de generar un perfil en forma sucesiva, en una tira o chapa metálica, generalmente los espesores del material pueden variar desde 0.4 a 3 mm. Uno de los más usados es de 1.5 mm

Ventajas:

- Anulación de retales
- Rapidez de producción
- Simplicidad de útiles
- Poca mano de obra.

(Fundación Ascamm, 2010)

Fig 2.2. Proceso de perfilado

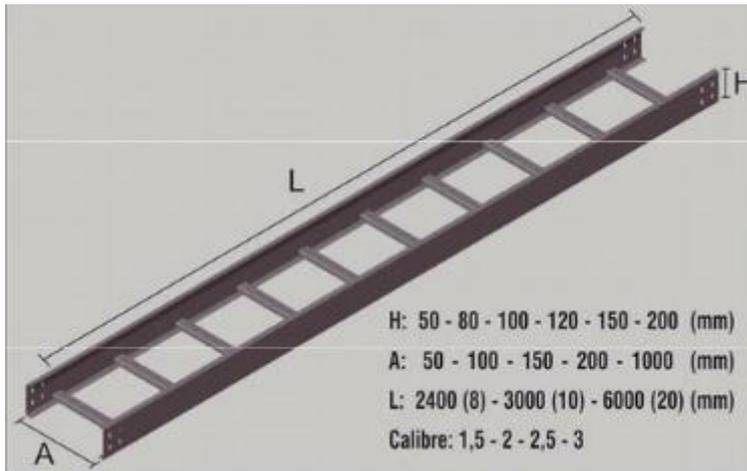


Fuente: Fundación Ascamm seminario sobre tecnología de matrices (2010)

### **Sistemas portacable ( peldaños)**

Los peldaños son utilizados en sistemas de portacables, es uno de los productos más usados de este perfil son los llamados tramo recto escalera, Fig 2.3, en los cuales se van a emplear estos perfiles en diferentes medidas. (Sujetar SAC, 2009)

Fig 2.3 . aplicación de los peldaños



Fuente : sujetar sac ficha técnica

### **Cizallado, troquelado, y punzonado**

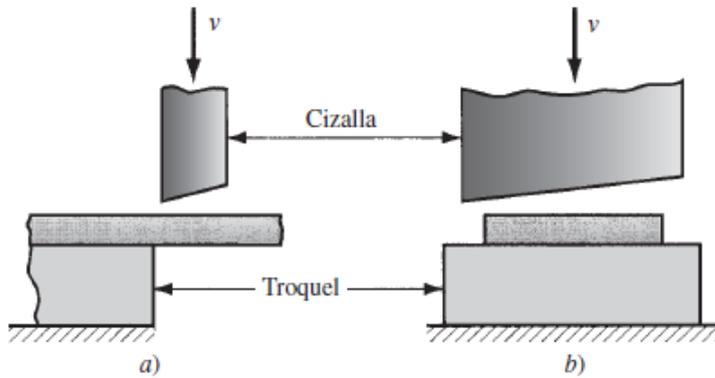
Las tres operaciones principales en el trabajo de prensa que cortan el metal por cizallamiento, son el cizallado, el troquelado y el punzonado,

**El cizallado** es la operación de corte de una lámina de metal a lo largo de una línea recta, entre dos bordes de corte, como se muestra en la fig. 2.4a el cizallado se usa típicamente, para reducir grandes láminas a secciones más pequeñas para operaciones posteriores de prensado. Se ejecuta en una máquina llamada cizalla de potencia o cizalla recta. La cuchilla superior de la cizalla de potencia está frecuentemente sesgada, como se muestra en la fig. 2.4b, para reducir la fuerza requerida de corte.

**El troquelado** es el corte de una lámina de metal a lo largo de su contorno, perímetro, o línea cerrada en un solo paso para separar la pieza del material circundante, como se muestra en la fig. 2.5a. La pieza que se corta es el producto deseado y el desecho es lo que queda del material.

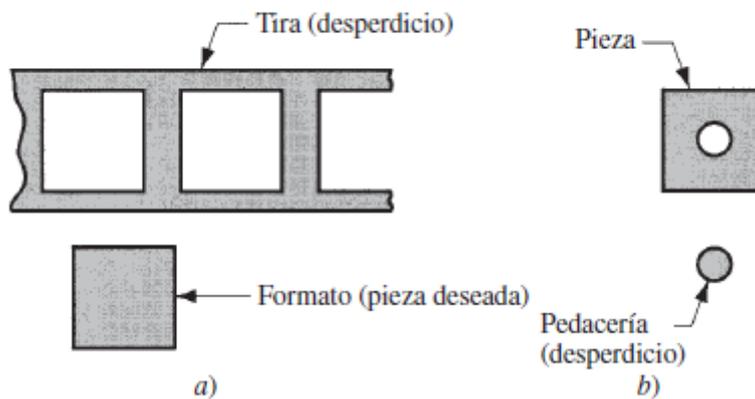
**El punzonado** es muy similar al troquelado, pero en este caso cambia la utilidad de la pieza cortada, el material a hacer punzonado es la pieza deseada y se desecha la pedacería. Fig 2.5b. (Groover,2012).

Figura 2.4. Operación de cizallado: a) vista lateral de la operación, b) vista frontal



Fuente: Introducción a los procesos de manufactura, Groover (2012)

Figura 2.5. a) troquelado, (b) punzonado



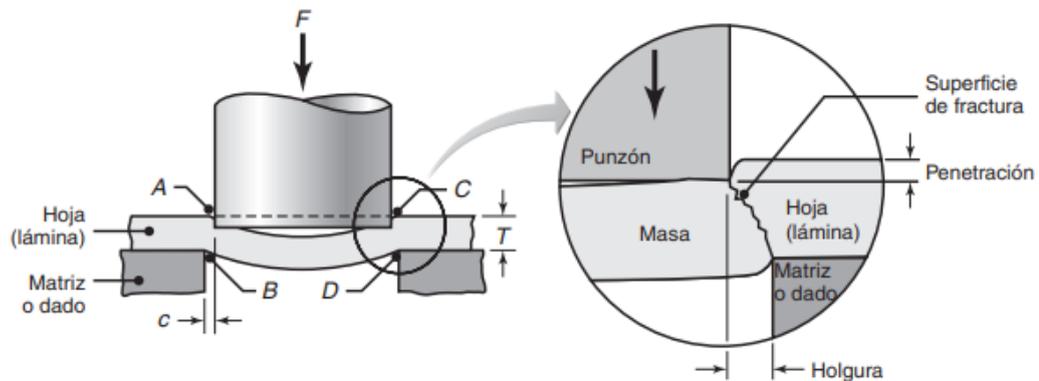
Fuente: Introducción a los procesos de manufactura, Groover (2012)

## Formas determinadas por cizallado

Para elaborar formas determinadas en una lámina metálica, mediante el cizallado, esta lamina será cortada y esta será sometida a esfuerzos de corte con el uso de una matriz y punzón, como se muestra en la (fig.2.6 ).

( Kalpakjian y Schmid, 2008 )

Figura 2.6. Esquema del cizallado con un punzón y una matriz, indicando los puntos de corte



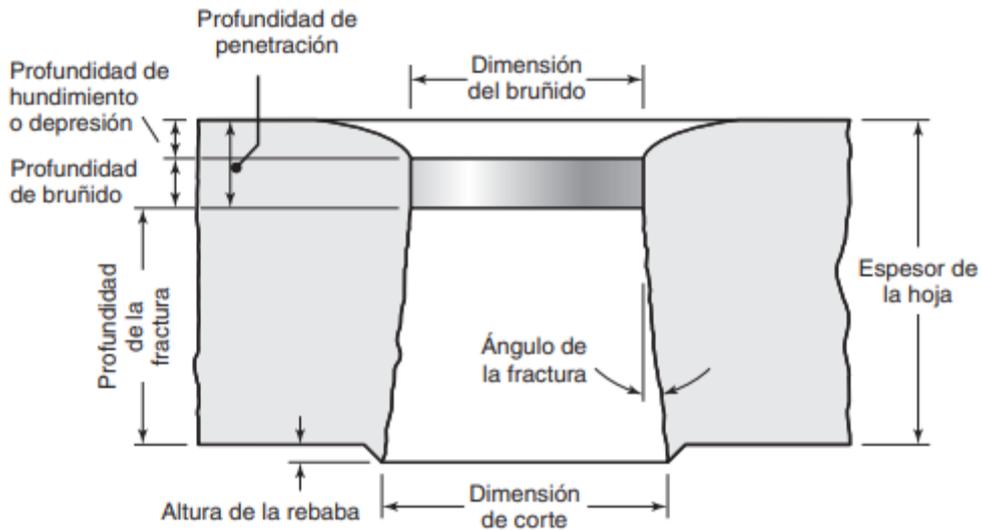
Fuente: "Manufactura Ingeniería y Tecnología" Kalpakjian y Schmid, 2008

En las (fig 2.7) y (fig 2.8) se muestran las características típicas de las orillas cizalladas de la hoja y de la masa restante, respectivamente. Nótese que estas orillas no son lisas ni perpendiculares al plano de la hoja. Por lo general, el cizallado se inicia con la formación de grietas en las orillas superior e inferior de la pieza de trabajo (en los puntos A y B, y C y D de la fig 2.6) al final, estas grietas se encuentran una con otra y ocurre la separación completa. Las superficies rugosas de fractura se deben a estas grietas; las superficies pulidas, lisas y brillantes en el orificio y en la masa son el resultado del contacto y roce superficial de la orilla cizallada contra las paredes del punzón y de la matriz, respectivamente. Los principales parámetros del proceso de cizallado son:

- La forma del punzón y de la matriz.
- La velocidad del punzonado.
- La lubricación.
- La holgura (c) entre el punzón y la matriz.

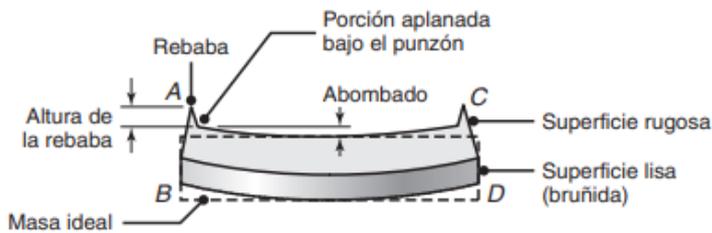
( Kalpakjian y Schmid, 2008 ),

Figura 2.7. Esquema del cizallado con un punzón y una matriz, indicando algunas de las variables del proceso.



Fuente : “Manufactura Ingeniería y Tecnología” Kalpakjian y Schmid, 2008.

Figura 2.8. Características de la masa restante cizallada



Fuente : “Manufactura Ingeniería y Tecnología” Kalpakjian y Schmid, 2008.

### La holgura ( juego entre matriz y punzón)

La holgura es la distancia entre el punzón y la matriz, tal como se muestra en la figura 2.9. Los espacios típicos en el prensado convencional fluctúan entre 4 y 8% del espesor de la lámina metálica ( $t$ ). El espacio correcto depende del tipo de lámina y su espesor.

La holgura se puede calcular mediante la fórmula siguiente:

$$c = A_c \times t \quad (2.1)$$

$c$  = holgura (mm)

$A_c$  = tolerancia del espacio

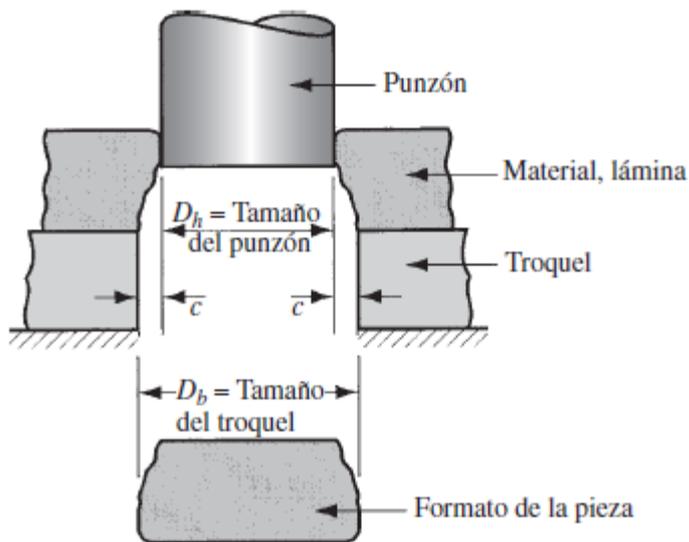
$t$  = espesor del material

la tolerancia se determina de acuerdo al tipo de material, estos se clasifican en tres grupos dados en el Cuadro 2.1.

Los valores calculados, pueden aplicarse tanto al troquelado o al punzonado, si se aplica al punzonado el juego se aplicara a la matriz, y viceversa.

(Groover, 2012).

Figura 2.9 : Holgura (c)



Fuente: Introducción a los procesos de manufactura, Groover (2012)

Cuadro 2.1. Valor de las Tolerancias de los grupos de láminas metálicas

Grupo metálico	$A_c$
Aleaciones de aluminio 1100S y 5052S, todos los temple	0.045
Aleaciones de aluminio 2024ST y 6061ST; latón, todos los temple;	
acero blando laminado en frío; acero inoxidable frío	0.060
Acero laminado en frío, dureza media; acero inoxidable, dureza media y alta	0.075

Fuente: Introducción a los procesos de manufactura, Groover (2012)

### Fuerza de corte

Es importante estimar la fuerza de corte porque ésta determina el tamaño (tonelaje) de la prensa necesaria. La fuerza de corte  $F$  en el conformado de láminas puede determinarse por :

$$F_c = StL \quad (2.2)$$

#### Donde:

$F_c$  = Fuerza de corte.

$S$  = Resistencia cortante de la lámina (Mpa)  $N/mm^2$  ( datos del fabricante)

$t$  = espesor del material, en lámina o plancha (mm)

$L$  = longitud del borde de corte (mm).

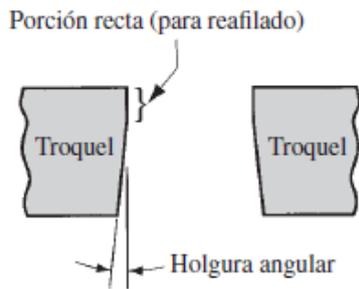
Si no se tuviera el dato del fabricante del material, se podría usar la siguiente formula :

$$F_c = 0.7 (TS)t L \quad (2.3)$$

#### Donde:

$TS$  = Resistencia ultima a la tensión (Mpa)  $N/mm^2$  (datos técnicos de materiales) para que los formatos o la pedacería caigan a través del troquel, la abertura de éste debe tener una holgura angular entre  $0.25$  y  $1.5^\circ$  de cada lado (fig 2.10) (Groover,2012).

Fig 2.10. Holgura angular



Fuente: Introducción a los procesos de manufactura, Groover (2012).

### Fuerza de extracción.

Es la fuerza necesaria para desprender el material que se puede quedar impregnado en el punzón, debido a que al hacer el punzonado esta atraviesa hasta la matriz y puede arrastras el material mediante el punzón en su retorno se puede calcular por la siguiente ecuación :

$$F_{ex} = 0.10 \times F_c \quad (2.4)$$

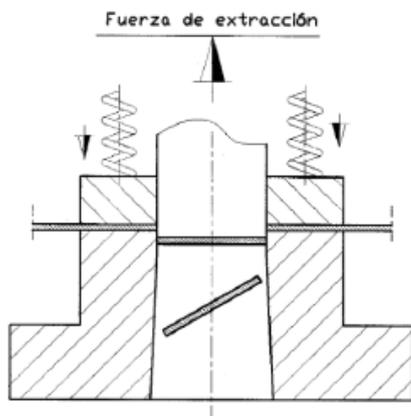
Donde:

$F_{ex}$  = Fuerza de extracción

$F_c$  = Fuerza de corte

(Fundación Ascamm, 2010).

Fig 2.11. Fuerza de extracción



Fuente : Ascamm seminario sobre tecnología de matrices II

## Selección de muelles para la placa guía de punzón

los muelles se utilizan para la extracción y expulsión del retal que se encuentra alrededor de los punzones. Esta extracción se realiza por la presión axial que ejercen los muelles sobre la placa guía de punzones en el momento que los punzones vuelven a subir a su posición inicial una vez realizado el corte, además producen un efecto de prensado que sujeta la parte exterior de la chapa, por lo que se consigue un corte más limpio.

Por tanto, para el cálculo del número de muelles, es necesario considerar la fuerza de extracción necesaria para separar el retal de los punzones.

Donde :

$$F_{muelle} = \frac{F_{ext}}{n^{\circ} \text{ muelles}} \quad (2.5)$$

A continuación, es necesario conocer el recorrido a compresión que van a sufrir los muelles en su estado de trabajo, que será la distancia máxima que recorran los punzones desde que comienzan a comprimir la chapa hasta el punto más bajo de la vida de la matriz, sumado a la precarga del muelle recomendada por el fabricante, finalmente una vez conocida la fuerza de extracción de cada muelle y su recorrido a compresión, se puede elegir el muelle comercial adecuado según su constante elástica (k). (Abárzuza ,2020).

$$F_{muelle} = k \cdot \Delta_x \rightarrow k = \frac{F_{muelle}}{\Delta_x} \quad (2.6)$$

## **Troqueles y matrices**

La mayoría de trabajo en prensas, se ejecutan con punzones y troqueles convencionales. La herramienta aquí referida de manera específica es un troquel, una herramienta diseñada a la medida de la pieza que se produce. Se usa frecuentemente el término troquel de estampado para los troqueles de alta producción.

### **Componentes de un troquel de estampado**

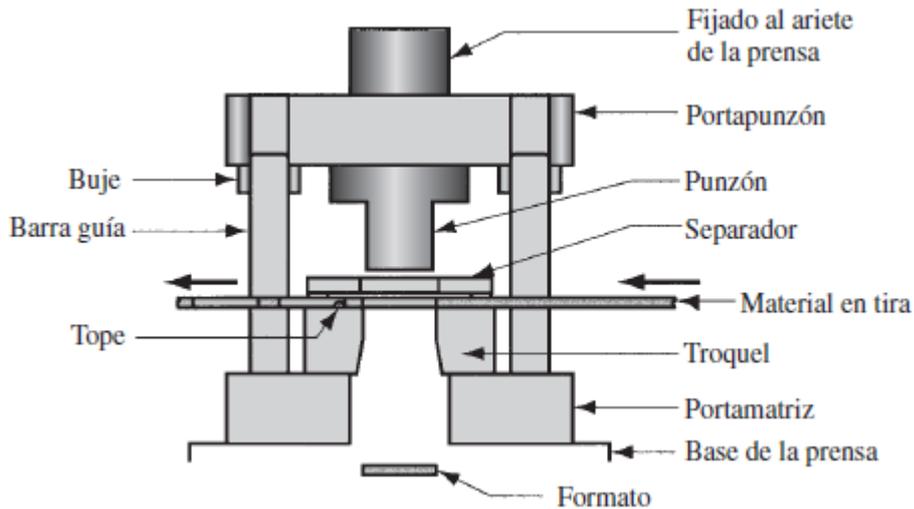
En la fig 2.12 se ilustran los componentes de un troquel de estampado que ejecuta una operación simple de corte de formatos.

- Punzón, parte superior
- Troquel.(matriz) parte inferior
- Porta punzón (o zapata superior)
- Porta matriz (zapata inferior). Se fija en la base
- Barras guía y Bujes aseguran el alineamiento apropiado entre el punzón y el troquel
- Separador (planchador) para evitar que se peguen las láminas al punzón cuando éste regresa hacia arriba, después de la operación. El agujero que se genera en el material es del mismo tamaño que el punzón y tiende a pegarse a éste antes de su retiro. el cual consiste frecuentemente en una simple placa fijada al troquel, como en la fig 2.12, con un agujero ligeramente más grande que el diámetro del punzón.
- Topes. Para troqueles que procesan tiras o rollos de lámina metálica se requiere un dispositivo que detenga el avance de la lámina que alimenta al troquel entre cada ciclo de prensado. van desde simples pernos localizados en la trayectoria de la tira para bloquear su avance, hasta complejos mecanismos sincronizados que se levantan y retraen con cada acción de la prensa.

En la fig 2.12 se muestra el tope más simple.

Hay otros componentes de las matrices para prensado, esta se hará de acuerdo al producto a procesar. (Groover, 2012).

Figura 2.12. Componentes de un punzón y un troquel para una operación de corte de formatos.



Fuente: Introducción a los procesos de manufactura, Groover (2012).

### **Tipos de matrices de estampado**

se mencionan tipos de acuerdo a las operaciones que realizan puedan ser estas en un solo golpe o por varios golpes en la acción de la prensa

#### **Troquel simple.**

El tipo de troquel considerado aquí ejecuta una sola operación con cada golpe de la prensa

#### **Troqueles compuestos**

Un troquel compuesto realiza dos operaciones en una sola estación, como corte de formatos y punzonado, un buen ejemplo es un troquel compuesto que corta y perfora, como el troquel para el producto de arandela. .

#### **Troquel progresivo**

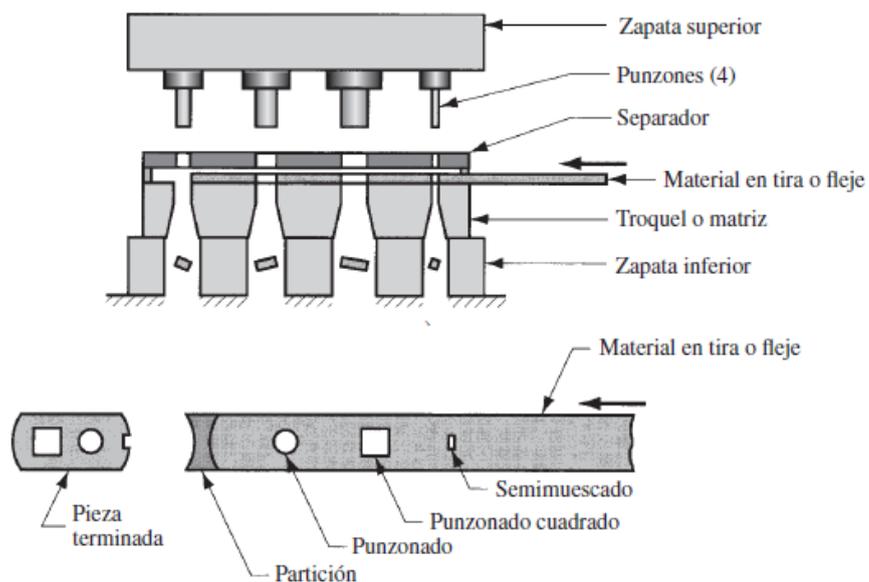
ejecuta dos o más operaciones sobre el material, en dos o más posiciones con cada golpe de prensa. La pieza se fabrica progresivamente. El rollo de lámina se alimenta de una posición a la siguiente y en cada una de estas estaciones se ejecutan las diferentes operaciones (por ejemplo, punzonado, muescado

doblado y perforado). La pieza sale de la última posición completa y separada (cortada) del rollo remanente.

El diseño de un troquel progresivo empieza con la disposición de la pieza sobre la tira o rollo y la determinación de las operaciones que se van a ejecutar en cada estación. El resultado de este procedimiento se llama desarrollo de tira. En la fig. 2.13, se ilustra un troquel progresivo y el desarrollo de tira asociado. Los troqueles progresivos pueden tener una docena o más estaciones.

(Groover, 2012)

Figura 2.13 a) Troquel progresivo y b) desarrollo asociado de la tira.



Fuente: Introducción a los procesos de manufactura, Groover (2012).

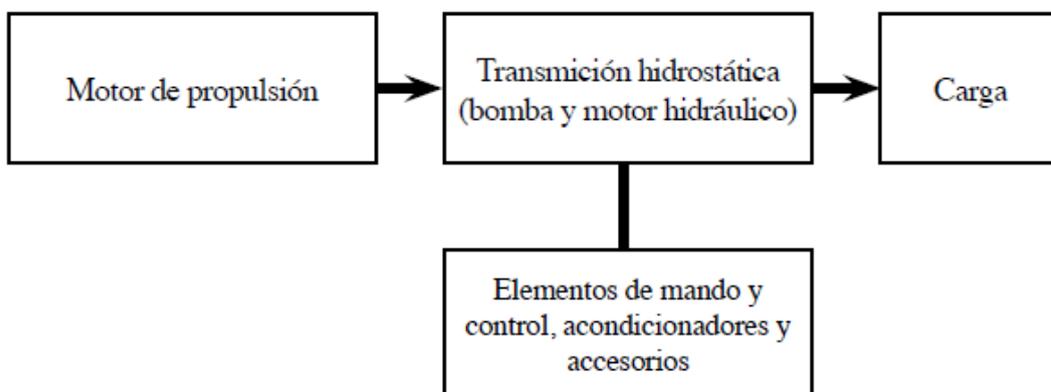
## Prensas hidráulicas

Este tipo de máquinas aprovechan la energía potencial de un fluido para transmitir energía al prensado. Esto se realiza mediante la elevación de la presión del fluido y la transformación de su energía en fuerza lineal con la ayuda de un cilindro hidráulico o pistón como también se le conoce. Ventajas de una prensa hidráulica sobre una mecánica, para esta aplicación es el tiempo de accionamiento de la fuerza. En el caso de la prensa mecánica, la energía se acumula como energía cinética, mientras que en la hidráulica se acumula como presión del fluido hidráulico dentro del sistema. Esto hace que sea imposible para la prensa mecánica mantener una carga constante por un tiempo prolongado sobre el material, lo cual si se puede obtener con las prensas hidráulicas. (Apolinario,2015)

## Principio de trabajo de sistemas hidráulicos

El accionamiento hidráulico volumétrico es un conjunto de máquinas tipo volumétricas, dispositivos hidráulicos y dispositivos auxiliares diseñados para transferir energía y obtener el movimiento del enlace de salida a través de la energía del fluido de trabajo. El diagrama estructural de un accionamiento hidráulico volumétrico se muestra en la figura 2.14. (Pérez Y Navarro, 2020).

Fig 2.14 diagrama de bloques del accionamiento hidráulico



Fuente: Oleohidráulica I (2020)

### Principio de trabajo de sistemas hidráulicos volumétricos

El enlace de entrada del accionamiento hidráulico es el eje de la bomba, el eje de salida es el eje del motor hidráulico o el vástago del cilindro hidráulico, es decir, este es el enlace del accionamiento hidráulico, que hace un trabajo útil, el motor de accionamiento (generalmente un motor eléctrico o un motor de combustión interna) convierte la energía mecánica de rotación del eje en energía hidráulica del flujo de fluido de trabajo por medio de una bomba. En los mandos hidráulicos de tipo estático se utiliza la energía potencial de la presión del líquido impulsado por la bomba al sistema. Los sistemas hidráulicos volumétricos estas se utilizan ampliamente en la rama de la construcción de maquinaria. El principio general de trabajo de los sistemas hidráulicos volumétricos se basa en la incompresibilidad del fluido líquido, y la aplicación de la ley de Pascal .

Se sabe que el cambio de presión en cualquier punto del volumen cerrado del líquido se transmite por igual a todas las partes del sistema. Este es el principio básico de trabajo de los sistemas hidráulicos volumétricos. De la figura 2.15, La fuerza F1 aplicada al pistón de la bomba crea una presión en el líquido de trabajo.

$$p = \frac{F1}{A1} \quad (2.7)$$

que se transmitirá por el líquido al motor, desarrollando en el pistón 2 la fuerza.

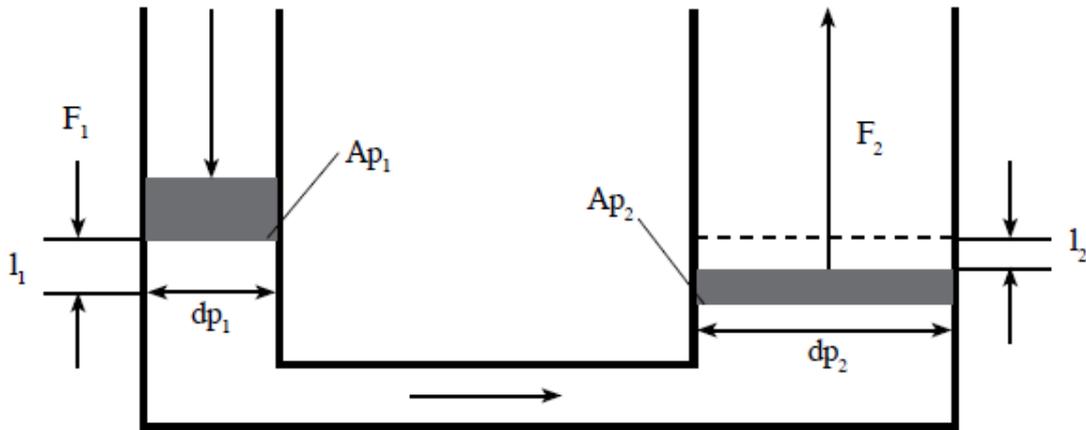
$$F2 = P \times A2 \quad (2.8)$$

Entonces :

$$p = \frac{F1}{A1} = \frac{F2}{A2} \quad \rightarrow \quad F2 = F1 \left( \frac{A2}{A1} \right) \quad (2.9)$$

(Pérez y Navarro 2020).

Fig 2.15. Principio de trabajo del accionamiento hidráulico



Fuente : Oleohidráulica I (2020)

### Tratamiento Térmico .

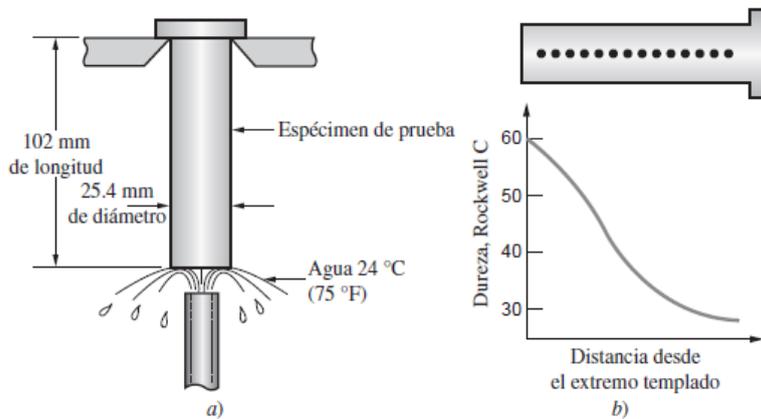
El tratamiento térmico involucra varios procesos de calentamiento y enfriamiento para efectuar cambios micro estructurales en un material, los cuales modifican sus propiedades mecánicas.

### Templabilidad

El término templabilidad se refiere a la capacidad relativa de un acero de ser endurecido mediante el calentamiento y enfriamiento controlado. Los aceros con buena templabilidad pueden endurecerse más profundamente debajo de la superficie y no requieren altas velocidades de enfriamiento. La templabilidad no se refiere a la máxima dureza que se puede lograr en el acero; eso depende del contenido de carbono. La templabilidad de un acero se incrementa mediante la aleación. Los elementos aleantes que tienen el mayor efecto son el cromo, el manganeso, el molibdeno, y el níquel en menor grado. El método más común para medir la templabilidad es la prueba de Jominy del extremo templado. La prueba involucra el calentamiento de un espécimen estándar de diámetro de 25.4mm (1.0 pulg) y longitud de 102 mm (4.0 pulg) dentro del rango de la austenita, y después el templado de uno de sus extremos en agua fría mientras se sostiene en posición vertical, como se muestra en la figura 2.16a). La velocidad de enfriamiento en el espécimen de prueba disminuye con el

incremento de la distancia desde el extremo que se enfría por inmersión. La templabilidad está indicada por la dureza del espécimen como una función de la distancia desde el extremo templado como se muestra en la figura 2.16 b). (Groover, 2012).

Figura 2.16. Prueba Jominy de extremo templado



Fuente: Fundamentals of Modern Manufacturing, Groover, 2010.

## Aceros para matriz de corte

**K – 100** Tipo de aleación : C 2,00 máx. Cr 12,0%

Color de identificación : Amarillo - Blanco

Estado de suministro : Recocido 250 HB máx.

Marca standard de los aceros ledeburíticos al 12% de cromo para herramientas de corte y estampado de alto rendimiento.

Aplicaciones :

Matrices cortantes de alto rendimiento, hasta espesores de 8 mm rasquetas cuchillas para guillotinas para cortar espesores hasta 4 mm herramientas para rebarbar; rodillos y peines para roscar, bordear; acanalar y moletear Estampas y cuños para embutir en frío. Dados para trefilar metales no ferrosos. Placas moldes y cuños para la elaboración de materiales cerámicos muy abrasivos. Herramientas para prensar en la industria farmacéutica.

( Manual aceros Bohler, 2021 )

Cuadro 2.2 Aceros para matriz y punzón

Calidad BÖHLER	Normas comparables		
	EN/DIN	AISI	UNE
<b>ACEROS CONVENCIONALES CON 12% DE CROMO</b>			
<b>BÖHLER K100</b>	< 1.2080 >	~D3	F5212
<b>BÖHLER K110</b>	< 1.2379 > X153rMo121	D2	~F5212

Fuente: manual aceros bohler.

### 2.1.3 Marco normativo.

- Bobinas , planchas galvanizadas. norma ASTM A653 Z120
- Aceros especiales para matriceria. norma AISI – D3  
DIN X210CR12 – BOHLER K100
- Aceros para construcción de piezas mecánicas  
norma AISI 1045 – DIN Ck 45 – BOHLER H  
norma AISI 4140 – DIN 42CrMo4.
- Elementos de unión – pernos socket norma DIN 912 / ISO 4762
- Pasadores ajustadores norma DIN 1433
- Tuercas norma DIN 934
- Fabricación de bandeja portacables ( uso de peldaños)  
norma NEMA VE-1 clase 8C.
- Dibujos técnicos - principios generales de la presentación gráfica  
norma ISO 128-20.- 128-30
- Dibujos técnicos – representación disposición norma ISO – E
- Dibujos técnicos – acotación – norma ISO 129

#### 2.1.4 Definición de términos básicos.

- **Proceso.-** Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. ISO 9000:2005, p. 3.
- **Procedimiento.-** Un procedimiento es la forma especificada de llevar a cabo una actividad o un proceso. Es decir, cuando se tiene un proceso en el que se especifica con detalle cómo debe hacerse, quién debe hacerlo, en qué momento es cuando tenemos un procedimiento. En los procedimientos detallamos la forma de realizar una actividad con todo detalle. ISO 9001:2015
- **Punzonado.-** Operación mecánica consistente en practicar orificios en una superficie metálica, ya sea mediante un punzón o una punzadora. D. E .Vox 1. © 2009 Larousse Editorial, S.L.
- **Matriz de corte .-** La matriz de corte es aquel componente que sirve como pieza complementaria al punzón de corte con el fin de obtener un corte en la chapa buscando de esta manera ir consiguiendo la pieza final. <https://dibumet.com/matrices-de-corte>.
- **Trazado mecánico .-** El trazado mecánico se basa en una serie de medidas que permiten realizar líneas, trazos o cortes sobre una pieza de metal en bruto o mecanizada para darle forma unitaria o series muy pequeñas, para ello son utilizados instrumentos de soporte, guía y maquinarias de corte preciso.  
<https://www.monografias.com/docs/Trazado-Mec>.

## **2.2 Descripción de las actividades desarrolladas.**

El bachiller Ernesto Quintín Obregón Flores, ingreso a la empresa Prodac S.A. como prestador de servicio externo en el año 2022 y por referencias de trabajo realizado en el mantenimiento y operatividad de 2 máquinas perfiladoras pertenecientes a la empresa Sujetar SAC, es así que se me contacto para poder evaluar y ver la factibilidad de mejorar la línea de producción, por los problemas que se presentaban en la zona de punzonados de esta máquina perfiladora de peldaños, de la cual se evaluó y se planteó el rediseño y la implementación de esta zona de punzonados y de esta forma mejorar la productividad que hasta ese momento se tenía. El trabajo en mención se realizó en coordinación con el departamento de mantenimiento y proyecto de la empresa Prodac S.A. y con un equipo de trabajo dirigido por mi persona.

Las funciones desarrolladas en esta empresa en los periodos: Julio 2022- Marzo 2023 fueron :

### **2.2.1. Funciones desarrolladas en la empresa**

#### **1. se evaluó el diseño de zona de punzonados .**

Esta primera etapa consiste en la evaluación de la factibilidad de hacer estas adaptaciones en la máquina perfiladora de peldaños, considerando que ya se tiene una estructura y disposición de componentes propias de la máquina, y también que está en operatividad y producción, considerando esta última condición, que estas mejoras no deben afectar la producción, que ya estaban programadas.

#### **2. Rediseño propuesta y cotización.**

Esta segunda etapa, evaluada las condiciones se da una propuesta de rediseño y los costos y procedimientos a realizar en el trabajo propuesto.

#### **3. Conformidad y planificación.**

En esta etapa es aceptada la propuesta, se planifica los trabajos a realizar , y se hacen las gestiones considerando las normas establecidas por la empresa

cuando se trata de personal externo (permisos, sctr ,disponibilidad y otros)

#### **4. Desmontaje segunda estación de punzonados**

Esta cuarta etapa se inicia las labores propias del trabajo propuesto , se realizó el desmontaje de la segunda estación de punzonados que en este caso estaba inoperativa , por fallas en el sistema de punzonado, que estaba acondicionado para un solo punzonado, este desmontaje lo tuvimos que realizar en un espacio de tiempo cedido por para de producción, la cual se realizó y se dejó la máquina operativa para continuar con la producción.

#### **5. Implementación y elaboración de estación de 2 punzonados**

En esta etapa es la implementación y se fabrica la matriz y punzón para 2 punzonados .

#### **6. Montaje y operatividad de estación de 2 punzonados**

Proceso en el cual se deben realizar el montaje, de la estación de punzonado hacer las pruebas respectivas, y dejarlo en operatividad.

#### **7. Desmontaje de estación para el acondicionamiento de 4 punzonados**

Para este proceso se deben efectuar el desmontaje de la estación señalada para acondicionarla para realizar los 4 punzonados, como antecedente teníamos que ya se había instalado la matriz en la estación de 2 punzonados, y la cual ya estaba en operatividad, y en este caso no se afectaba la producción , ya que esta continuaba con la estación de punzonados ya implementada.

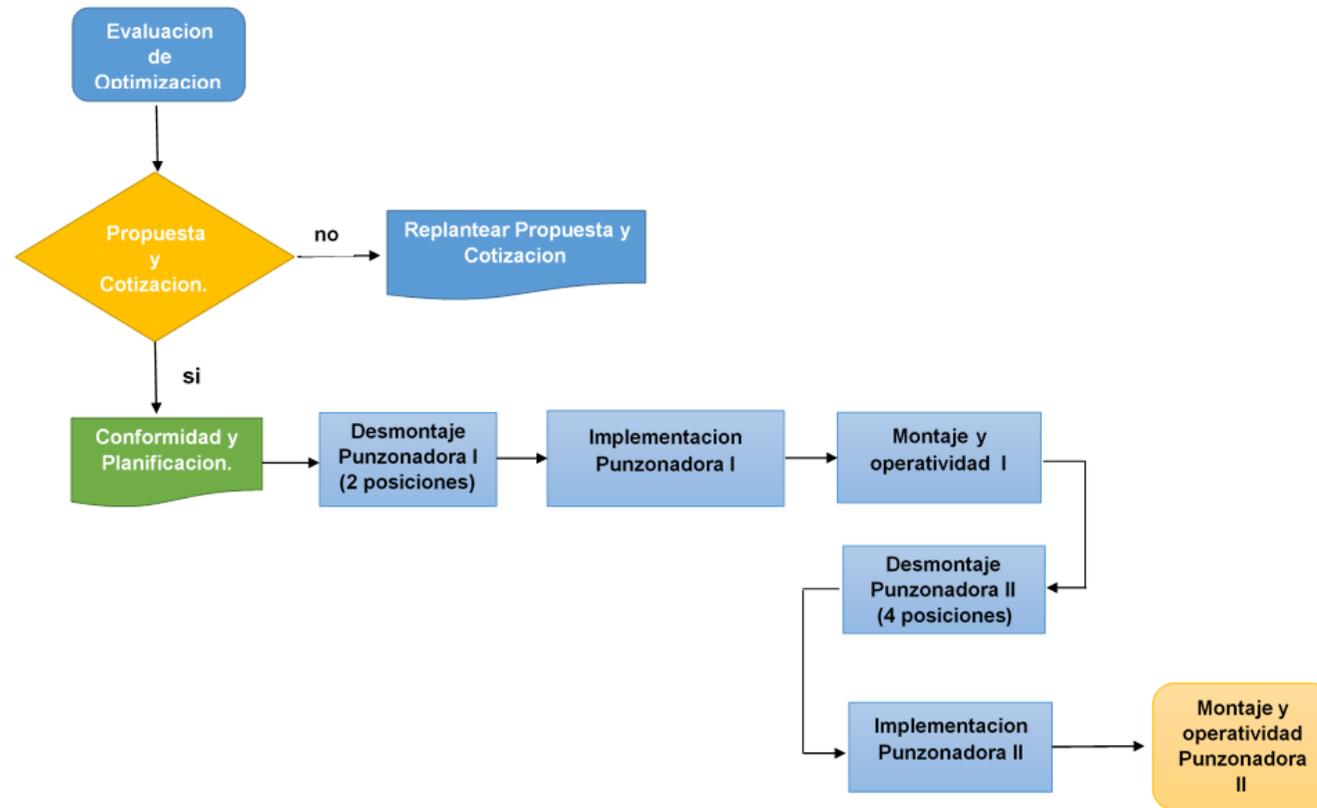
#### **8. Implementación y construcción de estación de 4 punzonados.**

En esta etapa es la implementación y fabricación de la matriz y punzón para 4 punzonados .

#### **9. Montaje y operatividad de estación de 4 punzonados.**

Proceso en el cual se deben realizar el montaje, de la estación de punzonado hacer las pruebas respectivas, y dejarlo en operatividad.

Figura 2.17 Diagrama de Flujo de procesos involucrados.



## 2.2.2 Cronograma de actividades.

### 1. Evaluación de optimización de zona de punzonados

Tabla 2.1 Cronograma de actividades de evaluación de zona de punzonados

ACTIVIDADES	JULIO 2022				AGOSTO 2022			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8
Visita – Observ.								
Diagnostico								
Viabilidad								
Plan estratégico								
Disponibilidad								

### 2. Propuesta y cotización

Tabla 2.2 Cronograma de actividades de evaluación de propuesta y cotización

ACTIVIDADES	SETIEMBRE 2022			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Propuesta				
Evaluación				
Verificación				
Cotización				

### 3. Conformidad y planificación.

Tabla 2.3 Cronograma de actividades evaluación de conformidad y planificación

ACTIVIDADES	OCTUBRE 2022			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Conformidad				
Orden de servicio				
Inducción				
Sctr				
Planificación				

### 4. Desmontaje segunda estación de punzonados

Tabla 2.4 Cronograma de actividades de evaluación de desmontaje  
Segunda estación de punzonados

ACTIVIDADES	NOVIEMBRE 2022				
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Permisos					
Parada de producción					
Desmontaje					
operatividad					

## 5. Implementación y elaboración de estación de 2 punzonados

Tabla 2.5 Cronograma de actividades de evaluación de implementación y elaboración de estación de 2 punzonados

ACTIVIDADES	NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8
Desmontaje								
Porta punzón								
Punzones (2)								
Planchador								
Soporte Matriz								
Matriz								
Templado								
Rectificado								
Montaje								
Pruebas primarias								

## 6. Montaje y operatividad de estación de 2 punzonados

Tabla 2.6 Cronograma de actividades de evaluación de montaje y operatividad de estación de 2 punzonados

ACTIVIDADES	ENERO 2023				
	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
Permisos					
Parada de producción					
Montaje					
Prueba					
Operatividad					

## 7. Desmontaje de estación para el acondicionamiento de 4 punzonados

Tabla 2.7 Cronograma de actividades de evaluación de desmontaje de estación para el acondicionamiento de 4 punzonados

ACTIVIDADES	ENERO 2023				
	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20
Permisos					
Parada de producción					
Desmontaje					
operatividad					

## 8. Implementación y elaboración de estación de 4 punzonados.

Tabla 2.8 Cronograma de actividades de evaluación de implementación y elaboración de estación de 4 punzonados

ACTIVIDADES	ENERO		FEBRERO				MARZO	
	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2
Desmontaje								
Porta punzón								
Punzones (4)								
Planchador								
Soporte Matriz								
Matriz								
Templado								
Rectificado								
Montaje								
Pruebas primarias								

## 9. Montaje y operatividad de estación de 4 punzonados.

Tabla 2.9 Cronograma de actividades de evaluación de montaje y operatividad de estación de 4 punzonados

ACTIVIDADES	MARZO 2023				
	Día 09	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13
Permisos					
Parada de producción					
Montaje					
Prueba					
Operatividad					

De los cronogramas detallados por cada actividad, se tiene el siguiente resumen de acuerdo con la secuencia de trabajo:

Tabla 2.10 Cuadro resumen de secuencia de actividades

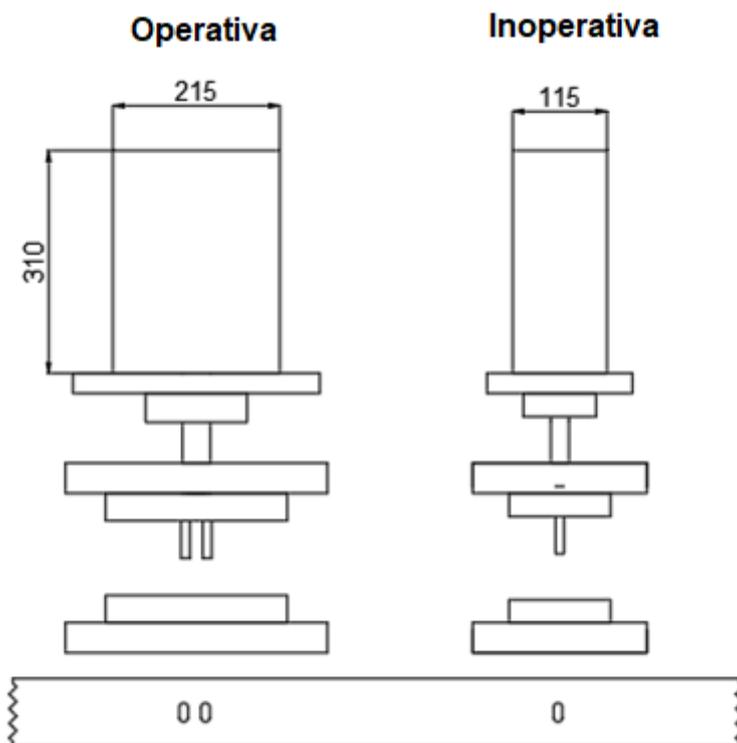
ACTIVIDADES	JUL				AGO				SET				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1 Evaluación	■	■	■	■	■	■	■	■																												
2 Propuesta									■	■	■	■																								
3 Conformidad													■	■	■	■																				
4 Desmontaje I																■																				
5 Implementación I																	■	■	■	■	■	■	■	■												
6 Montaje I																								■												
7 Desmontaje II																									■											
8 Implementación II																									■	■	■	■	■	■	■	■				
9 Montaje II																																	■			

### III. APORTES REALIZADOS

#### 3.1. Evaluación del diseño y funcionamiento, de la máquina perfiladora de peldaños para el proceso de punzonado

En la evaluación de esta zona de punzonado, se verificó que se encontraba trabajando solo con la estación principal que hacía 2 punzonados, contaba con otra estación de un solo punzonado, pero estaba inhabilitada por falla de matriz y punzón.

Fig 3.1. disposición de pistones hidráulicos de maquina perfiladora encontrados.



Para hacer esta evaluación se realizaron los siguientes planes de trabajo:

### **3.1.1 Plan de evaluación de la zona de punzonados.**

De acuerdo a los requerimientos y condiciones de trabajo de esta sección de producción, se realizó un plan de evaluación que consistió con el estudio de disposición, condiciones, medidas , características técnicas de los componentes reglas y normas propias de la empresa, y poder evaluar la factibilidad de realizar este rediseño en la máquina perfiladora de peldaños. Es así que iniciamos implementando las normas y reglas establecidas por la empresa para el ingreso como :

- Inducción de personal .
- Autorización de permisos
- Sctr ( seguro de Salud y pensión )

en la fig 3.2, se muestra el SCTR, correspondientes por ser personal prestadora de servicio externo.

Realizado estas disposiciones , se coordinó la visita técnica para la evaluación indicada.

Fig 3.2 Constancia SCTR

Avenida 28 de Julio, 873 Miraflores Lima Perú  
T +511.213.73.73 F +511.243.31.31 www.mapfreperu.com

MP/2022/7410253



**CONSTANCIA DE ASEGURAMIENTO**

Mediante la presente, dejamos constancia que la(s) persona(s) abajo nombrada(s) está(n) asegurada(s) en nuestra compañía, a nombre de la empresa ERNESTO QUINTIN OBREGON FLORES bajo la Póliza de Pensiones No. 7012200115014 y contrato de Salud No. 7022200138213, con vigencia del 12/12/2022 hasta el 12/01/2023, con las coberturas de Pensiones y Salud por trabajo de riesgo según la ley N° 26790 y normas complementarias.

Ubicación del Riesgo/Local/Obra : A NIVEL NACIONAL

ASEGURADO(S)  
1 DNI 47260632 AGUSTIN LORENZO MARQUEZ PERFECTO  
2 DNI 09681815 ERNESTO QUINTIN OBREGON FLORES

Se expide la presente, para fines que consideren conveniente.

12/12/2022 08:27:53 am  
Thompson Ruiz, Marco



ISAAC RAMIREZ MOLINA  
UNIDAD DE RIESGOS DEL TRABAJO

La presente cobertura no ampara trabajos en minería subterránea (socavón).

NOTA: La presente cobertura esta sujeta a las condiciones señaladas en las pólizas y/o contratos respectivos, quedando sin efecto en caso que el contratante no cumpla con el pago oportuno de las primas del SCTR, en el entendido de que a la fecha de emisión del presente documento no existe siniestro alguno materia de reclamo.

Fuente : constancia seguros Mapfre.

### 3.1.2 Plan de propuesta y cotización.

Hecha la evaluación, se hizo la propuesta y cotización mostradas en la fig 3.3

Fig 3.3 Cotización

Ernesto Quintín Obregón Flores  
Proyectos, Mecanismos, Mantenimiento  
Fabricación Maquinaria Industrial  
[erobre41@hotmail.com](mailto:erobre41@hotmail.com) 988208656

## COTIZACIÓN

### TRABAJOS VARIOS

A:

JOSÉ IBAÑEZ- JULIO YUCRA - PRODAC S.A

#### 1. OPTIMIZAR LA VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN

( MATRIZ DE 4 PUNZONES)

##### CARACTERÍSTICAS.

- Matriz de 4 Punzones ( actualmente es de 2 punzones )
- Se Incrementaría la Velocidad de producción, al punzonar 4 espacios, incrementando la corrida de Fleje

Costo ..... S/ 8500.00

#### 2. IMPLEMENTAR MATRIZ ( 2 PUNZONES)

##### CARACTERÍSTICAS.

- Matriz de 2 Punzones ( actualmente es de 1 punzones - INOPERATIVA )
- Se habilitara otra estación de punzonados facilitando la producción al tener 2 estaciones de punzonados

Costo ..... S/ 2500.00

- Los Precios no incluyen IGV – se emite RHE como comprobante de Servicio realizado

Atte. Ernesto Obregón

### 3.1.3 Plan de conformidad y planificación.

Aceptada la propuesta, se generó la orden de compra :

1. Orden de compra N° 4530058164- PRODAC S.A ( fig 3.4 )
2. Orden de compra N° 4530059701- PRODAC S.A ( fig 3.5 )

Fig 3.4 Orden de compra 4530058164

	<b>PLANTA y OFICINA</b> Av. Nestor Gamba 6429 LIMA - CALLAO O Telefono: (51-1)6136666 Fax: (51-1)5770041 Casilla Postal N° 555 - Lima <b>SUCURSAL AREQUIPA</b> Av. Pizarro 125. Distrito de J.L. Bustamante y Rivero	<b>ORDEN DE COMPRA N°</b> <b>PURCHASE ORDER 4530058164</b>
	Productos de Acero Cassado SA <b>R.U.C. : 20254053822</b>	<b>FAX COMPRAS: 613-6666(3506)</b>
<b>PROVEEDOR</b> <b>SUPPLIER: 101085 OBREGON FLORES ERNESTO QUINTIN</b> <b>DIRECCION</b> <b>ADDRESS: Sector 2 Grupo 9 Manzana D</b>	<b>Area Solicitante:</b> <b>S022 PROYECTOS</b>	<b>CONDICIONES DE PAGO</b> <b>PAYMENT TERMS: 30 dias de recepción de factura</b> <b>Nro. Contrato:</b> Regularizacion
<b>TELEFONO</b> <b>TELEPHONE N°:2590009</b> <b>ATENCION</b> <b>ATTENTION:</b>	<b>Usuario:</b> JIBANEZQ	Solped: 1400063773 Fecha Aprobación: 13/01/2023 ZC03 Servicios Comprador:DIEGO JARA

Item	Código	Descripción	Cantidad	Ud.	Precio	Desc.	Total	Fecha rec.	Sem
10-10	3000006	Serv. Instalación en General (Maníto) Matriz de 4 Punzones ( actualmente es de 2 punzones ) - Se Incrementaría la Velocidad de producción, al punzonar 4 espacios, incrementando la corrida de Fieje JOSE IBAÑEZ	1.00	UN	8500.0000	0.00%	8500.00	13/01/2023	02

**DIRECCIÓN DE ENTREGA**  
**DELIVERY ADDRESS: Av. Nestor Gamba 6429 CALLAO Callao**

Fuente : Orden compra prodac

Fig 3.5 Orden de compra 4530059701

	<b>PLANTA y OFICINA</b> Av. Nestor Gambetta 6429, D LIMA - CA LLAO Telefono: (51-1)6136666 Fax: (51-1)5770041 Casilla Postal N° 555 - Lima <b>SUCURSAL AREQUIPA</b> Av. Pizarro 125. Distrito de J.L. Bustamante y Rivero	<b>ORDEN DE COMPRA N°</b> <b>PURCHASE ORDER 4530059701</b>																				
	Productos de Acero Cassado SA <b>R.U.C. : 20254053822</b>	<b>FAX COMPRAS: 613-6666(3506)</b>	FECHA DE EMISION DATE OF ISSUE 27/02/2023																			
<b>PROVEEDOR</b> SUPPLIER: 101085 OBREGON FLORES ERNESTO QUINTIN <b>DIRECCION</b> ADDRESS: Sector 2 Grupo 9 Manzana D	Area Solicitante: <b>S020 MANTENIMIENTO</b>	CONDICIONES DE PAGO PAYMENT TERMS: 30 días de recepción de factura Nro. Contrato:																				
<b>TELEFONO</b> TELEPHONE N°:2590009 <b>ATENCION</b> ATENTION:	Usuario: TTACSAC	Prioridad Normal Solped: 1400064690 Fecha Aprobación: 28/02/2023 ZC03 Servicios Comprador:Pier Andre Segovia Tapia																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Código</th> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Ud.</th> <th>Precio</th> <th>Desc.</th> <th>Total</th> <th>Fecha rec.</th> <th>Sem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10-10</td> <td>3000057</td> <td>Manito y Reparc. de Maquinaria y Equipos</td> <td>1.00</td> <td>UN</td> <td>2500.0000</td> <td>0.00%</td> <td>2500.00</td> <td>23/02/2023</td> <td>08</td> </tr> </tbody> </table>			Item	Código	Descripción	Cantidad	Ud.	Precio	Desc.	Total	Fecha rec.	Sem	10-10	3000057	Manito y Reparc. de Maquinaria y Equipos	1.00	UN	2500.0000	0.00%	2500.00	23/02/2023	08
Item	Código	Descripción	Cantidad	Ud.	Precio	Desc.	Total	Fecha rec.	Sem													
10-10	3000057	Manito y Reparc. de Maquinaria y Equipos	1.00	UN	2500.0000	0.00%	2500.00	23/02/2023	08													
<b>DIRECCION DE ENTREGA</b> DELIVERY ADDRESS: Av. Nestor Gambetta 6429 CALLAO Callao																						

Fuente : Orden de compra prodac.

Teniendo la autorización se realizó una secuencia de trabajo descrita en el cronograma de actividades del proceso de rediseño.

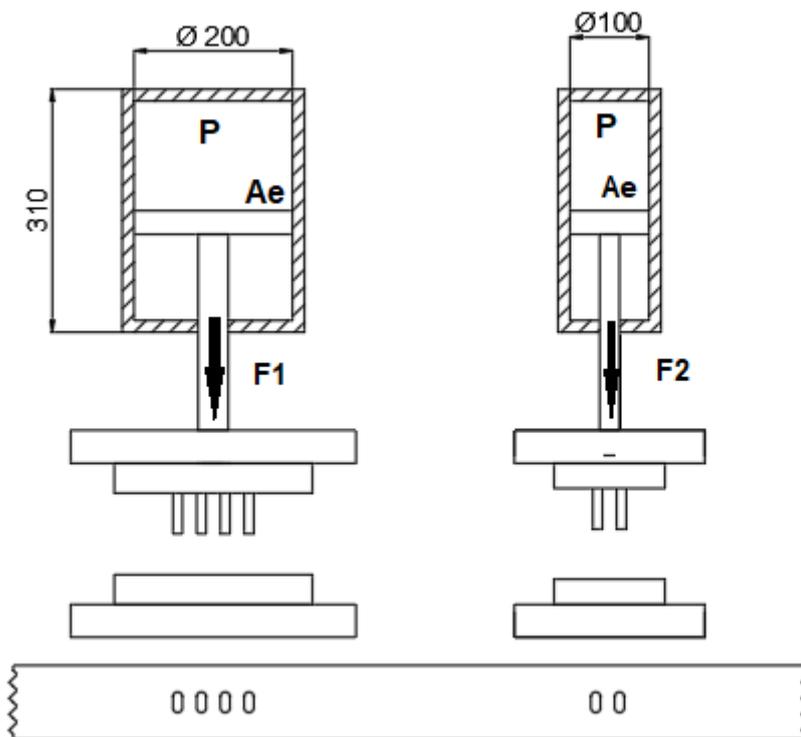
### 3.2. Realización del proyecto de rediseño de la máquina perfiladora de peldaños.

En este trabajo de rediseño, se usó la unidad hidráulica que cuenta la máquina para el accionado de las estaciones de punzonados , también de los elementos dispuestos en la zona de punzonados de la máquina, estos elementos se mencionan en los anexos – sección planos.

#### 3.2.1. Cálculo de la fuerza de los actuadores oleohidráulicos dispuestos en la máquina.

En la máquina perfiladora se tienen 2 actuadores en uso

Fig 3.6 Disposición de punzonados en el rediseño



En el caso de los punzonados de la máquina perfiladora, esta fuerza es ejercida por un cilindro hidráulico como se muestra en la fig 3.6. Por la ecuación que lo relaciona tenemos :

$$F = P \times A_e \quad (3.1)$$

Donde:

F : Fuerza de prensado

P : Presión hidráulica dentro del cilindro

A e : Área del embolo.

Entonces haciendo los cálculos respectivos para cada estación de punzonados tenemos :

$$F_1 = P \times A_{e1} \quad (3.2)$$

$$F_2 = P \times A_{e2} \quad (3.3)$$

Siendo la presión la misma para ambos pistones, y esta la tenemos como dato, por formar ambos pistones de la misma unidad oleohidráulica.

$$P = 150 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

calculo de las áreas de cada actuador oleo hidráulico

$$A_{e1} = \pi r^2 = 3.14 \times (10)^2 = 314 \text{ cm}^2 \quad (3.4)$$

$$A_{e2} = \pi r^2 = 3.14 \times (5)^2 = 78.5 \text{ cm}^2 \quad (3.5)$$

Entonces tenemos :

$$F_1 = 150 \text{ Kg} / \text{cm}^2 \times 314 \text{ cm}^2 = 47100 \text{ kgf} = 47.1 \text{ Ton}$$

$$F_2 = 150 \text{ Kg} / \text{cm}^2 \times 78.5 \text{ cm}^2 = 11775 \text{ Kgf} = 11.7 \text{ Ton}$$

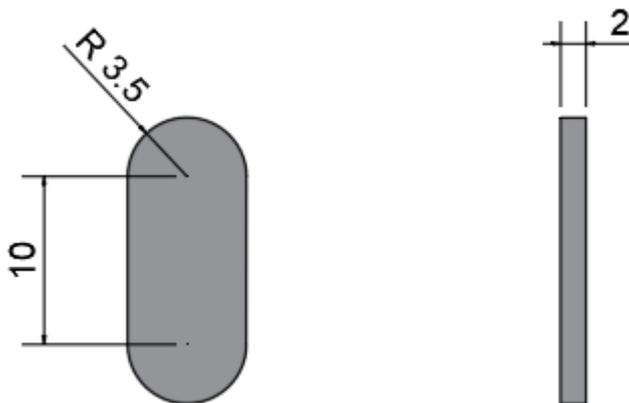
Conocidas las fuerzas de los actuadores oleohidráulicos que tiene la máquina pasaremos a calcular las fuerzas de corte necesarias para realizar este incremento de punzones, de tal forma que compararemos si estos cambios están dentro de las capacidades de la máquina.

### 3.2.2. Cálculo de la fuerzas de transformación del proceso de punzonado.

Se realizan los cálculos de las fuerzas requeridas en las operaciones de punzonado del fleje, que luego se conformara en el producto obtenido de esta máquina perfiladora. Para el cálculo de las fuerzas de corte es necesario saber el tipo de material a punzonar, en este caso es ASTM A-653 (Tabla 3.1) este material es comercializado y usado para este tipo de producto que va ha ser procesado por la máquina perfiladora.

#### 3.2.2.1 Cálculo del área cortante para el punzonado.

Fig 3.7 Forma del punzonado



Cálculo del área en cortante (  $A_s$  )

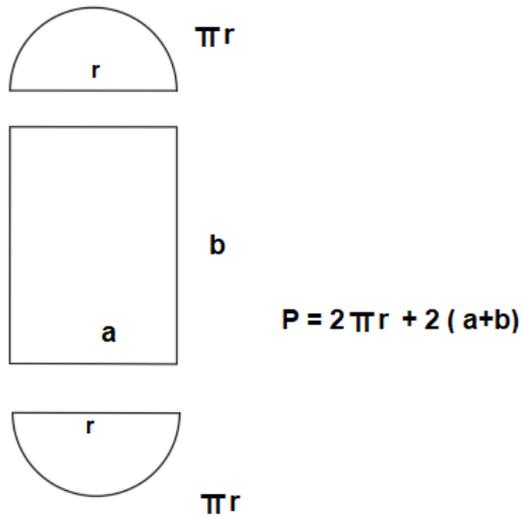
$$A_s = P \times e \tag{3.6}$$

Donde :

P : Perímetro

e : Espesor de plancha a punzonar

Fig 3.8 Perímetro .del punzonado



$$P = (2 \times 3.14 \times 3.5) + 2(10 + 7) = 21.99 + 34 = 55,99 \text{ mm} = 0.0559 \text{ m}$$

$$e = 1.5 \text{ mm} = 0.0015 \text{ m}$$

$$A_s = P \times e = 0.0559 \text{ m} \times 0.0015 \text{ m} = 0.00008398 \text{ m}^2$$

$$A_s = 83,98 \text{ mm}^2$$

### 3.2.2.2 Cálculo del fuerza cortante.

$$F_c = P \times e \times R \tag{3.7}$$

$$F_c = A_s \times R$$

R = Esfuerzo resistencia al corte en  $\text{kg/mm}^2$

Como ya se conoce el área cortante , necesitamos el dato de la resistencia al corte del material , que en este caso es el ASTM A-653

Por datos de la ficha técnica del fabricante y por referencias de las tablas de resistencias al corte y cizalladura se toma el valor, de la tabla 3.2

$$R = 45 \text{ Kg} / \text{mm}^2$$

Entonces el valor de la fuerza de corte necesaria para realizar el punzonado es.

$$F_c = A_s \times R$$

$$F_c = 83,98 \text{ mm}^2 \times 45 \text{ kg/mm}^2$$

$$F_c = 3799 \text{ kg} = 3.8 \text{ Toneladas.}$$

Este cálculo se considera para un punzonado, como se tiene 2 estaciones de punzonado

#### **Estación de punzonados 1 = 4 punzones**

$$F_c \text{ 1 total} = 4 \times F_c = 4 \times 3.8 \text{ T} = 15.2 \text{ Toneladas.} \quad (3.8)$$

Considerando el rozamiento que el material genera a lo largo de las paredes de la matriz de corte , se considera :

$$F_c' \text{ 1 total} = 1.2 \times F_c \text{ total} = 1.2 \times 15.2 \text{ Ton} = \mathbf{18.24 \text{ Toneladas}} \quad (3.9)$$

Comparando con la fuerza calculada del actuador 1, tenemos :

$$\mathbf{\text{Actuador 1} = 47.1 \text{ Ton}}$$

Entonces se puede observar que es factible el incremento de estos 2 punzones, y punzonar con 4 punzones

#### **Estación de punzonados 2 = 2 punzones**

$$F_c \text{ 2 total} = 2 \times F_c = 4 \times 3.8 \text{ T} = 7.6 \text{ Toneladas} \quad (3.10)$$

Considerando el rozamiento.

$$F_c' \text{ 2 total} = 1.2 \times F_c \text{ total} = 1.2 \times 7.6 \text{ Ton} = \mathbf{9.12 \text{ Toneladas}} \quad (3.11)$$

Comparando con la fuerza calculada del actuador 2, tenemos :

Factuador 2 = 11.7 Ton

Entonces se puede observar que es factible el incremento del punzón y de esta forma esa estación punzonar con 2 punzones.

Tabla 3.1 Datos técnicos del material a punzonar

## BOBINAS PLANCHAS GALVANIZADAS

ASTM A653 Z120



PROPIEDADES MECÁNICAS	
Límite de Fluencia (mín.)	2110 - 3850 kg/cm <sup>2</sup> (207 - 378 MPa)
Resistencia a la Tracción (mín.)	4590 kg/cm <sup>2</sup> (450 MPa)
Alargamiento mínimo	16%

COMPOSICIÓN QUÍMICA	
Carbono (% máx.)	0.15 - 0.20
Manganeso (% máx.)	0.60
Fósforo (% máx.)	0.030
Azufre (% máx.)	0.035

Fuente: ficha técnica Tramontana

Tabla 3.2 Resistencia a la rotura de materiales más comunes

MATERIALES	Resistencia a la rotura en Kg/mm <sup>2</sup>		Resistencia al corte en Kg/mm <sup>2</sup>		Peso específico en Kg/dm <sup>3</sup>
	Recocido	Crudo	Recocido	Crudo	
Acero laminado con 0,1% de C.	31	40	25	32	
Acero laminado con 0,2% de C.	40	50	32	40	
Acero laminado con 0,3% de C.	44	60	35	48	
Acero laminado con 0,4% de C.	56	70	45	56	
Acero laminado con 0,6% de C.	70	90	56	72	7.8 - 7.9
Acero laminado con 0,8% de C.	90	110	72	90	
Acero laminado con 1,0% de C.	100	130	80	105	
Acero laminado Inoxidable	65	75	52	60	
Acero laminado al sicilio	56	70	45	56	
Aluminio	7.5 - 9	16 - 18	6 - 7	13 - 15	2,7
Anticorodal	11 - 13	32 - 36	9 - 10	25 - 29	2,8
Avional (Duraluminio)	16 - 20	38 - 45	13 - 16	30 - 36	2,8
Aluminio en aleación (Siluminio)	12 - 15	25	10 - 12	20	2,7
Alpaca laminada	35 - 45	56 - 58	28 - 36	45 - 46	8.3 - 8.45
Bronce	40 - 50	50 - 75	32 - 75	40 - 60	8.4 - 8.9
Cinc	15	25	12	20	7.1 - 7.2
Cobre	22 - 27	31 - 37	18 - 22	25 - 30	8.9 - 9
Estaño	4 - 5		3 - 4		7,4
Fibra			17		
Latón	28 - 37	44 - 50	22 - 30	35 - 40	8.5 - 8.6
Oro			18	30	19.3 - 19.35
Plata laminada	29	29	23,5	23,5	10,5
Plomo	2,5 - 4		2 - 3		11,4

Fuente : Ascamm seminario sobre tecnología de matrices 2

### 3.2.2.3 Fuerza de extracción

Es la fuerza necesaria para separar el recorte del material punzonado que queda sujeto al punzón tras el corte.

$$F_{ext} = 0,1 \times F_c \tag{3.12}$$

Entonces :

$$F_{ext. 1} = 0.1 \times F_c'1 = 0.1 \times 18.24T = 1.824 \text{ Toneladas}$$

$$F_{ext. 2} = 0.1 \times F_c'2 = 0.1 \times 9.12T = 0.912 \text{ Toneladas}$$

### 3.2.2.4 Selección de resortes (muelles)

Los resorte son de relevancia, porque estas van a cumplir la función de destrabar el punzón del material, mediante la acción del planchador, entonces es necesario determinar el tipo de resorte más adecuado para esta aplicación.

De la ecuación :

$$F_{\text{muelle}} = \frac{F_{\text{ext}}}{n^{\circ}\text{muelles}} \quad (3.13)$$

Donde :

$F_{\text{ext}}$  : fuerza de extracción

Se consideraran para el primer punzonado ( 4 punzones) 6 resortes  
para el segundo punzonado (2 punzones) 2 resorte  
entonces :

$$F1 \text{ muelle} = F_{\text{ext}1} / 6 = 1.824\text{ton} / 6 = 0.304 \text{ Ton} = 2982.24\text{N}$$

$$F2 \text{ muelle} = F_{\text{ext}2} / 2 = 0.912 \text{ ton} / 2 = 0.456 \text{ Ton} = 4473.36 \text{ N}$$

Los resortes deben tener una precarga de 5% de su longitud, para evitar su ruptura y daño en los punzones de perforado. Se necesita unos resortes de 50mm de longitud, por lo que su precarga será de 2.5 mm.

La distancia que recorrerá la placa porta punzones con respecto al botador es de 15mm, por lo que los resortes se comprimirán esa distancia más la precarga la compresión de cada muelle será  $(\Delta x) = 17.5 \text{ mm}$ .

Entonces el resorte adecuado será el resultado de hallar la constante k, del resorte y esta la hallamos con la ley de Hooke.

$$F_r = k \cdot \Delta x \quad (3.14)$$

Donde:

$F_r$  = Fuerza del resorte (N)

K = constante elástica del resorte

$\Delta x$  = compresión del resorte  
despejando y aplicando :

$$k = \frac{Fr}{\Delta x} \quad (3.15)$$

$$K_1 = \frac{2982.24 \text{ N}}{17.5 \text{ mm}} = 170.4 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$K_2 = \frac{4473.36 \text{ N}}{17.5 \text{ mm}} = 255.6 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

Por tanto el muelle seleccionado es el que se muestra en la Tabla 3.3 se considera este valor aproximado, por tener la referencias cercanas a lo calculado, en cuanto a las dimensiones cabe mencionar que se hacen pedidos de fabricación, según requerimiento tanto en medidas como en resistencia.

Fig 3.9 Carrera del punzonado

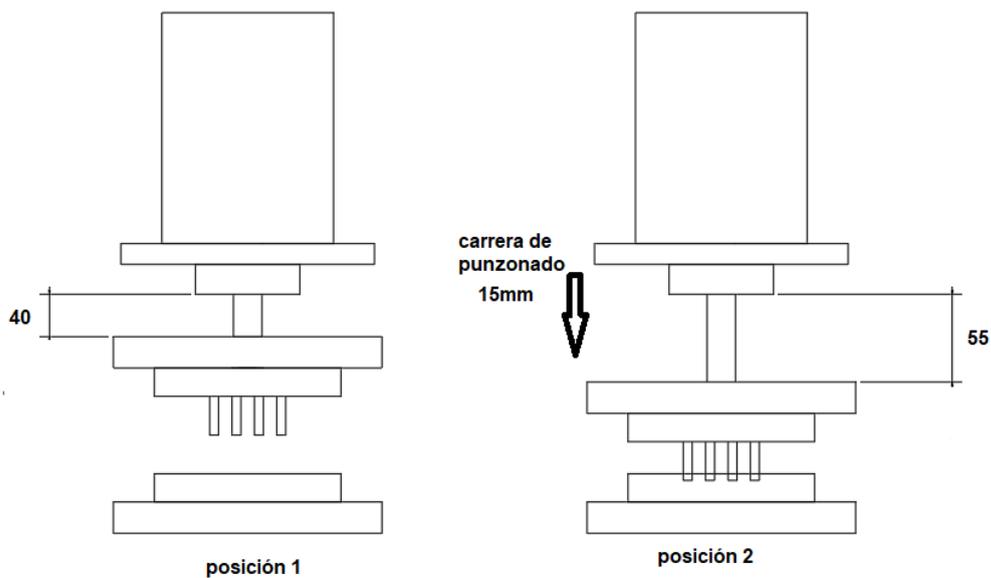


Tabla 3.3 Selección de resorte

D <sub>h</sub>	D <sub>d</sub>	L <sub>o</sub>	N° de Catálogo	R	A		B		C		D		
					20% L <sub>o</sub>		25% L <sub>o</sub>		30% L <sub>o</sub>		f <sub>b</sub>		
					N	mm	N	mm	N	mm	N	mm	
32	16	38	R 32 - 038	388	2949	7.6	3686	9.5	4423	11.4	4850	12.5	
		44	R 32 - 044	324	2851	8.8	3564	11.0	4277	13.2	4828	14.9	
		51	R 32 - 051	272	2774	10.2	3482	12.8	4162	15.3	4842	17.8	
		64	R 32 - 064	212	2714	12.8	3392	16.0	4070	19.2	4749	22.4	
		76	R 32 - 076	172	2614	15.2	3268	19.0	3922	22.8	4489	26.1	
		89	R 32 - 089	141	2510	17.8	3144	22.3	3765	26.7	4343	30.8	
		102	R 32 - 102	122	2489	20.4	3111	25.5	3733	30.6	4490	36.8	
		115	R 32 - 115	107	2461	23.0	3082	28.8	3692	34.5	4430	41.4	
		127	R 32 - 127	93.0	2362	25.4	2957	31.8	3543	38.1	4129	44.4	
		139	R 32 - 139	86.0	2408	28.0	3010	35.0	3612	42.0	4171	48.5	
		152	R 32 - 152	78.0	2371	30.4	2964	38.0	3557	45.6	4274	54.8	
		178	R 32 - 178	67.2	2392	35.6	2990	44.5	3588	53.4	4274	63.6	
		203	R 32 - 203	59.1	2399	40.6	3002	50.8	3599	60.9	4285	72.5	
		254	R 32 - 254	46.4	2357	50.8	2946	63.5	3536	76.2	4306	92.8	
		7.1 x 5.4	305	R 32 - 305	38.0	2318	61.0	2899	76.3	3477	91.5	4248	111.8

Fuente : catálogo de fabricante Itan

:

### 3.2.2.5 Cálculo del juego entre matriz y punzón.

Como en este caso resulta que es el fleje punzonado es el de la utilidad el juego se dará en la matriz

entonces tenemos :

$$c = Ac \times t \tag{3.16}$$

c = holgura (mm)

Ac = tolerancia del espacio

t = espesor del material.

del (cuadro 2.1) 1 tomamos Ac = 0.075

$$c = 0.075 \times 1.5 \text{ mm}$$

$$c = 0.11 \text{ mm}$$

### **3.2.3 Desmontaje segunda estación de punzonados ( 2 punzones)**

Teniendo las autorizaciones y permisos correspondientes se procedió a realizar el proceso de desmontaje de la segunda estación de punzonados, que en este caso estaba inoperativa, se aprovechó el día de para de producción programada para 2 días, en la cual se realizó el desmontaje.

Para tal se siguieron los siguientes acciones :

- Coordinar el día para realizar el desmontaje.
- Tramitar los permisos establecidos para realizar el trabajo
- Realizar una lista de herramientas a necesitar para realizar el desmontaje según modelo mostrado en la fig 3.10
- Contar con los EPP necesarios para realizar el trabajo en campo.



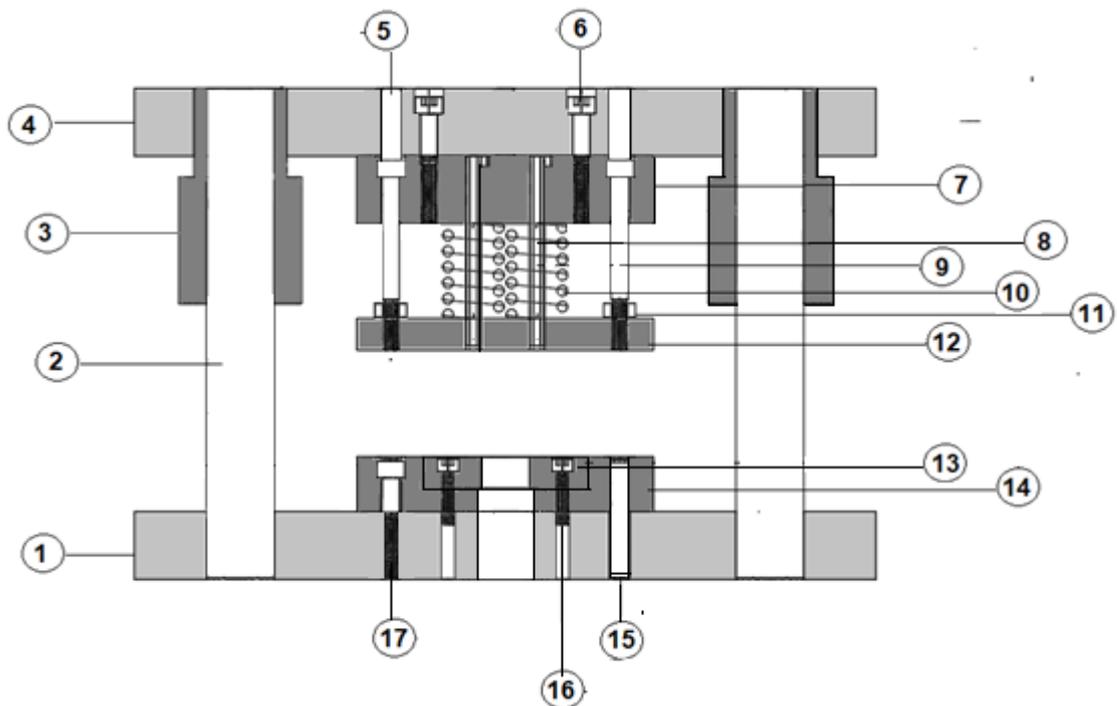
Cuadro 3.1 Procesos a realizar en el desmontaje ( 2 punzones)

N°	DENOMINACIÓN	PROCEDIMIENTO	HERRAMIENTAS	OBSERVACIÓN
01	Corte energía eléctrica	Se baja la llave térmica de control del tablero eléctrico de la maquina	- EPP . - Guantes - multitester	Verificar el térmico en off
02	Cortar la tira del fleje	Se cortara el fleje entre la estación de punzonado y la entrada del primer rodillo de formación	- wincha - arco de sierra - hoja de sierra - martillo	Verificar que la estación de punzonado este libre del fleje
03	Desmontar la base superior e inferior, matriz-punzón	Usando la llave de boca y las llaves Allen se procede a desajustas los pernos socket y hexagonales que amarran y ajustan las bases superior e inferior de la matriz y punzón	- llave boca $\frac{3}{4}$ - llave boca 7/8 - llave boca 1 - llave Allen M10 - llave allens M12 - llave Allen M14 - martillo	Juntar los elementos de unión en un solo lugar y por aplicación
04	Montaje del fleje	Retirar e fleje cortado, para eso se activara el térmico para luego prender la máquina y retirar la tira del fleje cortado	- guantes - martillo	Activar el avance manual de la máquina para la salida de fleje
05	Operatividad de la máquina	Hacer el montaje del fleje y hacer las pruebas de operatividad de la máquina	- wincha - alineador laser	Probar el punzonado y programación de la máquina
06	Traslado de componentes	se procede a llevar los componentes al taller de trabajo	- Movilidad	Verificar todas las partes desmontadas

### 3.2.4 Procesos de fabricación de componentes de matriz de 2 punzones.

Para la implementación y elaboración de los elementos que intervienen en la estación de 2 punzonados (matriz – punzón) fig 3.11, se siguieron una serie de procesos de fabricación debido a las características que tienen cada una de estas partes componentes , en ella se usaron materiales, equipos y máquinas herramientas que facilitaron la fabricación para realizar esta implementación, a continuación haremos una descripción de estos procesos.

Fig 3.11 Matriz estación de punzonado ( 2 punzones )



Dónde:

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1. Base inferior.                         | 10. Resorte                        |
| 2. Columna guía..                         | 11. Tuerca contratuerca            |
| 3. Bocina guía..                          | 12. Placa planchador               |
| 4. Base superior                          | 13. Matriz                         |
| 5. Pin guía superior..                    | 14. Base porta matriz              |
| 6. Perno socket suj,porta punzón          | 15.Pin guía inferior               |
| 7. Porta punzón.                          | 16. Perno socket sujetador matriz. |
| 8. Punzón                                 | 17. Perno socket suj, porta matriz |
| 9. Perno socket sujetador de planchador . |                                    |

En la fig 3.11, se pueden apreciar las partes de esta estación de punzonado, y se clasificaran en 3 grupos :

- **Primer grupo .**

Este grupo corresponde a las partes que pertenecen a esta estación y no necesitan modificación o fabricación ya que sobre estas partes se tomara la base para poder realizar la implementación, a este grupo pertenecen los siguientes componentes :

1. Base inferior
2. Columna guía
3. Bocina guía
4. Base superior.

- **Segundo grupo.**

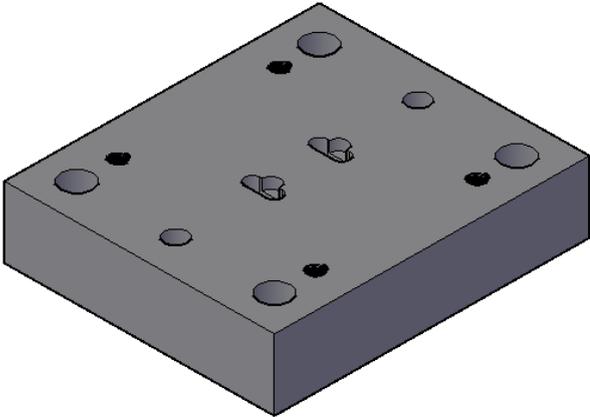
Este grupo si necesitara la modificación y fabricación de sus componentes por ser parte directa para la optimización de esta estación de punzonado (2 punzones).

A este grupo pertenecen las siguientes componentes :

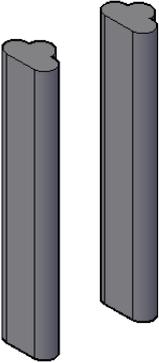
5. Porta punzón ( 7)
6. Punzón (8)
7. Placa planchador (12)
8. Matriz (13)
9. Base portamatriz (14)

Ahora pasaremos a describir a los componentes de este grupo, mediante un cuadro de procesos que se muestra a continuación.

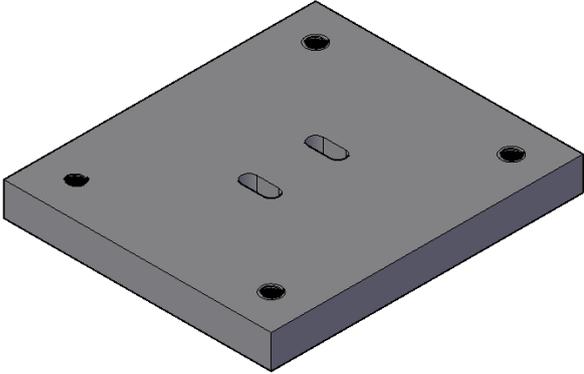
Cuadro 3.2 Procesos de maquinado porta punzón

(7) PORTA PUNZÓN				
				
N°	DENOMINACIÓN	PROCEDIMIENTO	HERRAMIENTAS	OBSERVACIÓN
01	PLANEADO ESCUADRADO	Se realiza el escuadrado y planeado del material según medidas	- Fresadora Univ. - Fresa disco - Fresa frontal - Calibrador - Escuadra (pelo)	Acero SAE1045
02	TRAZADO	Se hace el trazado y punzonado de todas las posiciones de agujeros	- Calibrador - Rayador - Escuadra - Punzón - Martillo	Trazado para agujero - Escalonado - Roscado - Punzón
03	TALADRADO	Ubicado los posiciones se hacen los agujeros los pasantes, luego los escalonados	- Taladro columna - Broca $\phi$ 14 mm - Broca $\phi$ 8.5 mm - Broca $\phi$ 6.5 mm - Calibrador	Se realizan los agujeros alineados con la base superior
04	FRESADO DE FORMA	Este fresado se realiza para alojar el punzón, es un fresado escalonado	- Fresadora Univ. - Fresa frontal $\phi$ 7 - Fresa frontal $\phi$ 8 - Calibrador	El fresado tiene un destaje de sujeción de punzón
05	ROSCADO	Se realiza el roscado interno esta tiene que estar alineada con la base superior en las 4 posiciones	- Giramacho - Macho M10x1.5 - Aceitera	Verificar el montaje de los pernos socket para unir base superior y porta punzón

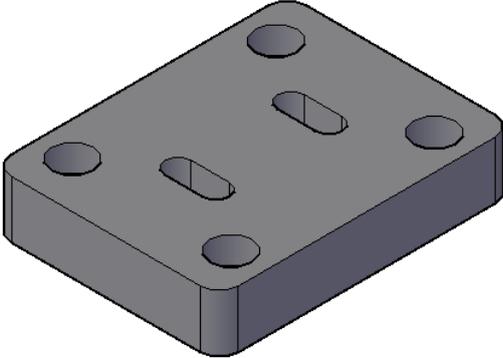
Cuadro 3.3 Procesos de maquinado del punzón

( 8 ) PUNZÓN				
				
N°	DENOMINACIÓN	PROCEDIMIENTO	HERRAMIENTAS	OBSERVACIÓN
01	TRAZADO CORTE	Se realiza el trazado del material para sacar 2 piezas	- Calibrador - Rayador - Escuadra - Arco y sierra	Acero Bohler Special K 100
02	TORNEADO	Se tornean (refrentado) ambas caras laterales	-Torno paralelo - Cuchilla acero rápido - Calibrador	Evitar lubricar por riesgo de templado del material
03	PLANEADO ESCUADRADO	Se hace el montaje en la fresadora y se procede a planear, escuadrar cada punzón según medidas dadas en el plano	- Fresadora Universal - Fresa disco - Fresa frontal $\phi 14$ mm - Calibrador - Escuadra	Se verifican las medidas de acabado de los punzones
04	FRESADO DE FORMA	Se realiza el fresado con la forma tipo oblongo y se da el acabado con lima plana	- Fresadora Univ. - Fresa frontal $\phi 8$ mm - Lima -Calibrador	Verificar el acabado con la matriz, y con el ajuste indicado 0.2 mm
05	TRATAMIENTO TÉRMICO	Se lleva a realizar el Templado	- Tratamiento térmico	Dureza 65HRC
06	RECTIFICADO	Se lleva a rectificar ambos lados laterales	- rectificadora plana	Se verifica el filo de corte

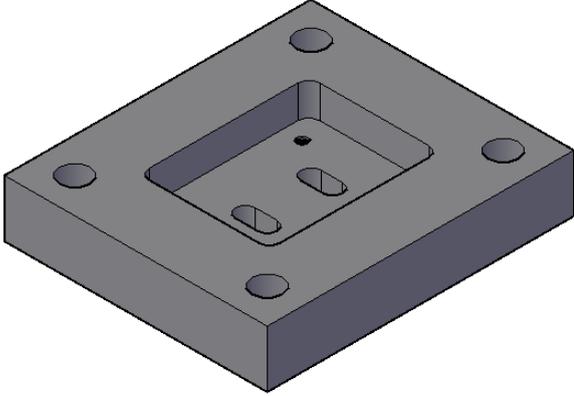
Cuadro 3.4 Procesos de maquinado placa planchador

(12) PLACA PLANCHADOR				
				
N°	DENOMINACIÓN	PROCEDIMIENTO	HERRAMIENTAS	OBSERVACIÓN
01	FRESADO PLANEADO ESCUADRADO	Se realiza el escuadrado, de los lados laterales, con las medidas indicados en el plano.	- Calibrador - Fresadora u. - Escuadra - fresa frontal $\phi 16$ mm	Acero SAE 1045
02	TRAZADO	Se realiza el trazado para los 4 agujeros y los agujeros oblongos (agujeros chinos)	- Calibrador - Rayador - Escuadra - Punzón - Martillo	Se siguen las posiciones de los agujeros y las tolerancias según plano
03	TALADRADO	Se realiza el taladrado de los agujeros pasantes para el roscado y los agujeros oblongos	- Taladro columna - Broca $\phi 6.5$ mm - Broca $\phi 7$ mm - Calibrador	La broca para los agujeros oblongos son de aproximación
04	FRESADO	Se hace el fresado de forma, verificar que el punzón pase deslizante	- Fresadora U. - Fresa frontal $\phi 7.5$ mm - Calibrador	Se verifica el alineamiento de los agujeros con el porta punzón
05	ROSCADO	Se hace el roscado M8x 1.25 en las 4 agujeros	- Giramacho - Macho M8x1.25 - Aceitera	Comprobar el roscado alineado con el porta punzón

Cuadro 3.5 Procesos de maquinado de Matriz para 2 punzones

(13) MATRIZ				
				
N°	DENOMINACIÓN	PROCEDIMIENTO	HERRAMIENTAS	OBSERVACIÓN
01	TRAZADO	Se hace el trazado Para realizar el maquinado de los lados y caras del material	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calibrador</li> <li>- Rayador</li> <li>- Escuadra</li> <li>- Azul de prusia</li> <li>- Tiza</li> </ul>	Acero Bohler Special K 100
02	PLANEADO ESCUADRADO	Luego se hace el maquinado en la fresadora según características del plano.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fresadora Univ.</li> <li>- Fresa disco</li> <li>- Fresa frontal</li> <li>- Calibrador</li> <li>- Escuadra (pelo)</li> </ul>	Se verifica el escuadrado de la pieza
03	TALADRADO	Se trazan los agujeros pasantes y el desbrocado para los agujeros oblongos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Taladro columna</li> <li>- Broca <math>\phi 14</math> mm</li> <li>- Broca <math>\phi 8.5</math> mm</li> <li>- Calibrador</li> <li>- Broca <math>\phi 6</math> mm</li> </ul>	Realizar los agujeros sin lubricar, en seco, por el tipo del material
04	FRESADO	Se hace el fresado de forma usando una fresa frontal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fresadora U.</li> <li>- Fresa frontal <math>\phi 7</math> mm</li> <li>- Calibrador</li> </ul>	También realizar el maquinado sin lubricar
05	TRATAMIENTO TÉRMICO	Se lleva a temprar la matriz ya elaborada	- Temple	Dureza 65 HRC
06	RECTIFICADO	Se lleva a rectificar en conjunto con el porta matriz, como una sola pieza.	-Rectificadora plana	Se rectificaran ambas caras

Cuadro 3.6 Procesos de maquinado base portamatriz

(14) BASE PORTAMATRIZ				
				
N°	DENOMINACIÓN	PROCEDIMIENTO	HERRAMIENTA	OBSERVACIÓN
01	TRAZADO	Se realiza la medida y el trazado del material, según referencias del plano	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calibrador</li> <li>- Rayador</li> <li>- Escuadra</li> <li>- Azul de prusia</li> <li>- Tiza</li> </ul>	Acero SAE 1045
02	FRESADO PLANEADO ESCUADRADO	Luego se realiza el montaje de la pieza en la fresadora y hacer el planeado de las caras laterales, superiores y el escuadrado de la pieza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fresadora Universal</li> <li>- Fresa disco</li> <li>- Fresa frontal</li> <li>- Calibrador</li> <li>- Escuadra de (pelo)</li> </ul>	Verificar e escuadrado de pieza a mecanizar
03	TALADRADO DESBROCADO	Se realiza el trazado para realizar el desbrocado, aproximándose a la medida indicada, para realizar el vaciado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calibrador</li> <li>- Escuadra</li> <li>- Rayador</li> <li>- Taladro colum.</li> <li>- Broca <math>\phi</math>10 mm</li> </ul>	Verificar la tolerancia del desbrocado que no supere los 15 mm
04	FRESADO VACIADO	luego con la fresa frontal, dar el acabado ,para alojar la matriz, con avances de corte de 0.5 mm.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fresadora U.</li> <li>- Fresa frontal <math>\phi</math> 14 mm</li> <li>- Calibrador</li> <li>- escuadra</li> </ul>	Comprobar la profundidad de alojamiento , para la matriz.

05	TALADRADO ESCALONADO	Se realiza el trazado para las posiciones del taladrado escalonado, primero se hace un agujero pasante luego el escalonado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rayador</li> <li>- Punzón</li> <li>- Martillo</li> <li>- Escuadra</li> <li>- Taladro columna</li> <li>- Broca <math>\phi 8.5</math> mm</li> <li>- Broca <math>\phi 14</math> mm</li> </ul>	Probar el alojamiento del perno socket
06	FRESADO DE FORMA	Este procedimiento de fresado se realiza primero el trazado y luego el desbrocando con una broca de $\phi 7$ mm luego con una fresa frontal de $\phi 8$ mm dándole la forma del punzonado, esta se realizara en 2 espacios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rayador</li> <li>- Calibrador</li> <li>- Escuadra</li> <li>- Taladro</li> <li>- Broca <math>\phi 7</math> mm</li> <li>- Fresadora</li> <li>- Fresa frontal <math>\phi 8</math> mm</li> <li>- Calibrador</li> </ul>	La forma a obtener es tipo oblongo (agujero chino) Esta tiene que tener juego de medida x que esta permitirá el paso del material punzonado.
07	TALADRADO	este taladrado tiene que ser hecho en conjunto con la matriz para lograr el alineamiento de los 4 agujeros $\phi 5$ mm en el vaciado realizado para alojar la matriz,	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Taladro columna.</li> <li>- Calibrador</li> <li>- Rayador</li> <li>- Escuadra</li> <li>- Punzón</li> <li>- Martillo</li> <li>- Broca <math>\phi 5</math> mm</li> </ul>	Este taladrado se realiza para hacer el roscado de alojamiento de matriz
08	ROSCADO	Se realiza el roscado (M6x1) de los 4 agujeros pasantes, que serán para sujetar la matriz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Giramacho</li> <li>- Macho M6x1</li> <li>- Aceitera</li> </ul>	Verificar el alineamiento del machuelado
09	RECTIFICADO	Terminado los procesos de maquinado de esta pieza se tendrá que ser rectificada con la matriz puesta, y así uniformizarla y garantizar el filo de la matriz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rectificadora plana</li> </ul>	Este proceso se realiza en servicio de rectificado

Fig 3.12 Elementos fabricados, porta matriz-matriz en conjunto

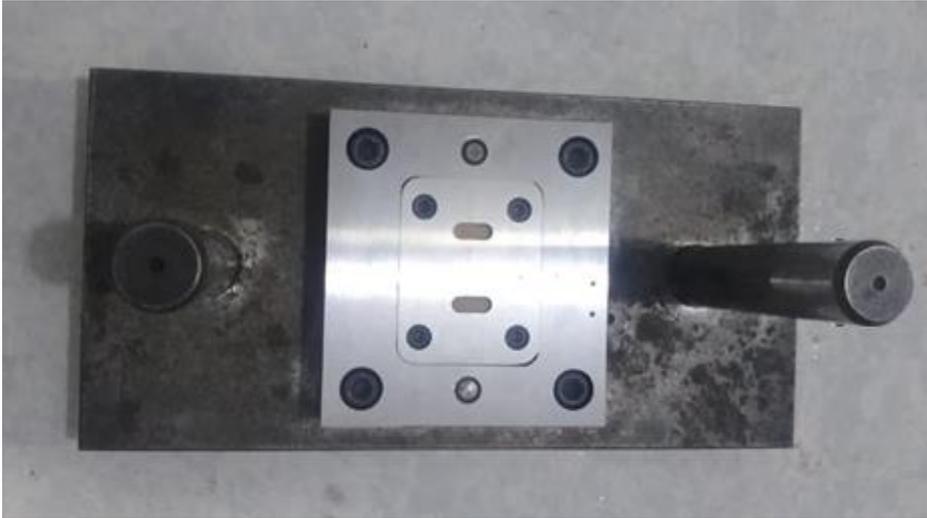
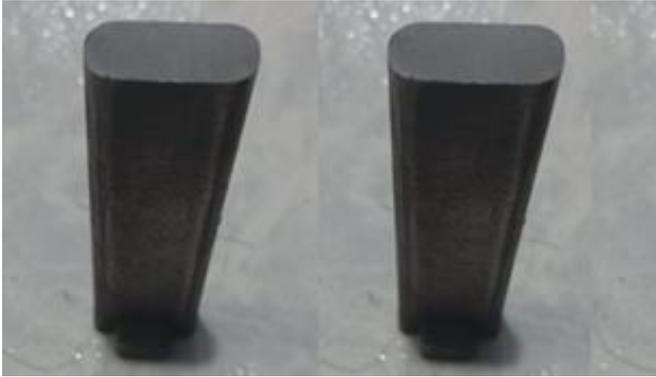


Fig 3.13 Matriz de 2 punzones



Fig 3.14 Punzones (2)



- **Tercer Grupo**

En este grupo pertenecen los componentes que son obtenidos como producto comercial normalizado, así tenemos los elementos de unión, y montaje mencionaremos los indicados en la fig 3.13.

10. Pin guía superior (5)
11. Perno socket sujetador porta punzón (6)
12. Perno socket sujetador de planchador (8)
13. Resorte (10)
14. Tuerca contratuerca (11)
15. Pin guía inferior. (15)
16. Perno socket sujetador matriz.(16)
17. Perno socket sujetador, porta matriz (17)

Todos estos elementos se detallan en el plano de componentes detallada en los anexos.

### **3.2.5 Desmontaje de estación para el acondicionamiento de 4 punzonados**

Teniendo las autorizaciones y permisos correspondientes se procedió a realizar el proceso de desmontaje de la estación principal de punzonados, con lo que estaban produciendo inicialmente, (2 punzones) la que será optimizado con 4 punzonados, se aprovechó el día de para de producción programada para 2 días en la cual se realizó el desmontaje.

Para tal se siguieron las siguientes acciones :

- Coordinar el día para realizar el desmontaje.
- Tramitar los permisos establecidos para realizar el trabajo.
- Realizar una lista de herramientas a necesitar para realizar el desmontaje según modelo mostrado en la fig. 3.10
- Contar con los EPP necesarios para realizar el trabajo en campo.

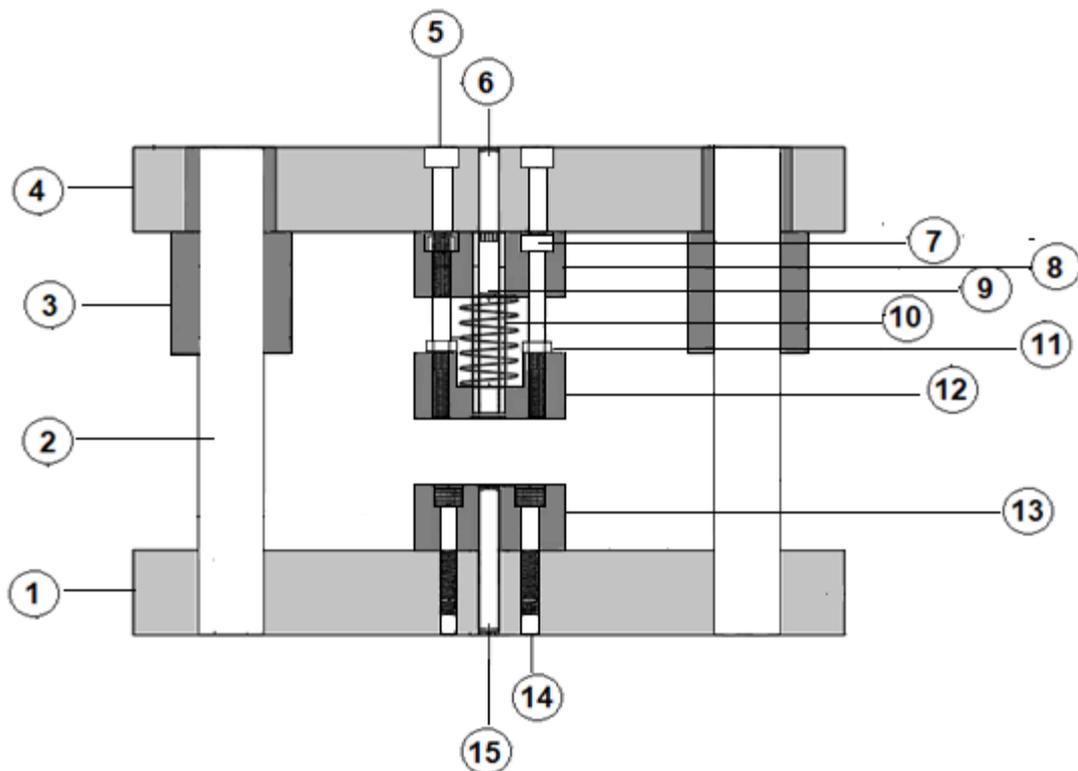
Cuadro 3.7 Procesos a realizar en el desmontaje de la estación principal

N°	DENOMINACIÓN	PROCEDIMIENTO	HERRAMIENTAS	OBSERVACIÓN
01	Corte energía eléctrica	Se baja la llave térmica de control del tablero eléctrico de la máquina	- EPP . - Guantes - multitester	Verificar el térmico en off
02	Cortar la tira del fleje	Se cortara el fleje entre la estación de punzonado y la entrada del primer rodillo de formación	- wincha - arco de sierra - hoja de sierra - martillo	Verificar que la estación de punzonado este libre del fleje
03	Desmontar la base superior e inferior, matriz-punzón	se procede a desajustas los pernos socket y hexagonales que amarran y ajustan las bases superior e inferior de la matriz y punzón	- llave boca $\frac{3}{4}$ - llave boca 7/8 - llave boca 1 - llave Allen M10 - llave Allen M12 - llave Allen M14 - martillo	Juntar los elementos de unión en un solo lugar y por aplicación
04	Retirar el fleje	Retirar e fleje cortado, para eso se activara el térmico para luego prender la máquina y retirar la tira del fleje .	- guantes - martillo	Activar el avance manual de la máquina para la salida de fleje
05	Montaje del fleje	Luego de retirar el fleje cortado se coloca de nuevo el fleje de la bobina para continuar con la producción	- guantes - martillo - Calibrador - Wincha - Alineador laser	Se verifica el centrado del fleje con cada estación de rodillos de la perfiladora
06	Operatividad de la máquina	Hecho el montaje del fleje hacer las pruebas de operatividad de la máquina	- wincha - alineador laser - pantalla de programación	Probar el punzonado y programación de la máquina
07	Traslado de componentes	se procede a llevar los componentes al taller de trabajo	- Movilidad	Verificar todas las partes desmontadas

### 3.2.6 Implementación y elaboración de estación de 4 punzonados.

Para la implementación y elaboración de los elementos que intervienen en la estación de 4 punzonados (matriz – punzón) fig 3.15, se siguieron una serie de procesos de fabricación debido a las características que tienen cada una de estas partes componentes , en ella se usaron materiales, equipos y máquinas herramientas que facilitaron la fabricación para realizar esta implementación, a continuación haremos una descripción de estos procesos.

Fig 3.15 Matriz estación de punzonado ( 4 punzones )



Dónde:

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| 1. Base Inferior.                         | 9. Punzón                         |
| 2. Columna guía.                          | 10. Resorte                       |
| 3. Bocina guía                            | 11. Tuerca contratuerca           |
| 4. Base superior                          | 12. Placa planchador              |
| 5. Perno socket suj porta punzón          | 13. Matriz                        |
| 6. Pin guía superior..                    | 14. Perno socket sujetador matriz |
| 7. Perno socket sujetador de planchador.. | 15. Pin guía inferior             |
| 8. Porta punzón                           |                                   |

En la fig 3.15, se pueden apreciar las partes de esta estación de punzonado, y se clasificaran en 3 grupos :

- **Primer grupo .**

Este grupo corresponde a las partes que pertenecen a esta estación y no necesitan modificación o fabricación ya que sobre estas partes se tomara la base para realizar la implementación, a este grupo pertenecen las siguientes componentes :

1. Base inferior
2. Columna guía
3. Bocina guía
4. Base superior.

- **Segundo grupo.**

Este grupo si necesitara la modificación y fabricación de sus componentes por ser parte directa para la optimización de esta estación de punzonado ( 4 punzones)

a este grupo pertenecen las siguientes componentes :

5. Porta punzón ( 8)

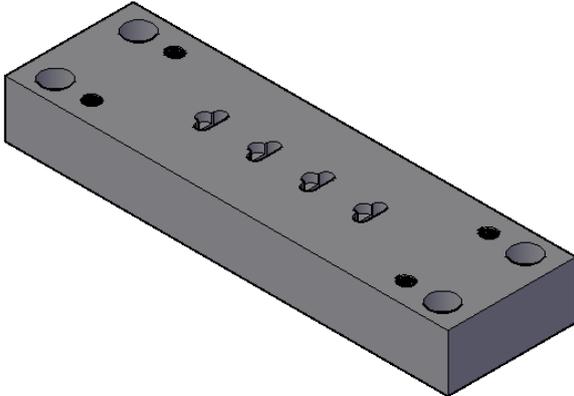
6. Punzón (9)

7. Placa planchador (12)

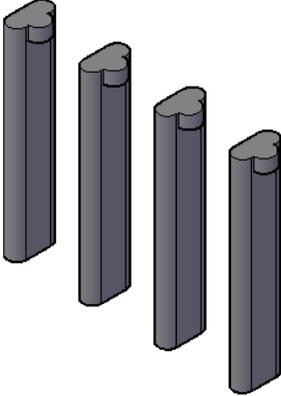
8. Matriz (13)

Se muestra los pasos de fabricación de los componentes de este grupo ,mediante una tabla de procesos que se muestra a continuación :

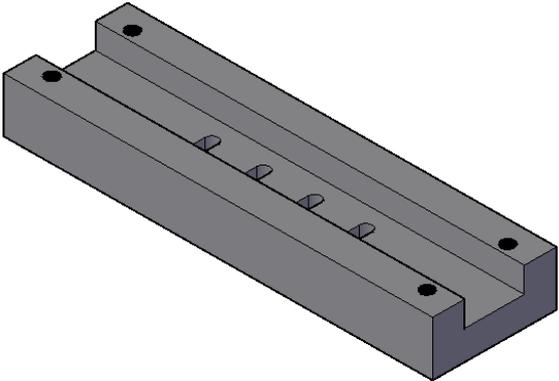
Cuadro 3.8 Procesos de maquinado del porta punzón para 4 punzones

(8) PORTA PUNZÓN				
				
N°	DENOMINACIÓN	PROCEDIMIENTO	HERRAMIENTAS	OBSERVACIÓN
01	PLANEADO ESCUADRADO	Se realiza el escuadrado y planeado del material, haciendo el montaje en la fresadora	- Fresadora Univ. - Fresa disco - Fresa frontal - Calibrador - Escuadra (pelo)	Acero SAE1045
02	TRAZADO	Se hace el trazado de todas las posiciones para los agujeros se hacen los punzonados para taladrar	- Calibrador - Rayador - Escuadra - Punzón - Martillo	Trazado para agujero - Escalonado - Roscado - Punzón
03	TALADRADO	Ubicada las posiciones se hacen los agujeros primero los pasantes, luego los escalonados	- Taladro columna - Broca $\phi$ 14 mm - Broca $\phi$ 8.5 mm - Broca $\phi$ 6.5 mm - Calibrador	Se realizan los agujeros para 4 punzones
04	FRESADO DE FORMA	Este fresado se realiza para alojar los 4 punzones, es un fresado escalonado	- Fresadora Univ. - Fresa frontal $\phi$ 7 - Fresa frontal $\phi$ 8 - Calibrador	El fresado tiene un destaje de sujeción de los punzones
05	ROSCADO	Se realiza el roscado interno esta tiene que estar alineada con la base superior las 4 posiciones	- Giramacho - Macho M10x1.5 - Aceitera	Verificar el montaje de los pernos socket para unir base superior y porta punzón

Cuadro 3.9 Procesos de maquinado del punzón (4 punzones)

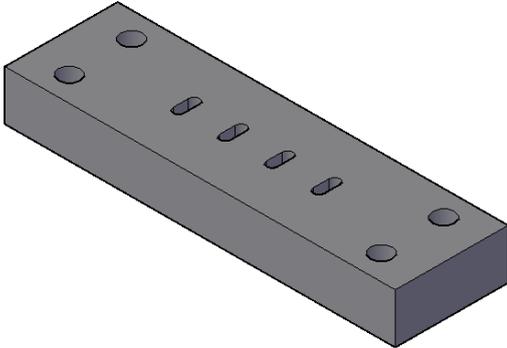
(9) PUNZÓN				
				
N°	DENOMINACIÓN	PROCEDIMIENTO	HERRAMIENTAS	OBSERVACIÓN
01	TRAZADO CORTE	Se realiza el trazado del material para sacar 4 piezas	- Calibrador - Rayador - Escuadra - Arco y sierra	Acero Bohler Special K 100
02	TORNEADO	Se tornean (refrentado) ambas caras laterales de las 4 piezas	-Torno paralelo - Cuchilla acero rápido - Calibrador	El torneado se hace sin lubricación por evitar el templado del material
03	PLANEADO ESCUADRADO	Se hace el montaje en la fresadora y se procede a planear, escuadrar cada punzón según medidas dadas en el plano	- Fresadora Universal - Fresa disco - Fresa frontal $\phi 14$ mm - Calibrador - Escuadra	Se verifican las medidas de acabado de los punzones
04	FRESADO DE FORMA	Se realiza el fresado con la forma tipo oblongo y se da el acabado con lima plana	- Fresadora Univ. - Fresa frontal $\phi 8$ mm - Lima -Calibrador	Verificar el acabado con la matriz, y con el ajuste indicado 0.2 mm
05	TRATAMIENTO TÉRMICO	Se lleva a realizar el Templado	- Tratamiento térmico	Dureza 65HRC
06	RECTIFICADO	Se lleva a rectificar ambos lados laterales	- rectificadora plana	Se verifica el filo de corte

Cuadro 3.10 Procesos de maquinado Placa Planchador para 4 punzones

(12) PLACA PLANCHADOR				
				
N°	DENOMINACIÓN	PROCEDIMIENTO	HERRAMIENTAS	OBSERVACIÓN
01	FRESADO PLANEADO ESCUADRADO	se realiza el montaje de la pieza en la fresadora y se hace el maquinado de las caras lateral, superior y el escuadrado de la pieza.	- Fresadora Universal - Fresa disco - Fresa frontal - Calibrador - Escuadra de (pelo)	Acero SAE 1045
02	TRAZADO	Se realiza el trazado del material, luego el punzonado para los agujeros, según referencias del plano	- Calibrador - Rayador - Escuadra - Punzón - Martillo	Verificar el escuadrado de pieza a mecanizar
03	TALADRADO DESBROCADO	Realizar el trazado para realizar el desbrocado, aproximándose a la medida según plano	- Calibrador - Escuadra - Rayador - Taladro colum. - Broca $\phi$ 10 mm	Verificar la tolerancia del desbrocado que no supere los 17 mm
04	FRESADO VACIADO	luego con la fresa frontal, dar el acabado, en forma de canal U, para alojar los resortes	- Fresadora U. - Fresa frontal $\phi$ 14 mm - Calibrador - escuadra	Comprobar la profundidad de alojamiento, para los resortes

05	TALADRADO DESBROCADO	Se realiza el trazo para las posiciones del desbrocado, primero se hace un agujero pasante menor que el diámetro real.	- Rayador - Punzón - Martillo - Escuadra - Taladro columna - Broca $\phi$ 7 mm	Verificar el alineamiento de los agujeros con el porta punzón
06	FRESADO DE FORMA	Hecho el desbrocado se hará el mecanizado de forma con una fresa frontal de $\phi$ 8mm dándole la forma del punzón, esta se realizara en 4 espacios según plano.	- Rayador - Calibrador - Escuadra - Fresadora - Fresa frontal $\phi$ 8 mm - Calibrador	La forma a obtener es tipo oblongo (agujero chino) Esta tiene que tener juego de medida x que esta permitirá el paso del material punzonado.
07	TALADRADO	este taladrado tiene que ser hecho en conjunto con el porta punzón para lograr el alineamiento de los 4 agujeros y se pueda hacer el roscado	- Taladro columna. - Calibrador - Rayador - Escuadra - Punzón - Martillo - Broca $\phi$ 6.5 mm	Este taladrado se realiza para hacer el roscado los pernos de sujeción de la placa planchador
08	ROSCADO	Se realiza el roscado (M8x1.25) de los 4 agujeros pasantes, estos agujeros roscados son para sujetar la placa planchador	- Giramacho - Macho M8x1.25 - Aceitera	Verificar el alineamiento del machuelado
09	RECTIFICADO	Terminado los procesos de maquinado de esta pieza se tendrá que ser rectificada para tener un planchado uniforme del material de trabajo	- Rectificadora plana	Este proceso se realiza en servicio de rectificado

Cuadro 3.11 Procesos de maquinado matriz para 4 punzones

(13) MATRIZ				
				
N°	DESIGNACIÓN	PROCEDIMIENTO	HERRAMIENTAS	OBSERVACIÓN
01	TRAZADO	Se traza la medida del largo y ancho según plano y se verifica las sobremedidas a maquinar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calibrador</li> <li>- Rayador</li> <li>- Escuadra</li> <li>- Azul de prusia</li> <li>- Tiza</li> </ul>	Acero Bohler Special K 100
02	FRESADO PLANEADO ESCUADRADO	Se hace el fresado planeando las caras laterales y superior, se verifica el escuadrado de contornos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fresadora Univ.</li> <li>- Fresa disco</li> <li>- Fresa frontal</li> <li>- Calibrador</li> <li>- Escuadra (pelo)</li> </ul>	Verificación de medidas según plano de acabado
03	TALADRADO	Realiza el taladrado escalonado para el alojamiento del perno socket	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Taladro columna</li> <li>- Broca <math>\phi 14</math> mm</li> <li>- Broca <math>\phi 8.5</math> mm</li> <li>- Calibrador</li> </ul>	El agujero escalonado es para esconder la cabeza del perno socket
04	FRESADO FRONTAL	Se realiza el fresado de forma (ojo chino) Se aproximara a la medida haciendo el fresado frontal con 2 $\phi 6$ y $\phi 7$ mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fresadora universal</li> <li>- Fresa frontal M6</li> <li>- Fresa frontal M7</li> </ul>	Se dará la tolerancia respectiva para el corte 0.2 mm
05	TEMPLADO	Se realiza templado, para alcanzar la dureza para el corte del punzonado	- Tratamiento térmico	Dureza alcanzada 65HRC
06	RECTIFICADO	Se lleva a rectificar ambas caras de la matriz	- Rectificadora plana	Proteger las caras rectificadas

- **Tercer grupo**

En este grupo pertenecen los elementos que son obtenidos como producto comercial normalizado , así tenemos los elementos de unión, y montaje mencionaremos los indicados en la fig 3.15.

9 . Perno socket sujetador porta punzón (5)

10. Pin guía superior (6)

11. Perno socket sujetador de planchador (7)

12. Resorte (10)

13. Tuerca contratuerca (11)

14. Perno socket sujetador matriz (14)

15. Pin guía inferior. (15)

Todos estos elementos se detallan en el plano de componentes detallada en los anexo a partir de la pagina 110.

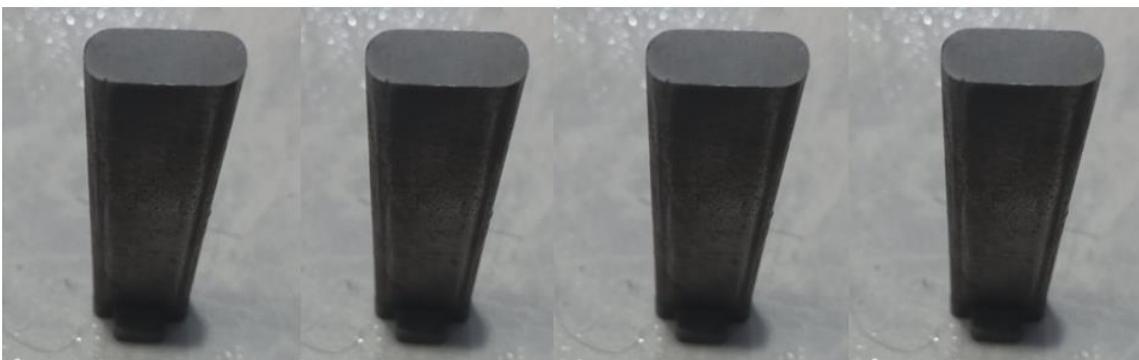
Fig 3.16 Porta punzón



Fig 3.17 Matriz para 4 punzones



Fig 3.18 Punzones ( 4 punzonados )



### 3.3. Determinación de los costos de construcción y montaje del proyecto

El costo total para la ejecución del diseño se desglosa de la siguiente manera:

#### 3.3.1 Costo de materiales para punzonadora de 2 punzones

Estos costos lo veremos en la siguiente tabla 3.4 .

Tabla 3.4 Costo de materiales para matriz ( 2 punzones)

<b>COSTO DE MATERIALES</b>					
<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MEDIDAS</b>	<b>CANT</b>	<b>PRECIO U. ( S/ )</b>	<b>PRECIO T. ( S/ )</b>
01	Base inferior	350 x 150 x 32	1	0.00	0.00
02	Columna guía	φ 32 x 232	2	0.00	0.00
03	Bocina guía	φ 58 x 102	2	0.00	0.00
04	Base superior	350 x 150 x 32	1	0.00	0.00
05	Pin guía superior	φ 10 x 72	2	5.00	10.00
06	Perno socket suj.p. p	M8 x 1.25 x 50	4	1.50	6.00
07	Porta punzón	140 x 120 x 32	1	45.00	45.00
08	Punzón	90 x 18 x 12	2	30.00	60.00
09	Perno socket suj. p	M8 x 1.25 x 80	4	2.00	8.00
10	Resorte	φ29 x φ19 x50	2	10.00	20.00
11	Tuerca	M8 x 1.25	4	1.00	4.00
12	Placa planchador	140 x 120 x 15	1	40.00	40.00
13	Matriz	78 x 60 x 15	1	80.00	80.00
14	Base porta matriz	140 x 120 x 26	1	50.00	50.00
15	Pin guía inferior	φ 10 x 72	2	5.00	10.00
16	Perno socket suj. m	M6 x 1 x 25	4	1.00	4.00
17	Perno socket s.p. m	M8 x 1.25 x 45	4	1.50	6.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/. 343.00</b>

### 3.3.2 Costo de materiales para punzonadora de 4 punzones

Este costo lo podemos verificar en la tabla 3.5

Tabla 3.5 Costo de materiales para matriz ( 4 punzones)

<b>COSTO DE MATERIALES</b>					
<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MEDIDAS</b>	<b>CAN</b>	<b>PRECIO U. ( S/ )</b>	<b>PRECIO T. ( S/ )</b>
01	Base Inferior	350 x 250 x 42	1	0.00	0.00
02	Columna guía	φ 32 x 242	2	0.00	0.00
03	Bocina guía	φ 58 x 102	2	0.00	0.00
04	Base superior	350 x 250 x 42	1	0.00	0.00
05	Perno socket suj p. p.	M10 x 1.5 x 45	4	2.00	8.00
06	Pin guía superior	φ 10 x 72	2	5.00	10.00
07	Perno socket suj. Pl.	M8 x 1.25 x 80	4	2.00	8.00
08	Porta punzón	250 x 72 x 32	1	140.00	150.00
09	Punzón	90 x 18 x 12	4	30.00	120.00
10	Resorte	φ29 x φ19 x50	6	10.00	60.00
11	Tuerca contratuerca	M8 x 1.25	4	1.00	4.00
12	Placa planchador	250 x 72 x 32	1	140.00	150.00
13	Matriz	250 x 72 x 32	1	160.00	160.00
14	Perno socket suj. M.	M8 x 1.25 x 50	4	1.50	6.00
15	Pin guía inferior	φ 10 x 72	2	5.00	10.00
<b>TOTAL</b>					<b>s/. 686.00</b>

### 3.3.3 Costos generales (servicios, personal y logística)

Este costo se relaciona a los establecidos a los servicios, en el personal y los gastos logísticos en realizar este proyecto, se muestra en la tabla 3.6

Tabla 3.6 Costos generales

<b>COSTOS GENERALES</b>				
<b>N°</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>CANT</b>	<b>PRECIO U. ( S/ )</b>	<b>PRECIO T. ( S/ )</b>
01	Jefe de Proyecto	1	4500.00	4500.00
02	Operario 1	1	1500.00	1500.00
03	SCTR / mes	4	239.00	956.00
04	Viáticos	10	12.00	120.00
05	Movilidad	21	15.00	315.00
06	Servicio de maquinado	5	300.00	1500.00
07	Servicio de rectificado	6	100.00	600.00
08	Servicio Tratamiento Térmico	8	30.00	240.00
09	EPP / Personal	2	120.00	240.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 9971.00</b>

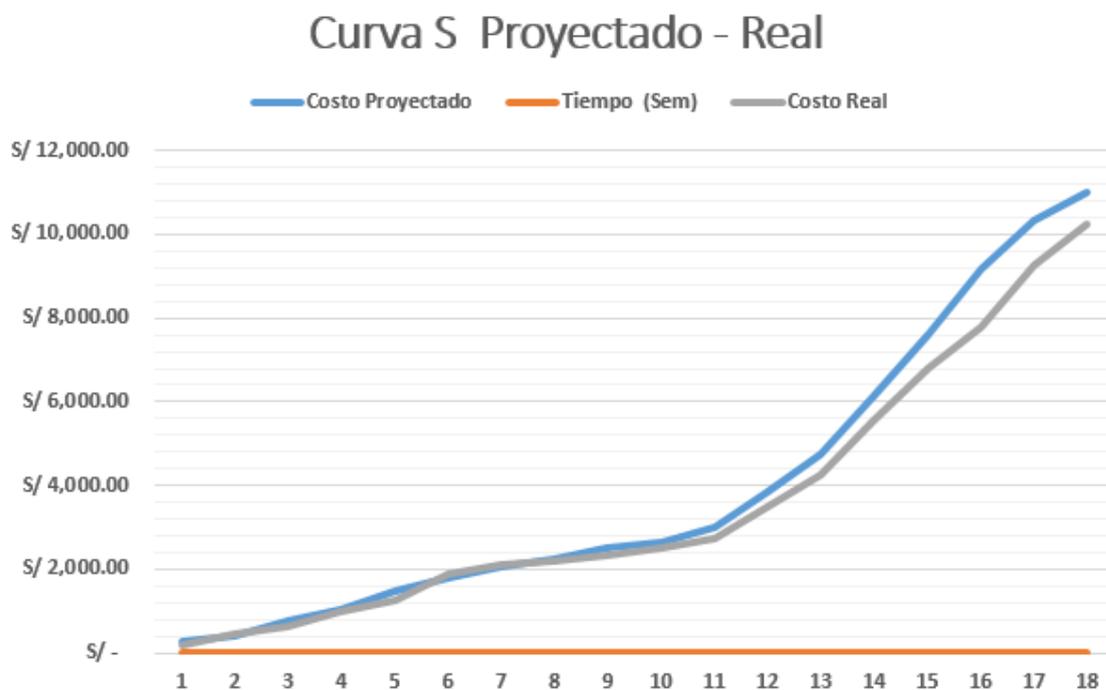
### 3.3.4 Costo total del proyecto de rediseño.

Tabla 3.7 Costo del proyecto de rediseño

N°	DENOMINACIÓN	PRECIO ( S/ )
01	Costo de materiales para matriz( 2 punzones)	343.00
02	Costo de materiales para matriz( 4 punzones)	686.00
03	Costo general (servicios, personal y logística )	9971.00
TOTAL		S/. 11000.00

### 3.3.5 Curva S, (costo proyectada – real) del proyecto

Fig 3.19 Curva S Proyectada – Real del proyecto



### 3.4. Ejecutar pruebas para verificación del funcionamiento del proyecto con satisfacción del cliente.

#### 3.4.1 Montaje y operatividad de estación de 2 punzonados

Teniendo las autorizaciones y permisos correspondientes se procedió a realizar el proceso de montaje de la segunda estación de punzonados, se aprovechó el día de para de producción programada para 2 días, en la cual se realizó el montaje.

Para tal se siguieron los siguientes acciones :

- Coordinar el día para realizar el montaje en este caso 16/02/ 2023
- Tramitar los permisos establecidos para realizar el trabajo.
- Realizar una lista de herramientas a necesitar para realizar el montaje según modelo mostrado en la fig 3.10

Contar con los EPP necesarios para realizar el trabajo en campo

Cuadro 3.12 Procesos a realizar en el montaje de matriz de 2 punzones

N°	DENOMINACIÓN	PROCEDIMIENTO	HERRAMIENTAS	OBSERVACIÓN
01	Corte energía eléctrica	Se baja la llave térmica de control del tablero eléctrico de la máquina	- EPP . - Guantes - multitestester	Verificar el térmico en off
02	Cortar la tira del fleje	Se cortara el fleje entre la estación de punzonado y la entrada del primer rodillo de formación	- wincha - arco de sierra - hoja de sierra - martillo	Verificar que la estación de punzonado este libre del fleje

03	Montaje de la base superior e inferior, matriz-punzón	Usando la llave de boca y las llaves allens se procede a ajustar los pernos socket y hexagonales que amarran y ajustan las bases superior e inferior de la matriz y punzón	<ul style="list-style-type: none"> <li>- llave boca <math>\frac{3}{4}</math></li> <li>- llave boca <math>\frac{7}{8}</math></li> <li>- llave boca 1</li> <li>- llave Allen M10</li> <li>- llave Allen M12</li> <li>- llave Allen M14</li> <li>- martillo</li> </ul>	Juntar los elementos de unión en un solo lugar y por aplicación
04	Montaje del fleje	Introducir el fleje, para eso se activara el térmico para luego prender la máquina y activar los pulsadores de avance de rodillos para jalar la tira del fleje, esta pasara por cada estación de rodillos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calibrador</li> <li>- wincha</li> <li>- regla graduada</li> <li>- alineador laser</li> </ul>	Verificar en cada estación de rodillos que el fleje pase centrado
05	Alineamiento de punzonados y programación de máquina	Se realiza el alineado, centrado del punzonado con respecto a la tira del fleje, luego el operador realiza la programación de los pasos de los punzonados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calibrador</li> <li>- wincha</li> <li>- regla graduada</li> <li>- alineador laser</li> </ul>	Probar el punzonado y programación de la maquina
06	Operatividad de la máquina	hacer las pruebas de operatividad de la máquina, con ayuda del operador, programando las distancias por los pasos de punzonado de esta estación de 2 punzonados que entra en operatividad	- panel de programación	Verificar el producto terminado de la producción

Fig 3.20 Ensamblaje de Matriz de 2 punzonados



Fig 3.21 Operatividad de estación de 2 punzonados



Fig 3.22 Salida de Producción 2 punzones



### 3.4.2 Montaje y operatividad de estación de 4 punzonados.

Teniendo las autorizaciones y permisos correspondientes se procedió a realizar el proceso de montaje de la segunda estación de punzonados, se aprovechó el día de parada de producción programada para 2 días, en la cual se realizó el montaje.

Para tal se siguieron las siguientes acciones :

- Coordinar el día para realizar el montaje en este caso 16/02/ 2023
- Tramitar los permisos establecidos para realizar el trabajo.
- Realizar una lista de herramientas a necesitar para realizar el montaje según modelo mostrado en la fig. 3.10
- Contar con los EPP necesarios para realizar el trabajo en campo.

Cuadro 3.13 Procesos para realizar el Montaje de estación (4 punzonados)

N°	DENOMINACIÓN	PROCEDIMIENTO	HERRAMIENTAS	OBSERVACIÓN
01	Corte energía eléctrica	Se baja la llave térmica de control del tablero eléctrico de la maquina	- EPP . - Guantes - multitester	Verificar el térmico en off
02	Cortar la tira del fleje	Se cortara el fleje entre la estación de punzonado y la entrada del primer rodillo de formación	- wincha - arco de sierra - hoja de sierra - martillo	Verificar que la estación de punzonado este libre del fleje
03	Montaje de la base superior e inferior, matriz-punzón	Usando la llave de boca y las llaves Allen se procede a ajustar los pernos socket y hexagonales que amarran y ajustan las bases superior e inferior de la matriz	- llave boca $\frac{3}{4}$ - llave boca $\frac{7}{8}$ - llave boca 1 - llave Allen M10 - llave Allen M12 - llave Allen M14 - martillo	Juntar los elementos de unión en un solo lugar y por aplicación

04	Montaje del fleje	Introducir el fleje, para eso se activara el térmico para luego prender la máquina y activar los pulsadores de avance de rodillos para jalar la tira del fleje, esta pasara por cada estación de rodillos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calibrador</li> <li>- wincha</li> <li>- regla graduada</li> <li>- alineador laser</li> </ul>	Verificar en cada estación de rodillos que el fleje pase centrado
05	Alineamiento de punzonados y programación de máquina	Se realiza el alineado, centrado del punzonado con respecto a la tira del fleje, luego el operador realiza la programación de los pasos de los punzonados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calibrador</li> <li>- wincha</li> <li>- regla graduada</li> <li>- alineador laser</li> </ul>	Probar el punzonado y programación de la máquina
06	Operatividad de la máquina	hacer las pruebas de operatividad de la máquina, con ayuda del operador, programando las distancias por los pasos de punzonado de esta estación de 4 punzonados que entra en operatividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- panel de programación</li> </ul>	Verificar el producto terminado de la producción

Fig 3.23 Desmontaje matriz 4 punzones



Fig 3.24 Montaje matriz 4 punzones



Fig 3.25 Operatividad de estación de punzonado (4punzones)



Fig 3.26 Producción obtenida



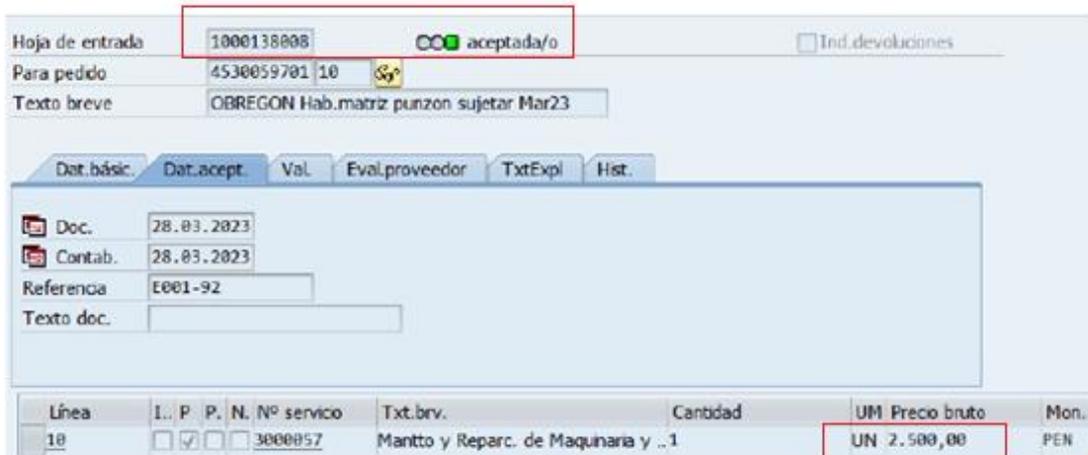
### 3.4.3 Evidencias de satisfacción del cliente

Para la conformidad del trabajo realizado se tiene que aprobar el HES ( hoja de entrada de servicio ) que valida la recepción conforme del Servicio dando inicio y respaldo al proceso de pago.

Fig 3.27 Evidencia de conformidad proyecto terminado de rediseño de 4 Punzones



Fig 3.28 Evidencia de conformidad proyecto terminado de rediseño de 2 Punzones



## IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

### 4.1. DISCUSIONES

- Al realizar las pruebas para verificación del funcionamiento del proyecto se verificó que las aplicaciones en el rediseño fueron apropiadas, con el cual se evidencia la satisfacción del cliente mostrado en la pág. 102, al igual que Acosta (2021) lo que nos da la factibilidad de realizar este tipo de mejoras con la satisfacción del cliente.
- Para el proceso de cálculos, con relación a la matriz y punzón, y de la fuerza necesaria a necesitar para el punzonado, estas se realizaron considerando las características del material a trabajar, la disposición de los punzones, tal como se aprecia en la realización del proyecto de rediseño de máquina perfiladora en la pág. 56, y de tal forma poder garantizar el correcto funcionamiento de esta zona de punzonados, al igual como lo realiza en su tesis Abarzuza (2019).
- Al tratarse de una zona de punzonados progresivos, por ser de 2 y 4 punzones, se tendría que disponer de una matriz progresiva, y para tal la disposición de los punzones, tendría que considerar las características de obtener estos punzonados en un solo golpe, por tanto el rediseño tendría que tener estas características de ensamblaje, tal como se aprecia en los planos de 2 y 4 punzones, que figuran en los anexos de la pág., 109. Este diseño de matriz progresiva tiene las características de los realizados por Manero (2019) y Roncero (2017)
- De la tabla 3.7, pág. 95, donde se determinan los costos de construcción y montaje del proyecto, la viabilidad y los resultados se reflejarán en los costos de producción, al igual que Ruiz (2017) lo que evidencia que los proyectos de mejora en línea de producción son los adecuados.

- Durante la etapa de rediseño, se tuvo que partir de los elementos del sistema de punzonado, y realizar los planos con estas modificaciones que se realizarían en la máquina perfiladora, tal como se aprecia en los anexos sección planos a partir de la pag.110, por tal se procedería a mecanizar estas partes componentes de la matriz y punzón, tal como se evidencia en los diseños de matriz hechos por (Cosar, 2017) y (Barrientos, 2019).
- Se evaluó el diseño original de la máquina perfiladora de peldaños en la zona de punzonados, en el cual se analizó los cambios a realizar dando una propuesta de rediseño, de la cual se hicieron los planos, que sustentaban los cambios a realizar con el fin de optimizar, y mejorar las condiciones de producción, que hasta ese momento se tenía, al igual que lo propuesto por Adrianzen ( 2021), lo que evidencio el rediseño en aplicación de este tipo de máquinas.
- Se realizó el rediseño de esta sección de punzonados para el incremento de 2 y 4 punzones, al realizar esta modificación sustenta que es factible realizar este tipo de trabajos, mejorando las condiciones de producción rendimiento, mantenimiento, etc, en los planes de mejora continua, estos resultados son equivalentes a lo obtenido en Sujetar SAC ( 2020 ) con la cual se logró la operatividad y puesta en marcha de la producción con el uso de estas máquinas perfiladoras.
- Las formas geométricas de los punzonados y el perfil que se conforma en la máquina perfiladora, haciendo un proceso continuo y no por partes genera muchas ventajas, optimizando los tiempos de trabajo por ende los procesos , porque a la vez se está conformando y punzonando, mejorando las condiciones de producción, tal como lo realiza Meza (2017) al mejorar las condiciones de producción en los cortes de perfiles usando una matriz y punzón, y no por corte convencional o manual.

## 4.2. CONCLUSIONES

- Se rediseño la máquina perfiladora de peldaños para el proceso de punzonado en la empresa Prodac S.A. Periodo 2022-2023, logrando de esta forma implementar y mejorar notablemente las condiciones iniciales de operatividad de esta zona de punzonados.
- Se evaluó el diseño y funcionamiento que tenía la máquina perfiladora de peldaños para el proceso de punzonado, habiendo encontrado de las 2 estaciones, una inoperativa y la otra estación con deficiencias en su operatividad, tal como se aprecia en la fig 3.1, se logró cambiar esa condición haciendo el rediseño propuesto, tal como se aprecia en la fig 3.6, con incremento de los punzonados, y de esta manera mejorar las condiciones en que se encontraba inicialmente esta máquina.
- Se definió el proyecto de rediseño de la máquina perfiladora de peldaños, haciendo de esta forma los cambios y la implementación de 2 matrices, las cuales se pueden apreciar en los planos en conjunto en el anexo 1 y anexo 15, donde se muestra estas matrices.
- Se determinó los costos de construcción y montaje del proyecto, divididos en costos de materiales, costos generales (servicios personal, logística) que alcanzan la suma de S/ 11000, como se puede apreciar en la tabla 3.7, con la cual se presentó la propuesta y posterior aceptación del proyecto indicado.
- Se ejecutaron las pruebas para la verificación del funcionamiento del proyecto para la estación de 2 punzonados, y 4 punzonados, siendo satisfactorios, generándose las (HES) hoja de entrada de servicio con lo cual se concluyó el trabajo de rediseño propuesto, con satisfacción del cliente, como se puede apreciar en la fig 3.27 y 3.28.

## V. RECOMENDACIONES.

- Considerar el mantenimiento periódico de las estaciones de punzonado, de las matrices de 2 y 4 punzones implementados, por su condición de elementos mecánicos en las cuales los materiales componentes están en contacto constante cuando están en producción, generando rozamiento cuando se realiza el corte del material, y por consecuencia estos componentes (matriz y punzón) están sujetos a fallas y desgastes.
- Cuando se está en producción, mantener la zona de punzonados, en lubricación constante, implementando un sistema de flujo de aceite de mediana viscosidad se recomienda aceite tipo SAE 50 y de esta forma aumentar el rendimiento y durabilidad de estos componentes de corte en contacto.
- Evaluar las condiciones operativas de la zona de trabajo para las apilaciones del producto, para su almacenaje y de esta forma no interferir en las condiciones de trabajo, y por tal la zona de producción sea óptimo y seguro.
- Considerar la observación constante de los procesos de punzonados llevando un control de incidencias, para las decisiones a tomar en el mantenimiento adecuado a aplicar.

## VI. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] ABÁRZUZA MARTÍNEZ, Miguel . 2020 . *Diseño y cálculo de un troquel para la fabricación de un abrebotellas*. Tesis [ Ingeniero Mecánico ]. España:Universidad Pública de Navarra. 221pp.
- [2] ACOSTA CASTRO, Lucas David. 2021. *Diseño de un punzón para corte-troquelado de un material compuesto de matriz polimérica reforzado con fibras naturales*. Tesis [ Ingeniero Mecánico ]. Ecuador: Universidad Técnica Ambato. 244pp.
- [3] ADRIANZEN SILVA, Alexander. 2021. *Diseño de una máquina perfiladora para reducir las pérdidas en la fabricación de rieles de la empresa Soltecsa* Tesis [ Ingeniero Industrial ].Perú : Universidad Tecnológica del Perú. 89pp.
- [4] ANDRADE GAMBOA, Renato Gabriel y LANDETA ALVARADO, Diego Israel. *Desarrollo del proceso de formación del perfil omega de acero galvanizado para la construcción liviana*. Tesis [ Ingeniero Mecánico]. Ecuador Escuela Politécnica Nacional, 2010. 132pp.
- [5] APOLINARIO JULCA, Joel Ángel. *Diseño de una prensa hidráulica de 100 toneladas para el conformado de calaminas de fibrocemento de 1,2 x 0,5 m*. Tesis [Ingeniero Mecánico]. Perú .Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015. 94pp.
- [6] BARRIENTOS CHOCCATA, Sandro , CUCHULA DIEGO, Rich Edison y ORE JESUS José Luis. *Diseño de la máquina troqueladora JKV para fabricar componentes de los soportes de muelles de semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L*. Tesis [ Ingeniero Mecánico ].Perú : Universidad Continental, 2022. 180pp.
- [7] COSAR ACUÑA, Jesús Alberto. 2017 . *Rediseño en la matriz del modelo 240 grupo forte para optimizar la producción del corte ventana*. Tesis [ Ingeniero Mecánico].Perú : Universidad Tecnológica del Perú.

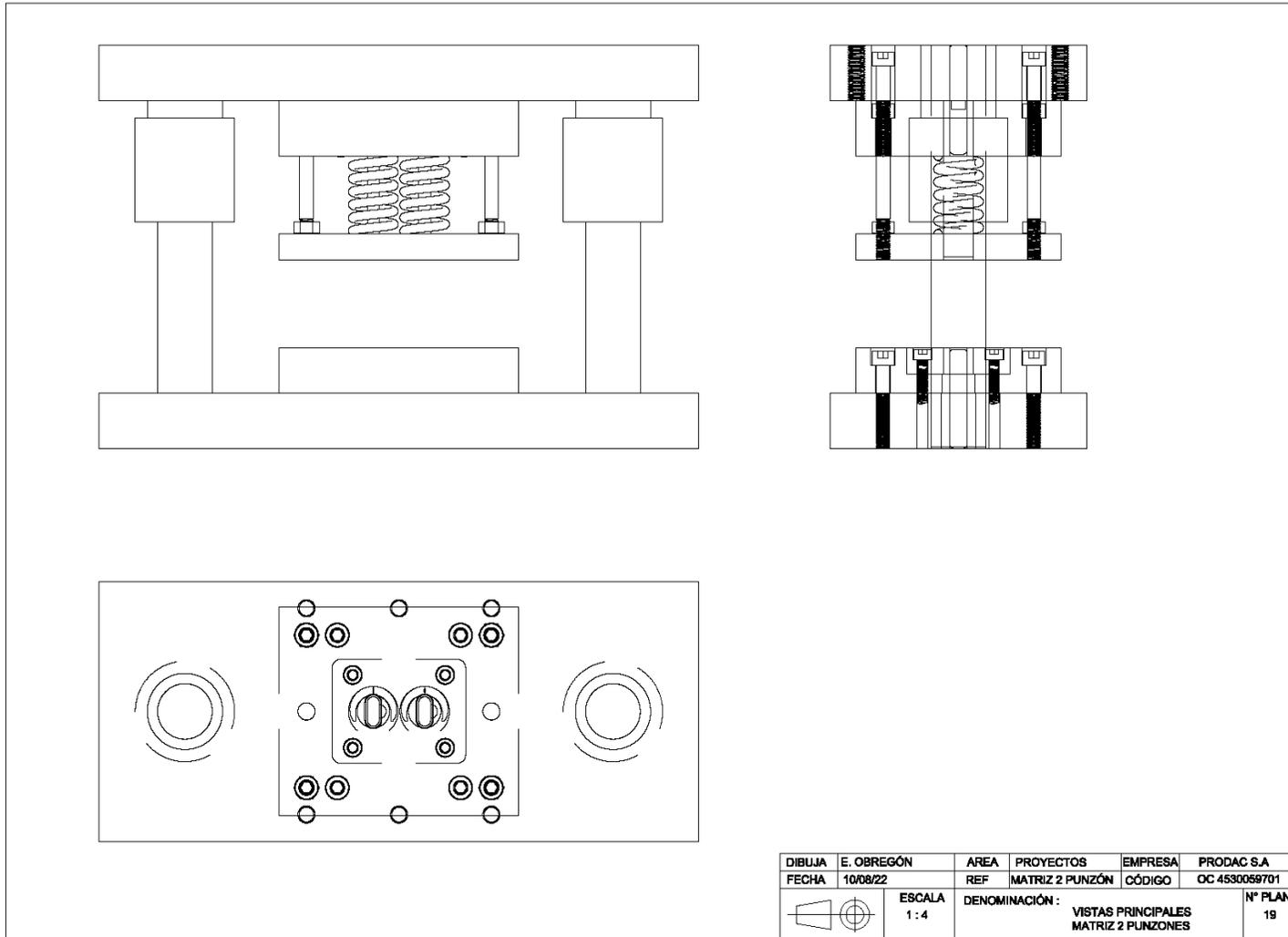
- [8] FUNDACIÓN ASCAMM (2010) *Seminario sobre Tecnología de Matrices II* [ en línea]. Fecha de consulta [ 10 julio 2023]. Disponible en : <https://dokumen.tips/documents/introduccion-a-la-tecnologia-de-las-matricespdf.html?page=40>
- [9] GROOVER MIKELL,P. *Introducción a los procesos de manufactura*. 1ª ed, México, McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2012. ISBN: 978-0-470-63228-4.
- [10] JAMES M. GERE y BARRY J. GOODNO. *Mecánica de materiales*. Séptima Edición, México, Cengage Learning,2009, pp. 32-39. ISBN: 0-534-55397-4.
- [11] MANERO RUPÉREZ, Albert. 2019 . *Diseño de una matriz progresiva* Tesis [ Ingeniero Mecánico ]. España: Universidad Politécnica de Catalunya. 124pp
- [12] MEZA MEZA, Gustavo Arturo. 2017. *Diseño de una troqueladora para corte de perfiles de aluminio en la empresa Ospina SAC- Huancayo*.Tesis [ Ingeniero Mecánico ]. Perú : Universidad Nacional del Centro. 174pp.
- [13] PÉREZ PUPO JUAN R. Y NAVARRO OJEDA MARCELO N. *Oleohidráulica* La Caracola Editores, Ecuador, 2020, ISBN: 978-9942-36-965-9.
- [14] RONCERO MARTINEZ, Alberto. 2017. *Diseño de una matriz progresiva de corte y estampación para la fabricación en frío de un componente metálico*. [en línea]. Tesis [ Máster en Diseño y Fabricación Integrada Asistidos por Computador ]. España : Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño Universitat Politécnica de Valencia .116pp.
- [15] RUIZ, LUNA, José. 2017. *Determinación de la fuerza mínima de sujeción de la chapa metálica para el proceso de punzonado de multiniveles*. Tesis [ Maestro en Ciencia y Tecnología en la Especialidad de Diseño y Desarrollo de Sistemas Mecánicos ]. México: Posgrado Interinstitucional de Ciencia y Tecnología. 120pp.
- [16] SEROPE KALPAKJIAN y STEVEN R. SCHMID. *Manufactura, Ingeniería y tecnología* Quinta edición PEARSON EDUCACIÓN, México, 2008 ISBN: 978-970-26-1026-7.

## **ANEXOS**

Anexo 1. Plano en conjunto matriz de 2 punzones

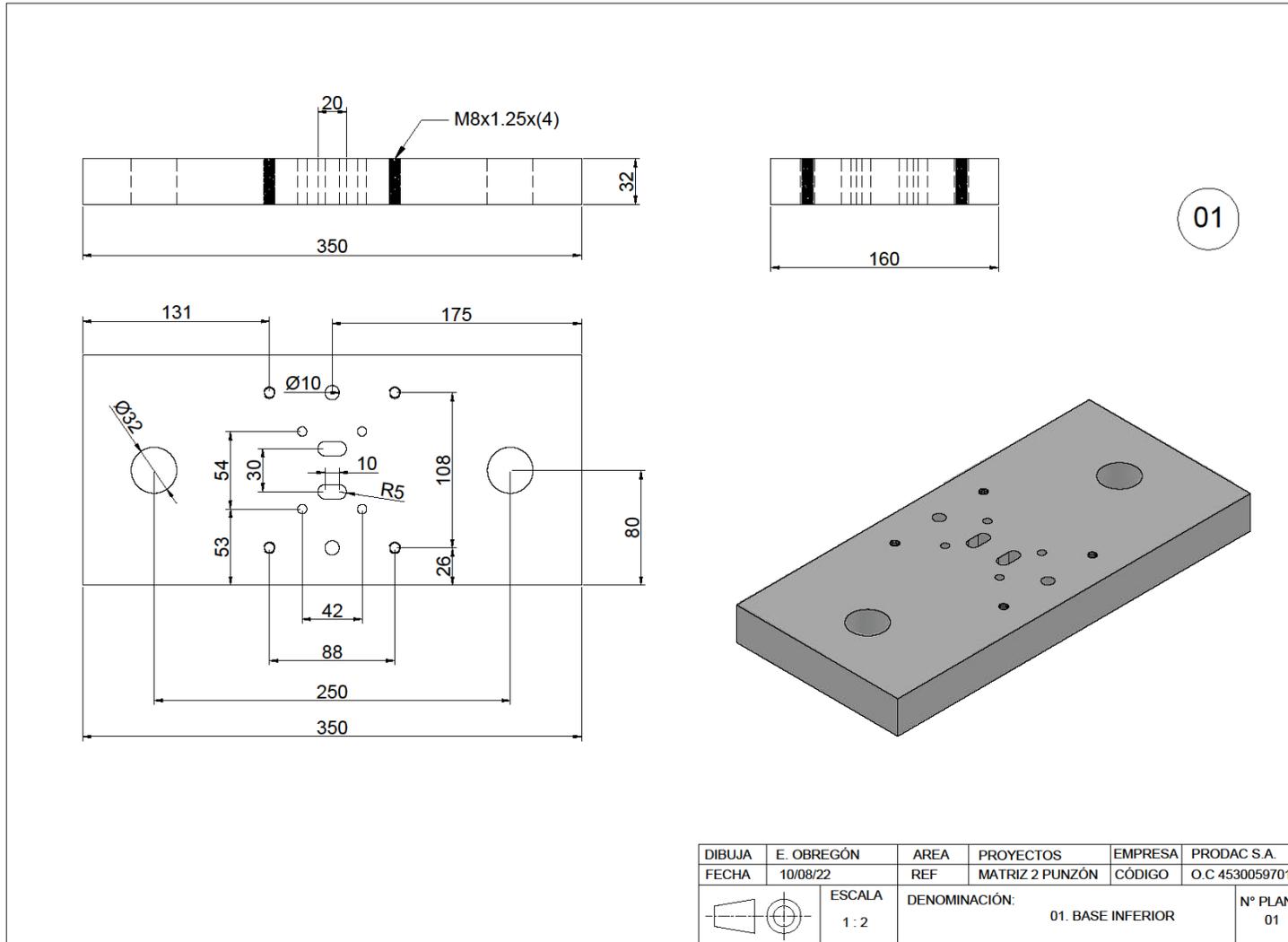
17	PERNO SOCKET SJ. P.M.	04	M8 x 1.25 x 50	DIN 912	G. 8.8
16	PERNO SOCKET SUJ. M.	04	M6 x 1 x 25	DIN 912	G. 8.8
15	PIN GUÍA INFERIOR	02	Ø10 x 57	AISI 1045	DIN 1433
14	BASE PORTA MATRIZ	01	140 x 120 x 26	AISI 1045	H BOHLER
13	MATRIZ	01	78 x 60 x 15	AISI D3	K100 BOHLER
12	PLACA PLANCHADOR	01	140 x 120 x 15	AISI 1045	H BOHLER
11	TUERCA CONTRAT.	04	M8 x 1.25	DIN 934	G. 8.8
10	RESORTE	02	Ø29 x ØInt 24 x 50	AISI 1065	
09	PERNO SOCKET SUJ. PL	04	M8 x 1.25 x 80	DIN 912	G. 8.8
08	PUNZÓN	02	90 x 18 x 12	AISI D 3	K100 BOHLER
07	PORTAPUNZÓN	01	140 x 120 x 32	AISI 1045	H BOHLER
06	PERNO SOCKET SUJ.P.P	04	M8 x 1.25 x 60	DIN 912	G. 8.8
05	PIN GUÍA SUPERIOR	02	Ø10 x 63	AISI 1045	DIN 1433
04	BASE SUPERIOR	01	350 x 150 x 32	AISI 1045	H BOHLER
03	BOCINA GUÍA	02	Ø58 x 102	AISI 4140	VCL BOHLER
02	COLUMNA GUÍA	02	Ø32 x 232	AISI 4140	VCL BOHLER
01	BASE INFERIOR	01	350 x 150 x 32	AISI 1045	H BOHLER
<b>N°</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>CANT</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>	
DIBUJA	E. OBREGÓN	AREA	PROYECTOS	EMPRESA	PRODAC S.A
FECHA	10/08/22	REF	MATRIZ 2 PUNZÓN	CÓDIGO	OC 4630059701
ESCALA 1 : 4		DENOMINACIÓN : PLANO EN CONJUNTO MATRIZ 2 PUNZONES			N° PLANO 18

**Anexo 2. Plano de vistas principales matriz de 2 punzones**

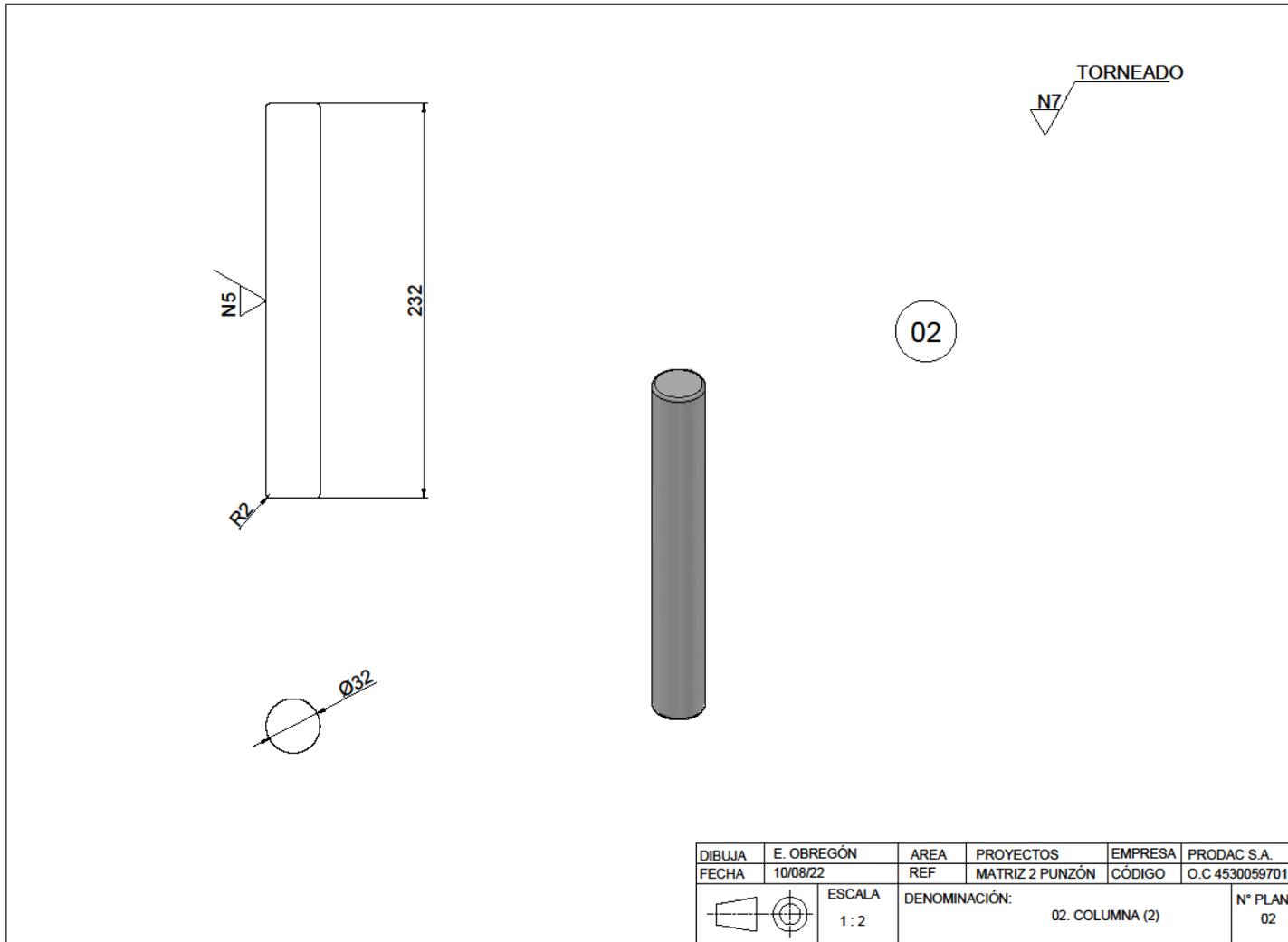


DIBUJA	E. OBREGÓN	AREA	PROYECTOS	EMPRESA	PRODAC S.A
FECHA	10/08/22	REF	MATRIZ 2 PUNZÓN	CÓDIGO	OC 4530059701
		ESCALA	DENOMINACIÓN :		Nº PLANO
		1 : 4	VISTAS PRINCIPALES MATRIZ 2 PUNZONES		19

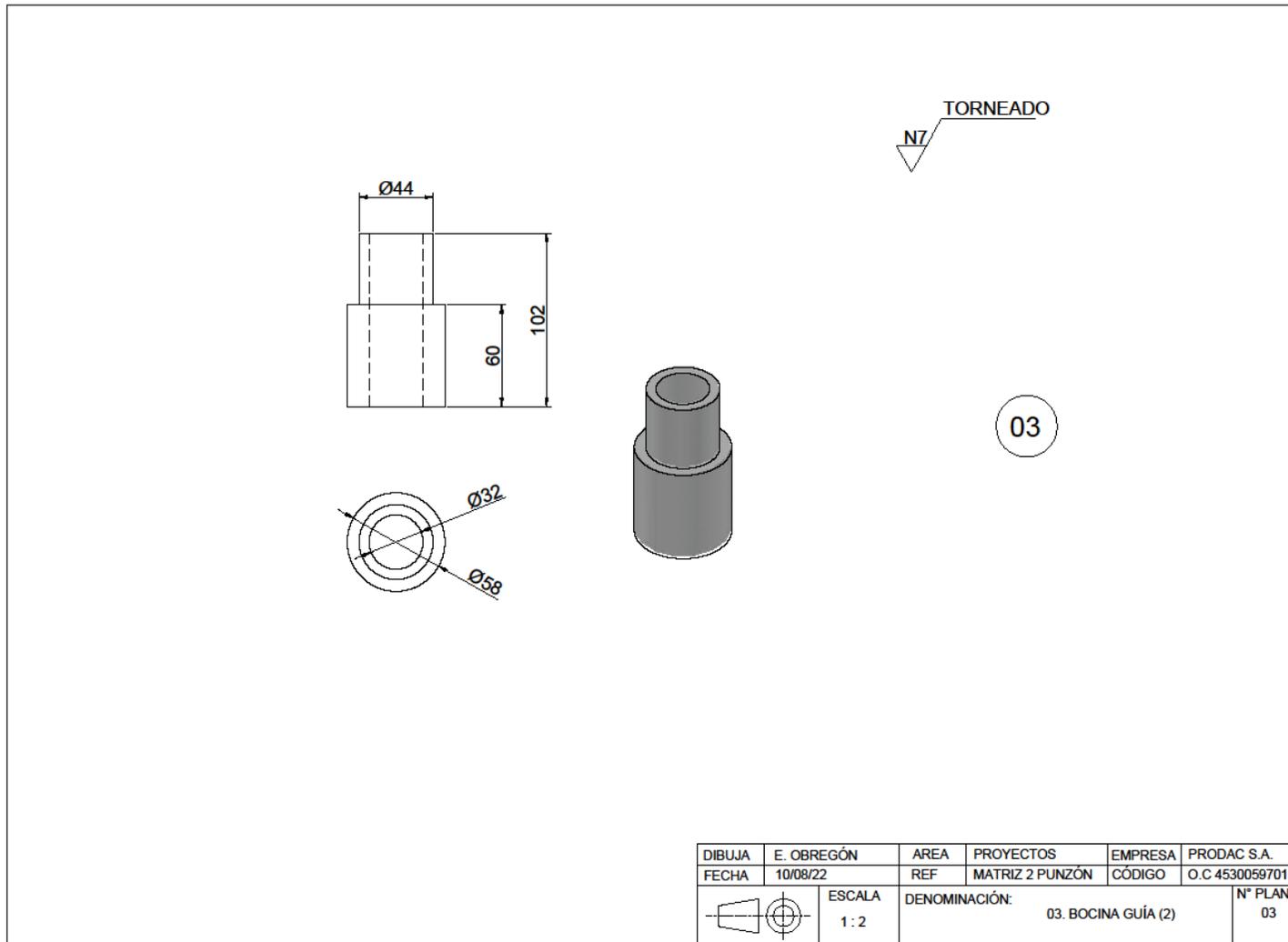
Anexo 3. Plano de base inferior



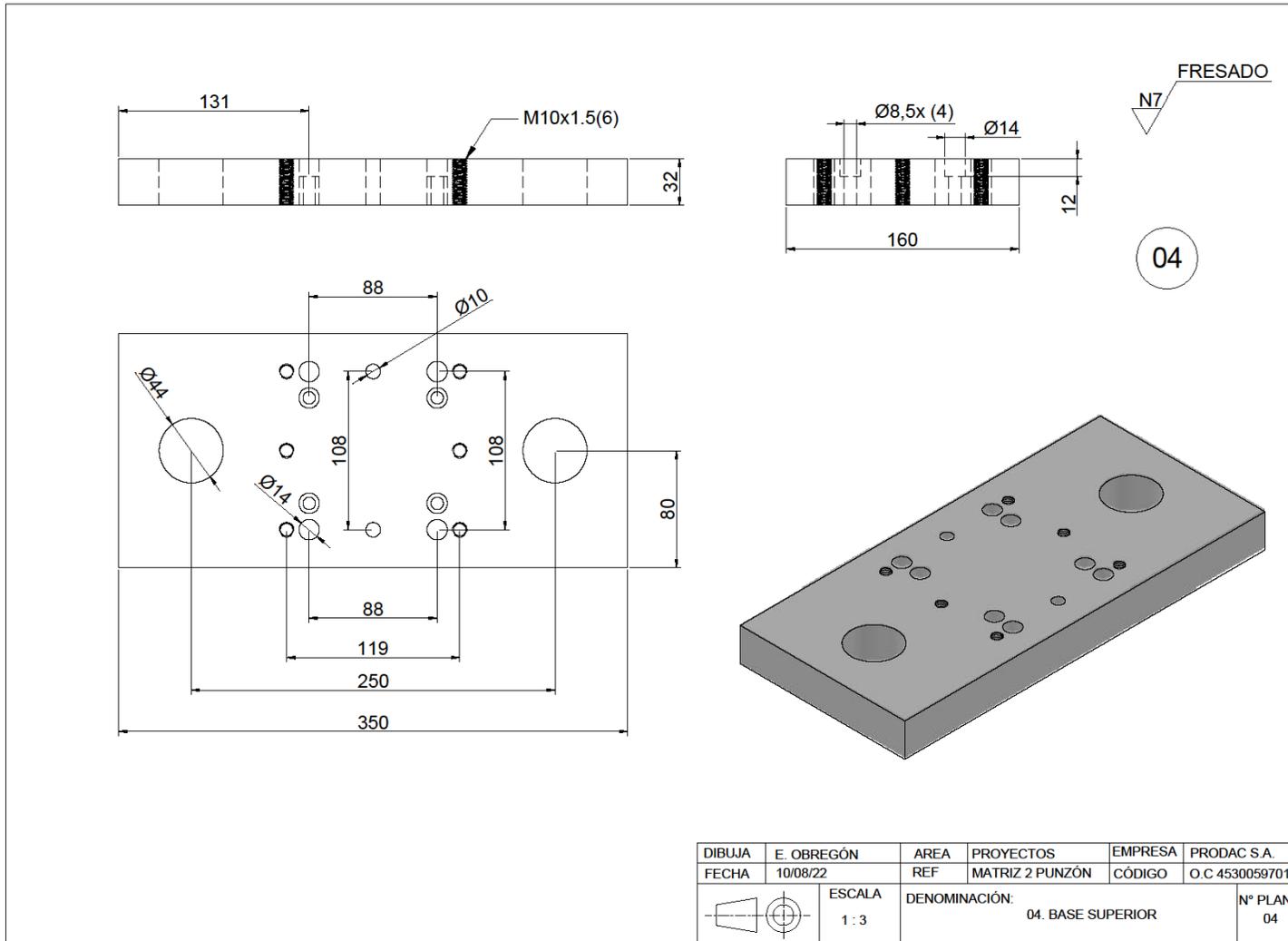
Anexo 4. Plano de columna



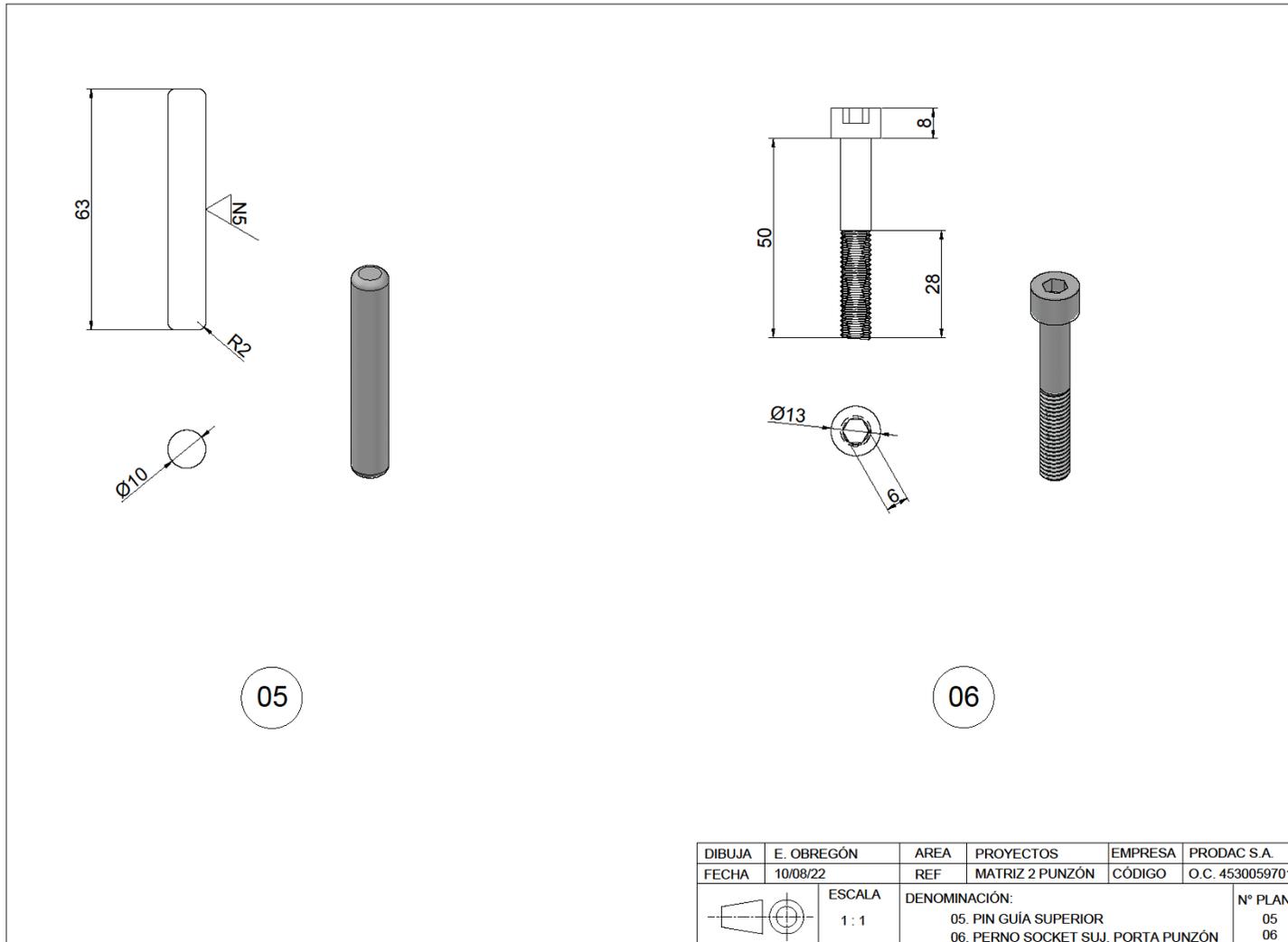
Anexo 5. Plano de bocina



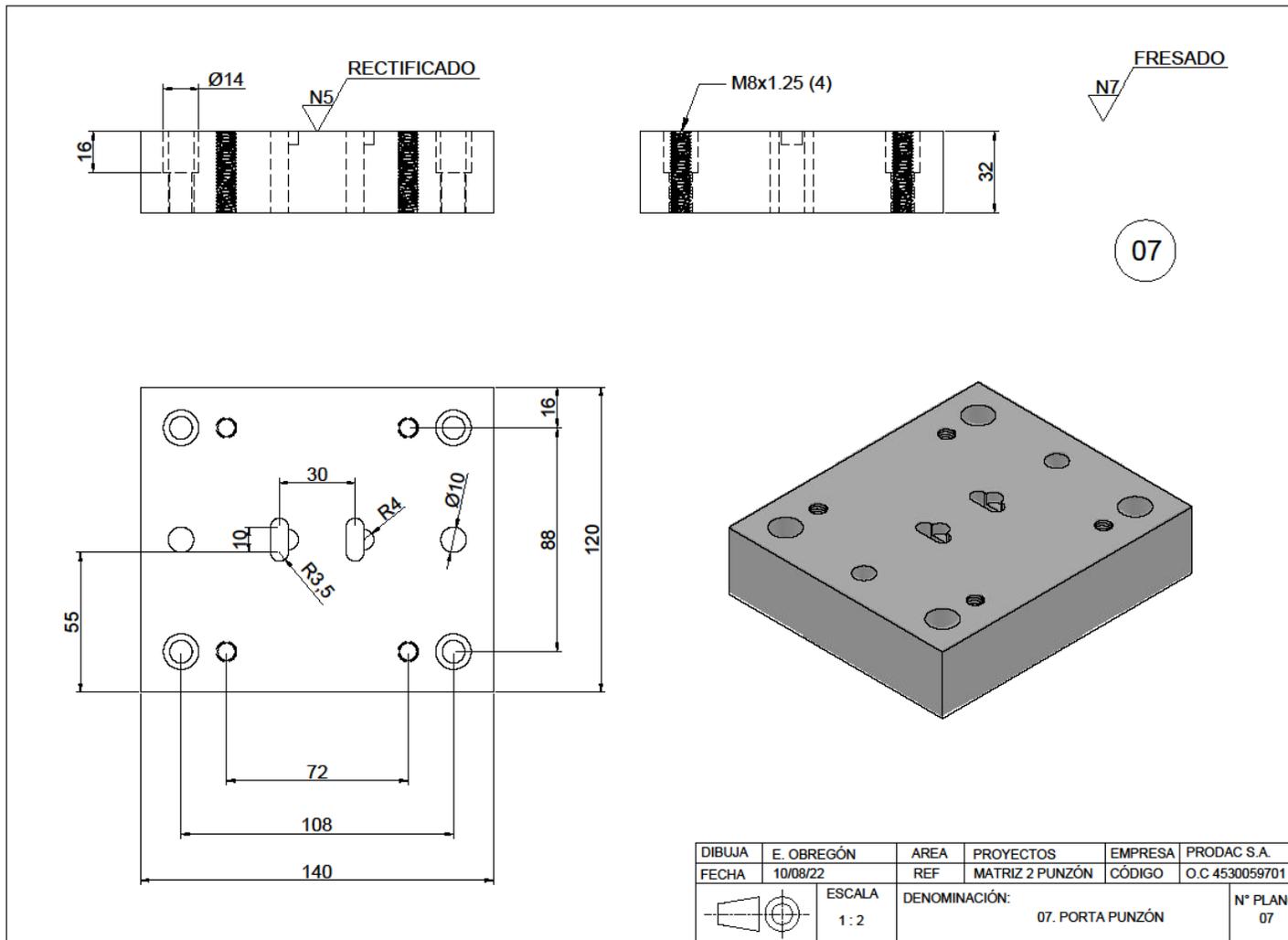
Anexo 6. Plano de base superior



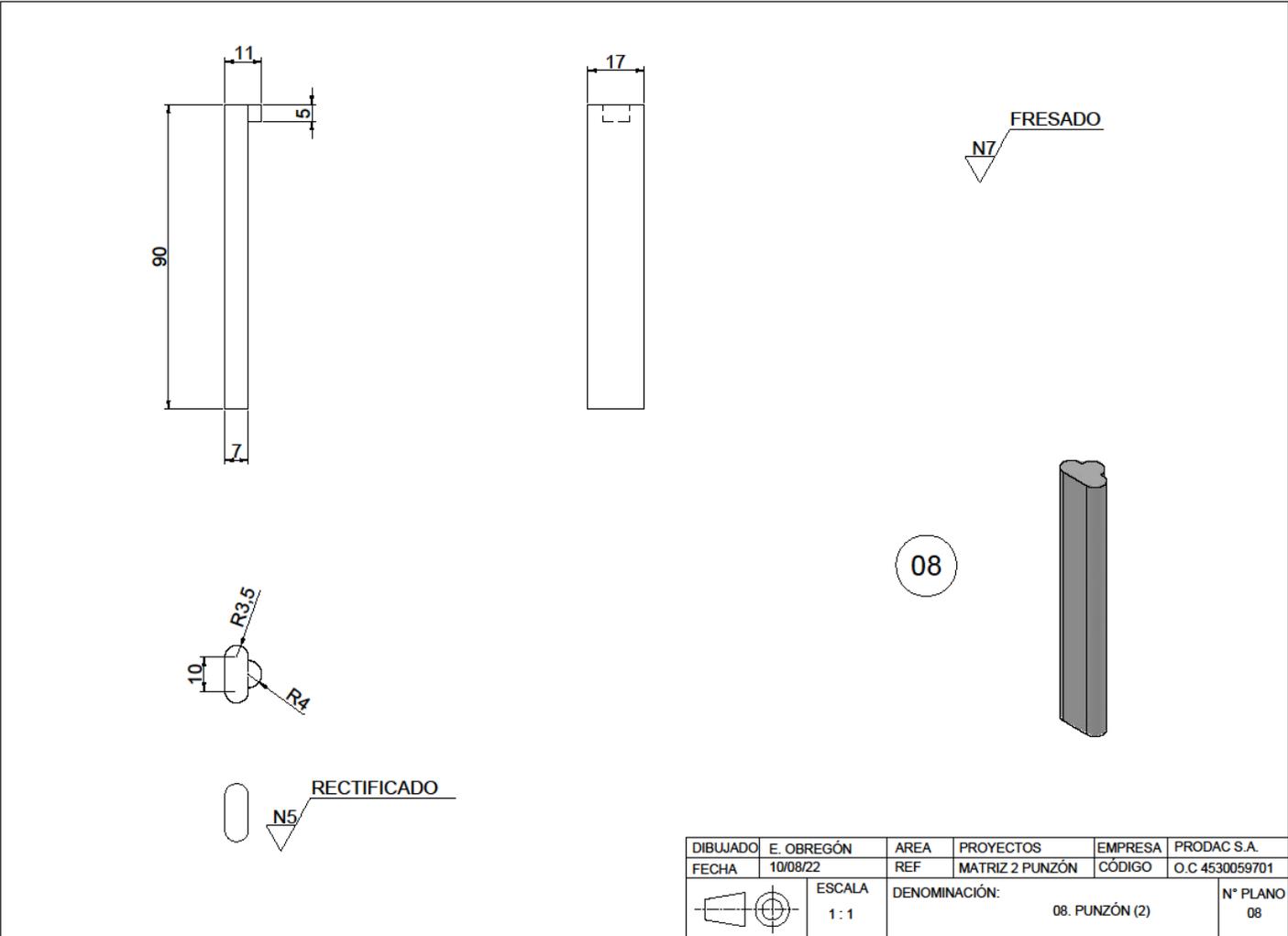
**Anexo 7. Plano de pin guía superior, perno socket sujetador porta punzón**



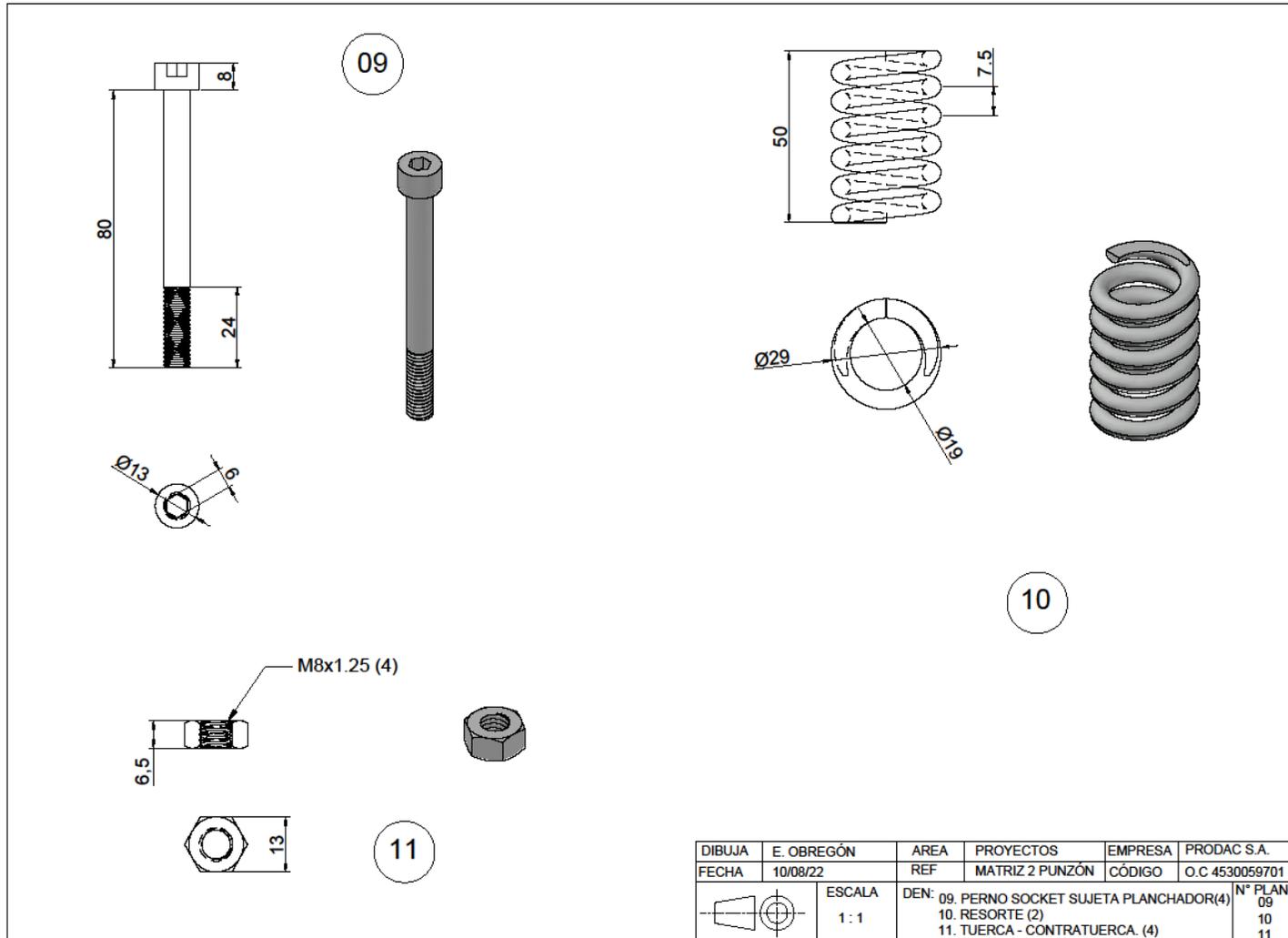
Anexo 8. Plano de porta punzón



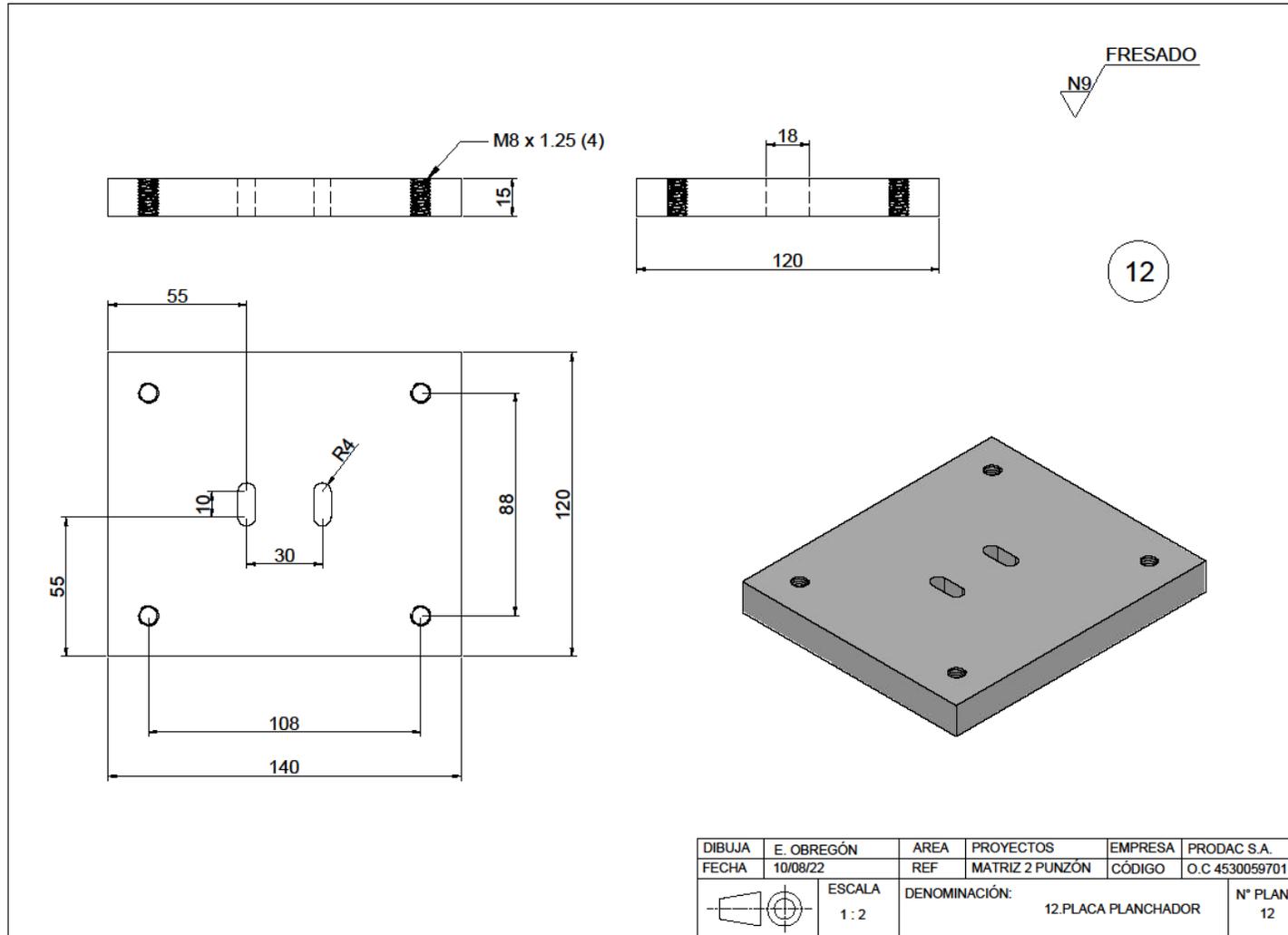
Anexo 9. Plano de punzón



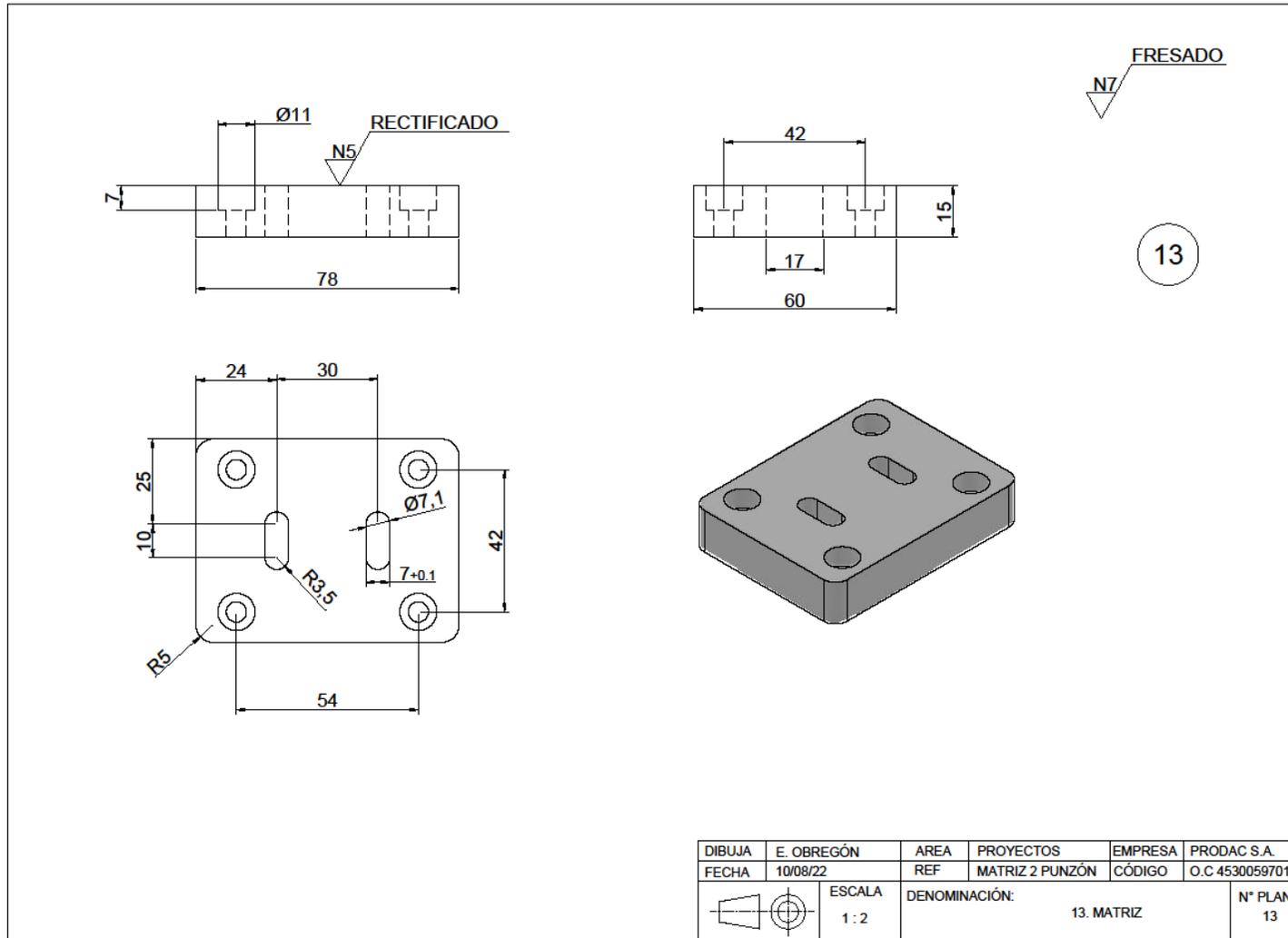
Anexo 10. Plano de perno socket sujetador de planchador, resorte , tuerca contratuerca.



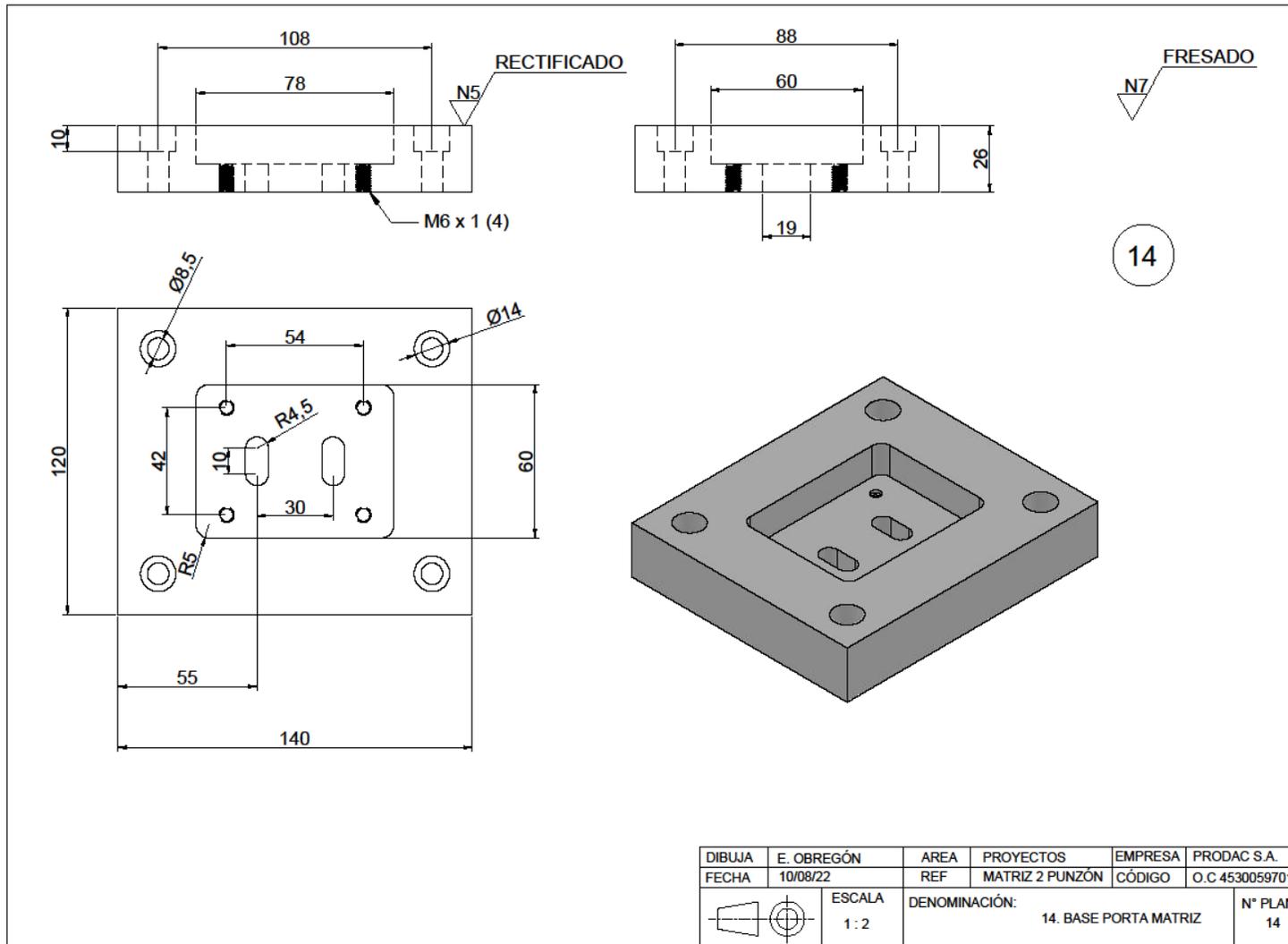
Anexo 11. Plano de placa planchador



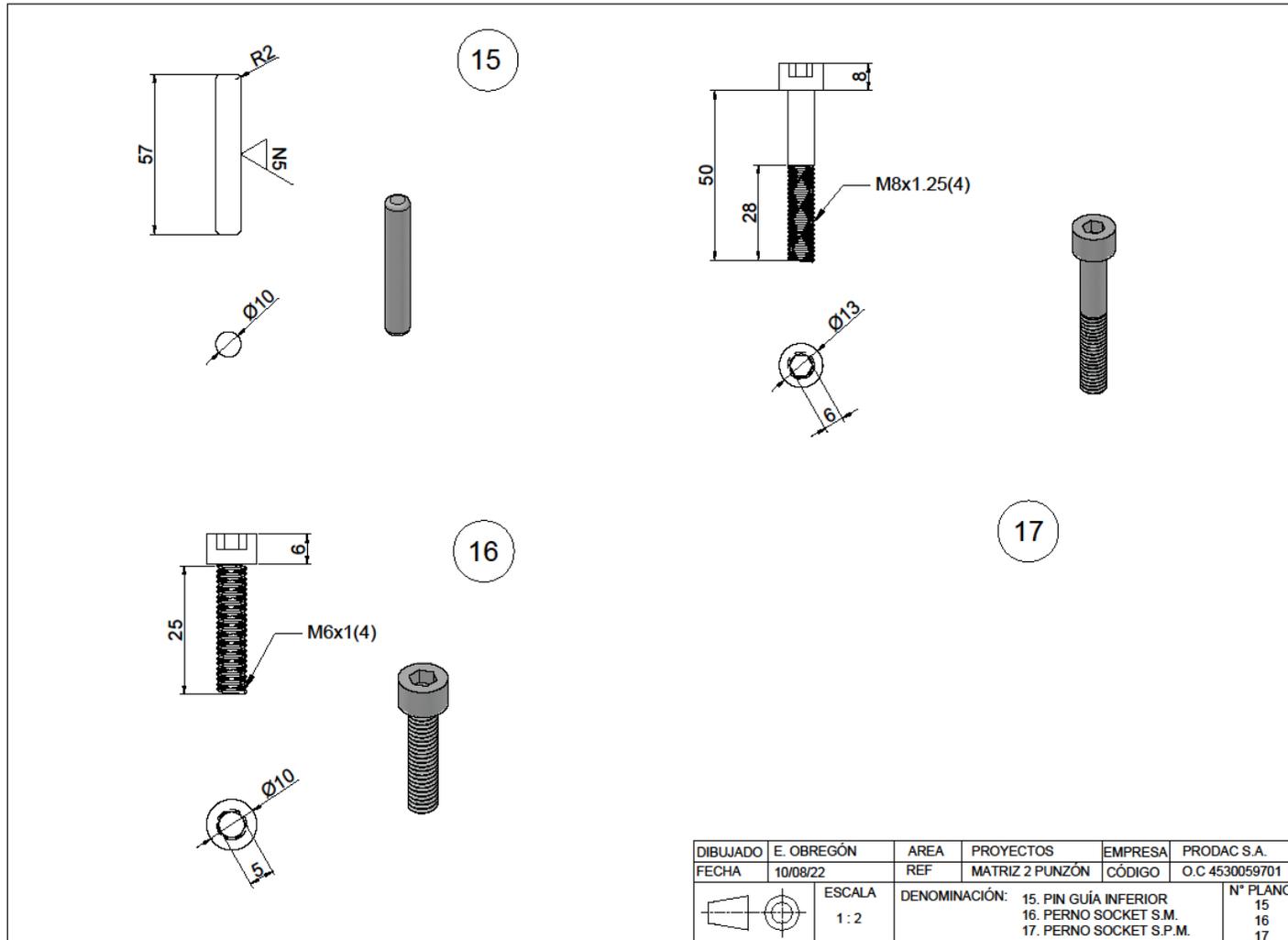
Anexo 12. Plano de matriz



Anexo 13. Plano de porta matriz



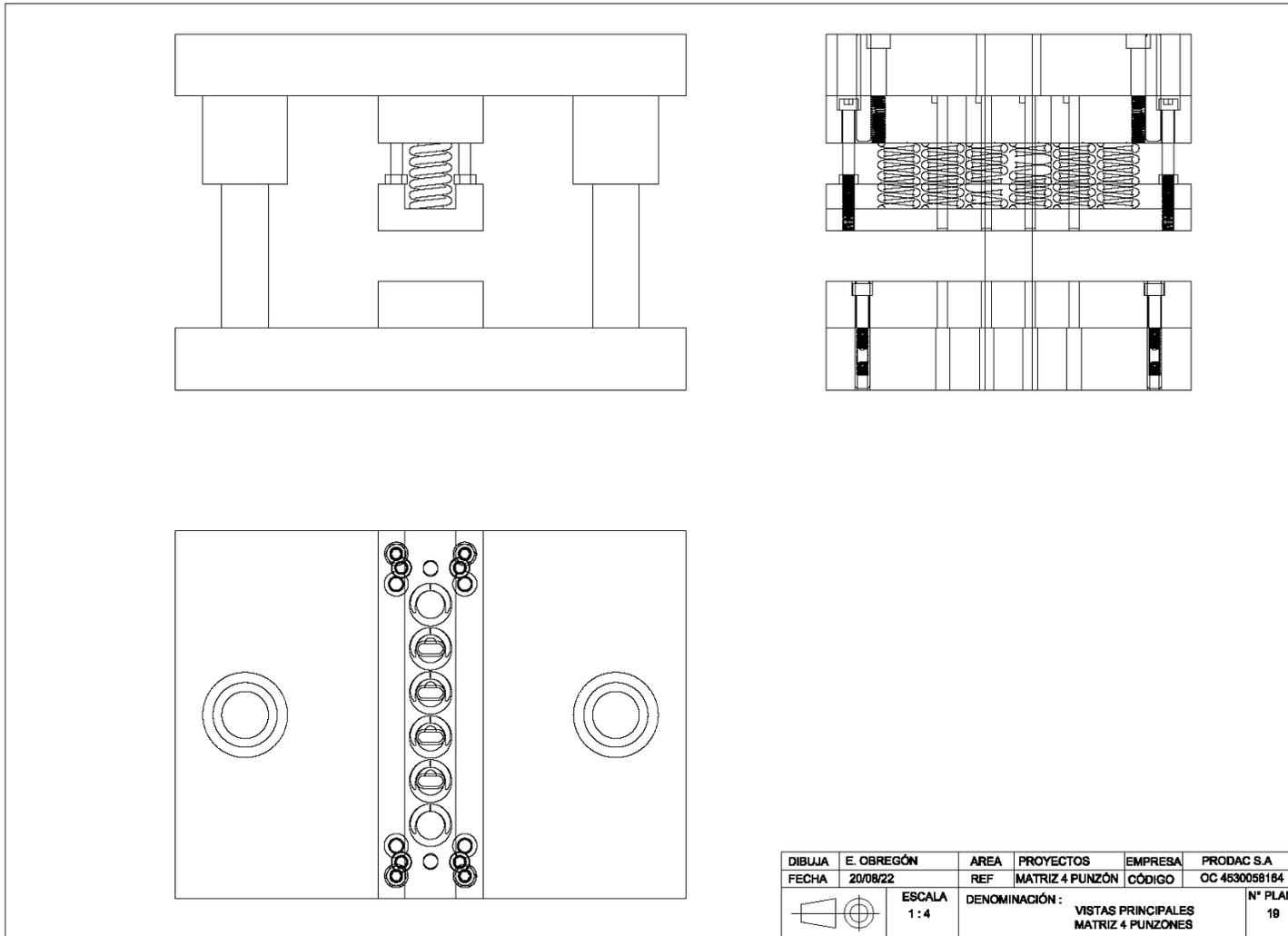
Anexo 14. Plano de pin guía inferior, perno socket sujetador de matriz, porta matriz.



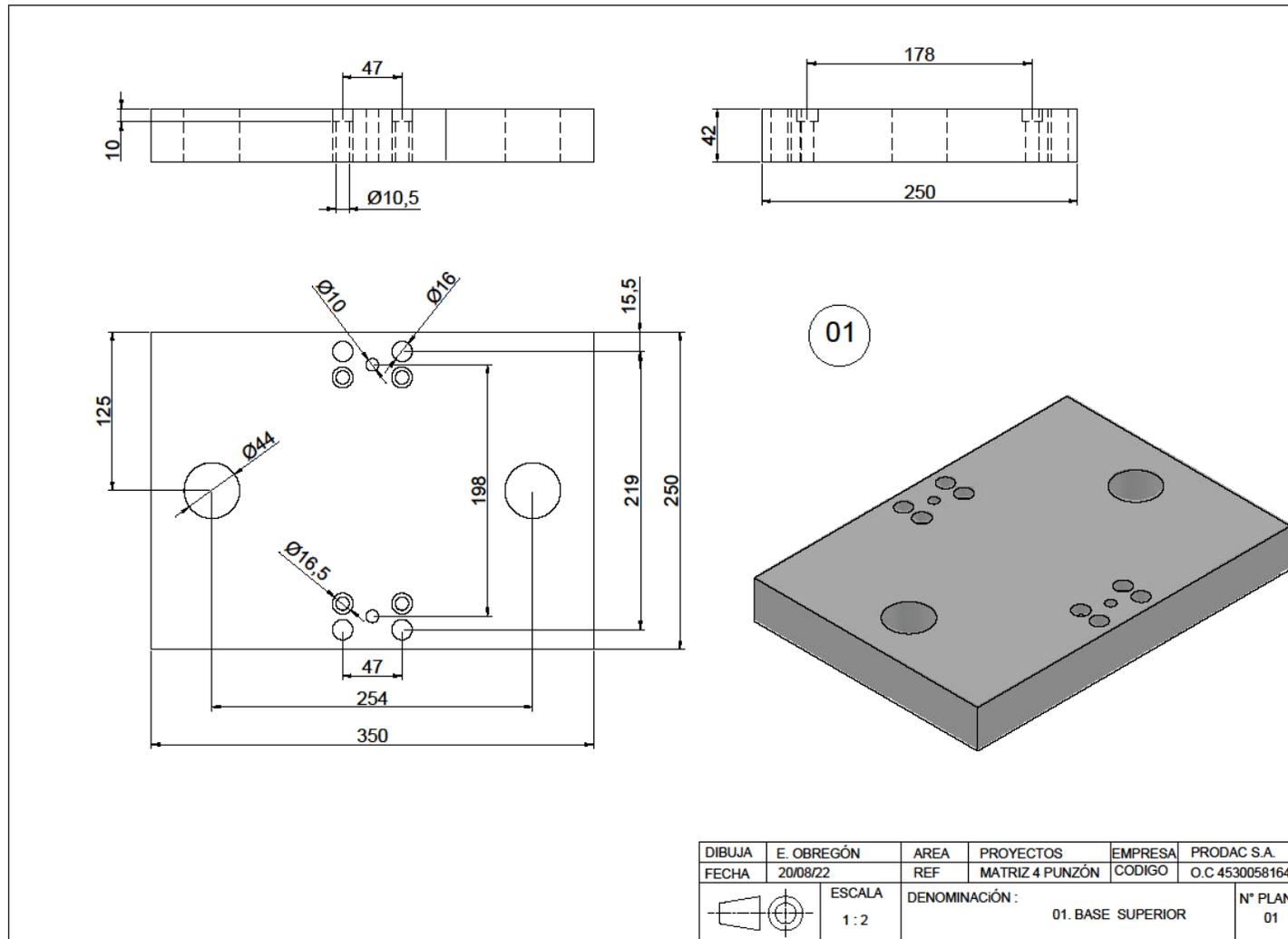
Anexo 15. Plano en conjunto matriz de 4 punzones.

15	PIN GUÍA INFERIOR	02	Ø10 x 73	AISI 1045	DIN 1433
14	PERNO SOCKET SUJ.M.	04	M8 x 1.25 x 60		DIN 912 G. 8.8
13	MATRIZ	01	250 x 72 x 32	AISI D3	K100 BOHLER
12	PLACA PLANCHADOR	01	250 x 72 x 32	AISI 1045	H BOHLER
11	TUERCA CONTRAT.	04	M8 x 1.25		DIN 934 G. 8.8
10	RESORTE	06	Ø29 x Øint 24 x 50		AISI 1085
09	PUNZÓN	04	90 x 18 x 12	AISI D 3	K100 BOHLER
08	PORTAPUNZÓN	01	250 x 72 x 32	AISI 1045	H BOHLER
07	PERNO SOCKET SUJ. PL	04	M8 x 1.25 x 80		DIN 912 G. 8.8
06	PIN GUÍA SUPERIOR	02	Ø10 x 73	AISI 1045	DIN 1433
05	PERNO SOCKET SUJ.P.P	04	M8 x 1.25 x 60		DIN 912 G. 8.8
04	BASE SUPERIOR	01	350 x 250 x 42	AISI 1045	H BOHLER
03	BOCINA GUÍA	02	Ø68 x 102	AISI 4140	VCL BOHLER
02	COLUMNA GUÍA	02	Ø32 x 242	AISI 4140	VCL BOHLER
01	BASE INFERIOR	01	350 x 250 x 42	AISI 1045	H BOHLER
<b>N° DENOMINACIÓN</b>		<b>CANT</b>	<b>MATERIALES</b>		<b>OBSERVACIÓN</b>
DIBUJA	E. OBREGÓN	AREA	PROYECTOS	EMPRESA	PRODAC S.A
FECHA	20/08/22	REF	MATRIZ 4 PUNZÓN	CÓDIGO	OC 4530058164
		ESCALA	DENOMINACIÓN :		N° PLANO
		1 : 4	PLANO EN CONJUNTO MATRIZ 4 PUNZONES		18

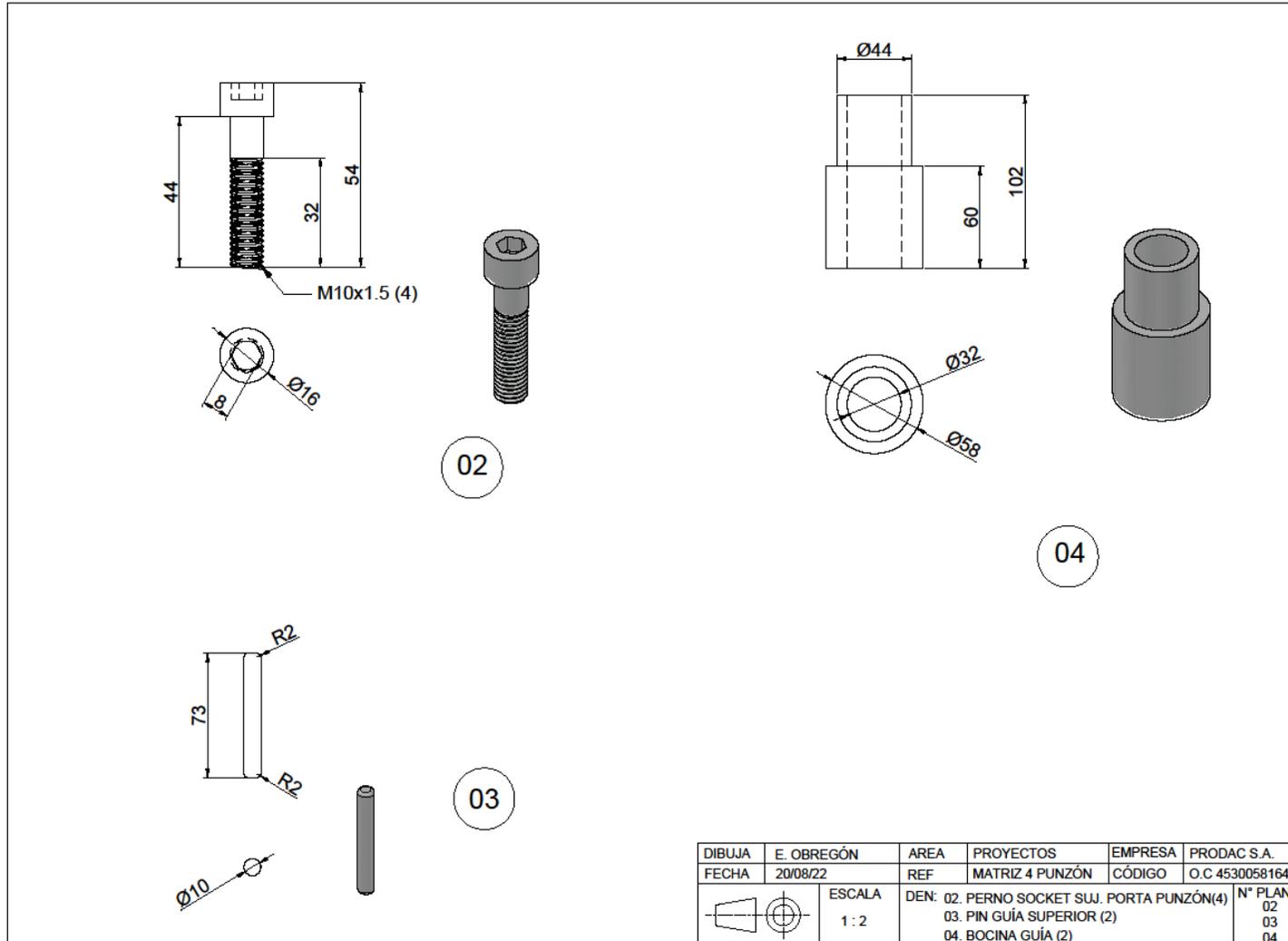
Anexo 16. Plano de vistas principales matriz de 4 punzones



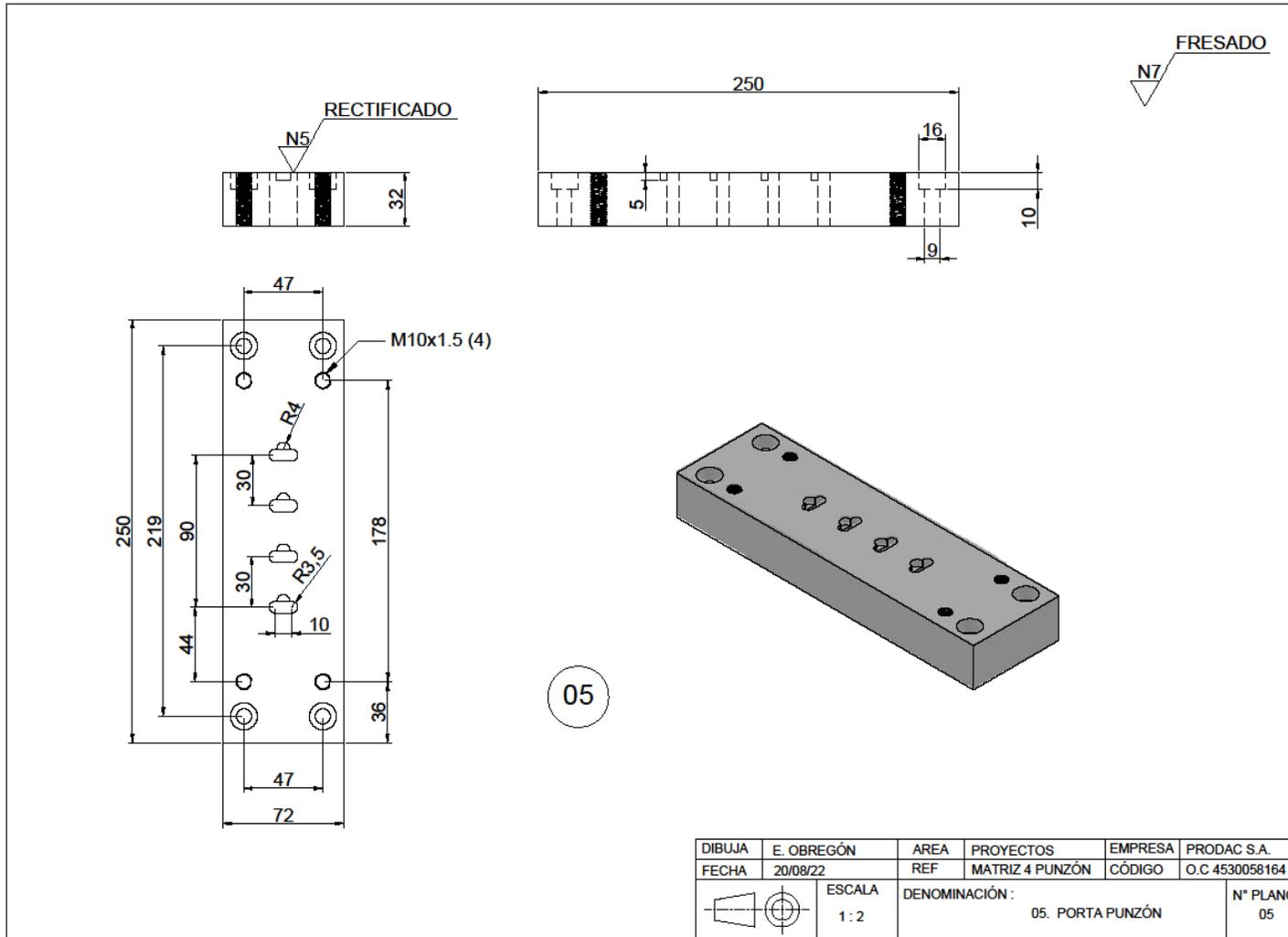
Anexo 17. Plano de base superior



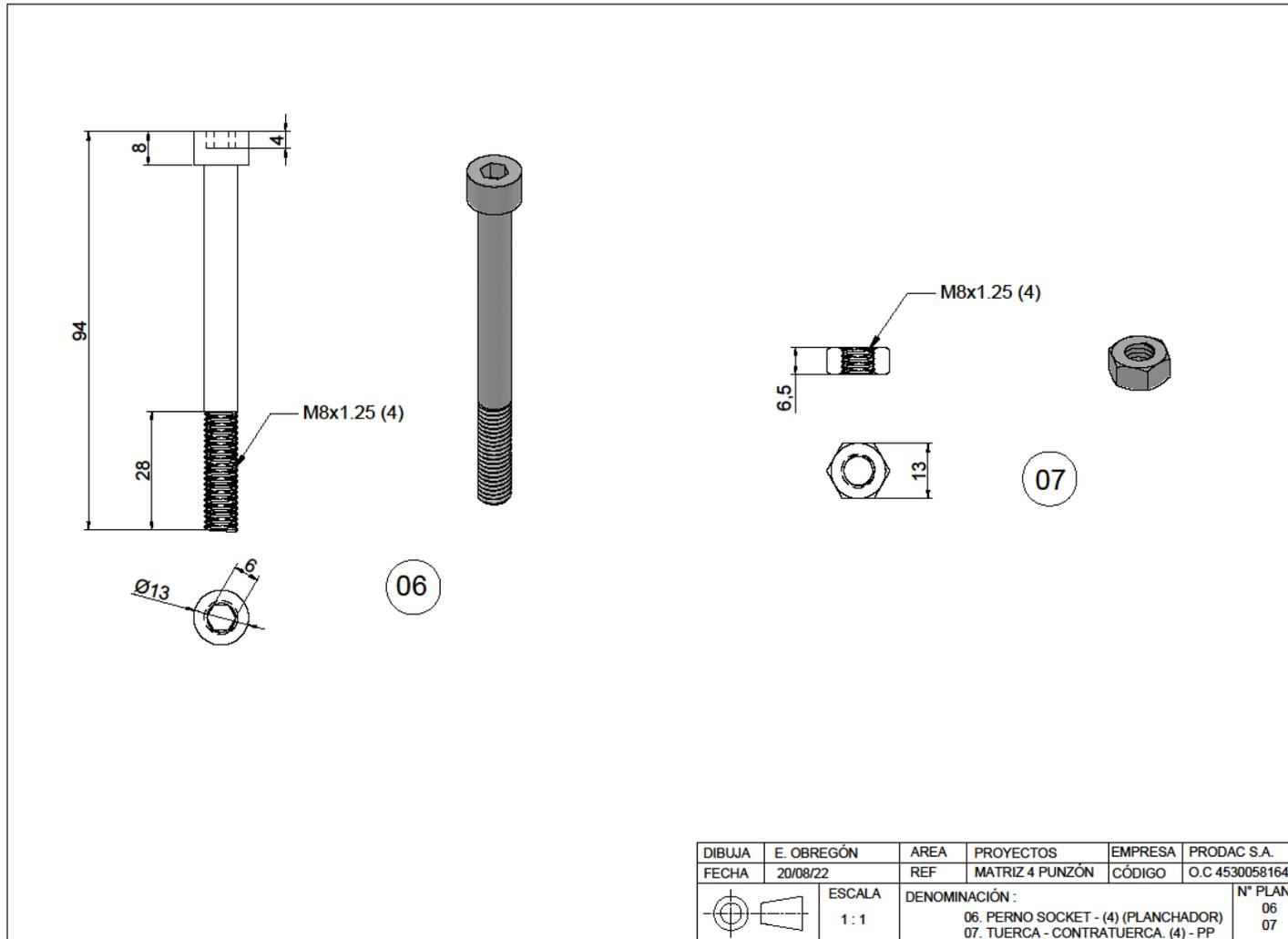
Anexo 18. Plano de pin guía superior, perno socket para porta punzón, bocina.



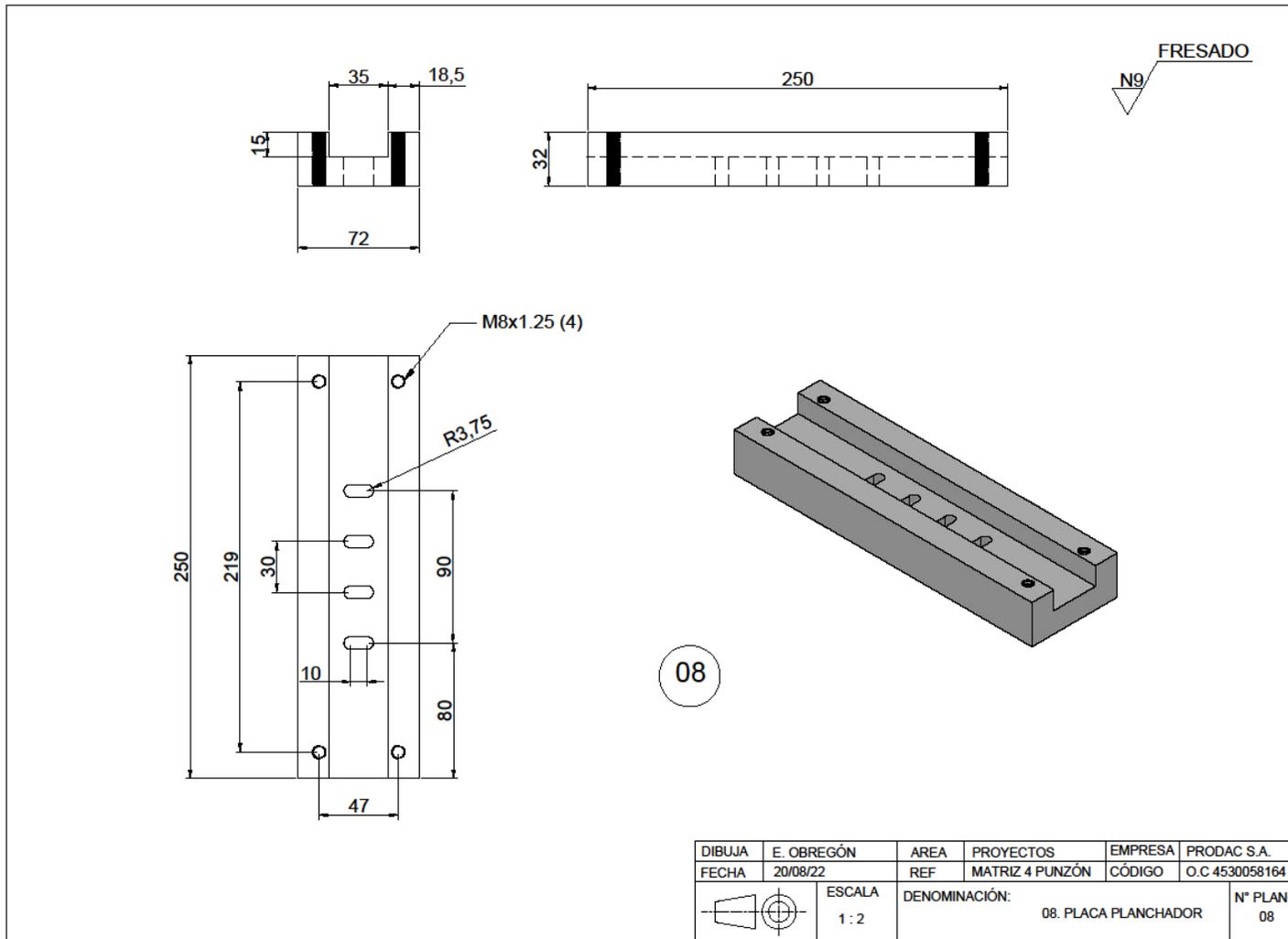
Anexo 19. Plano de porta punzón



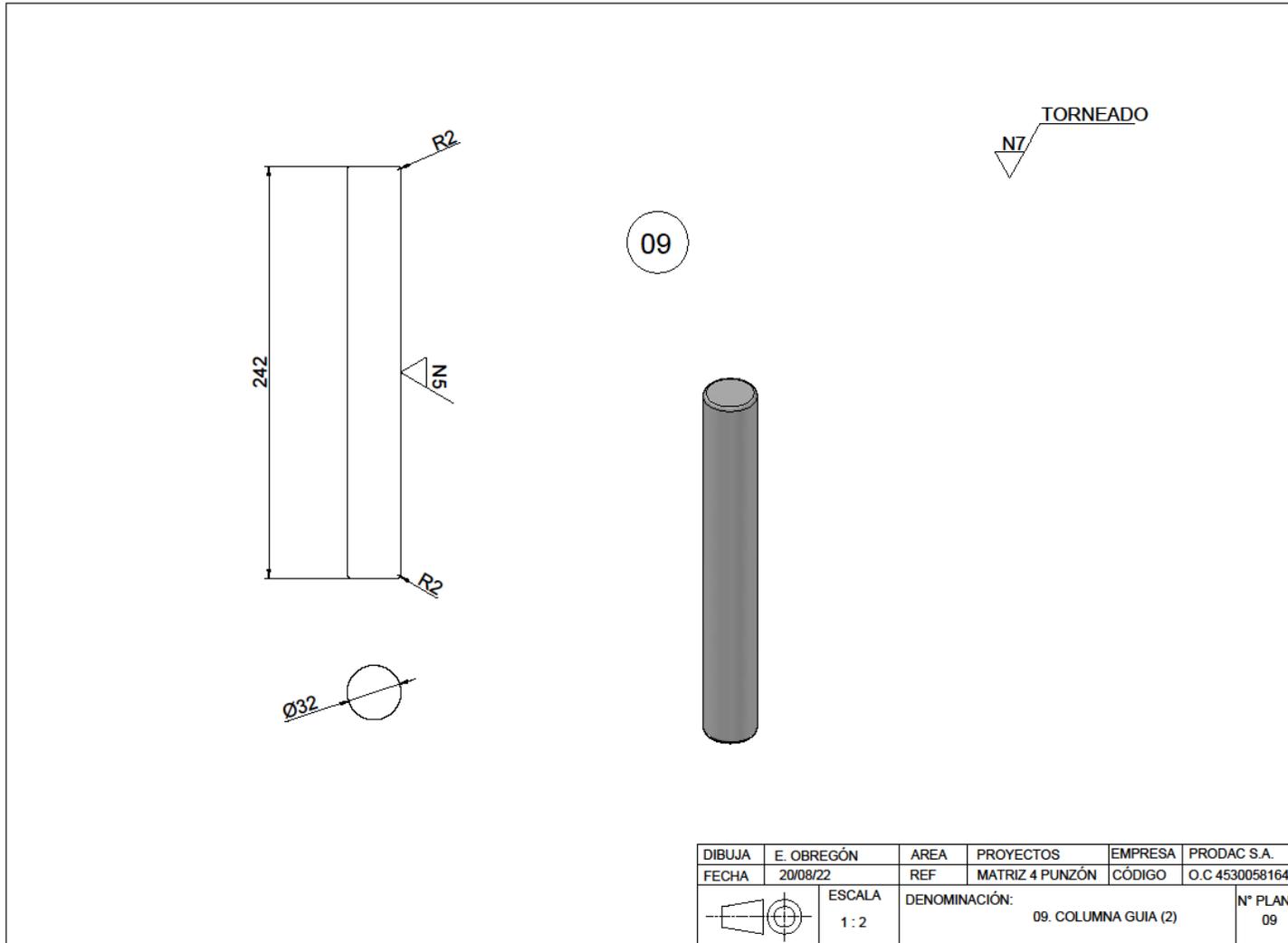
Anexo 20. Plano de perno socket sujetador de planchador, contratuerca



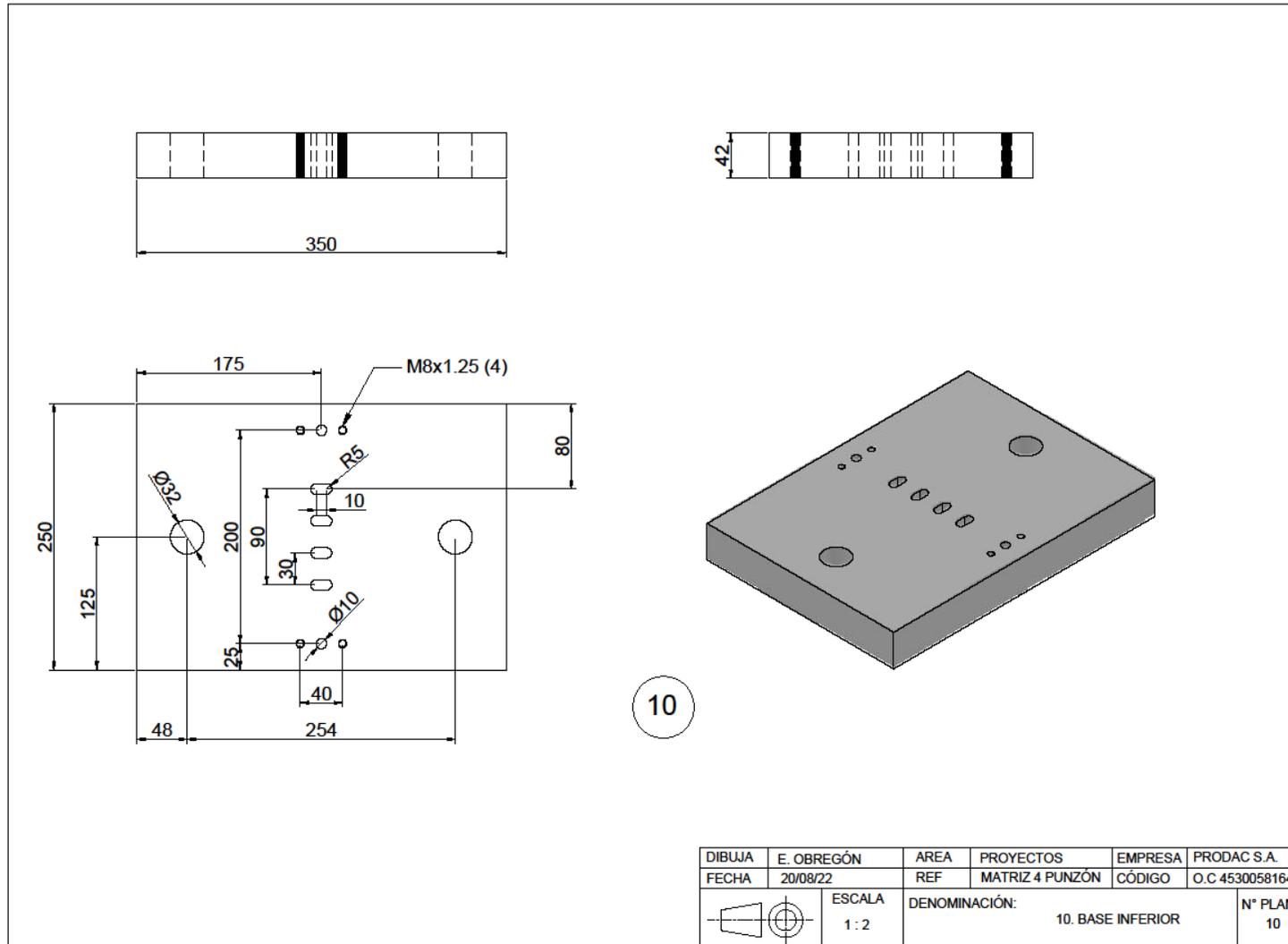
Anexo 21. Plano de placa planchador.



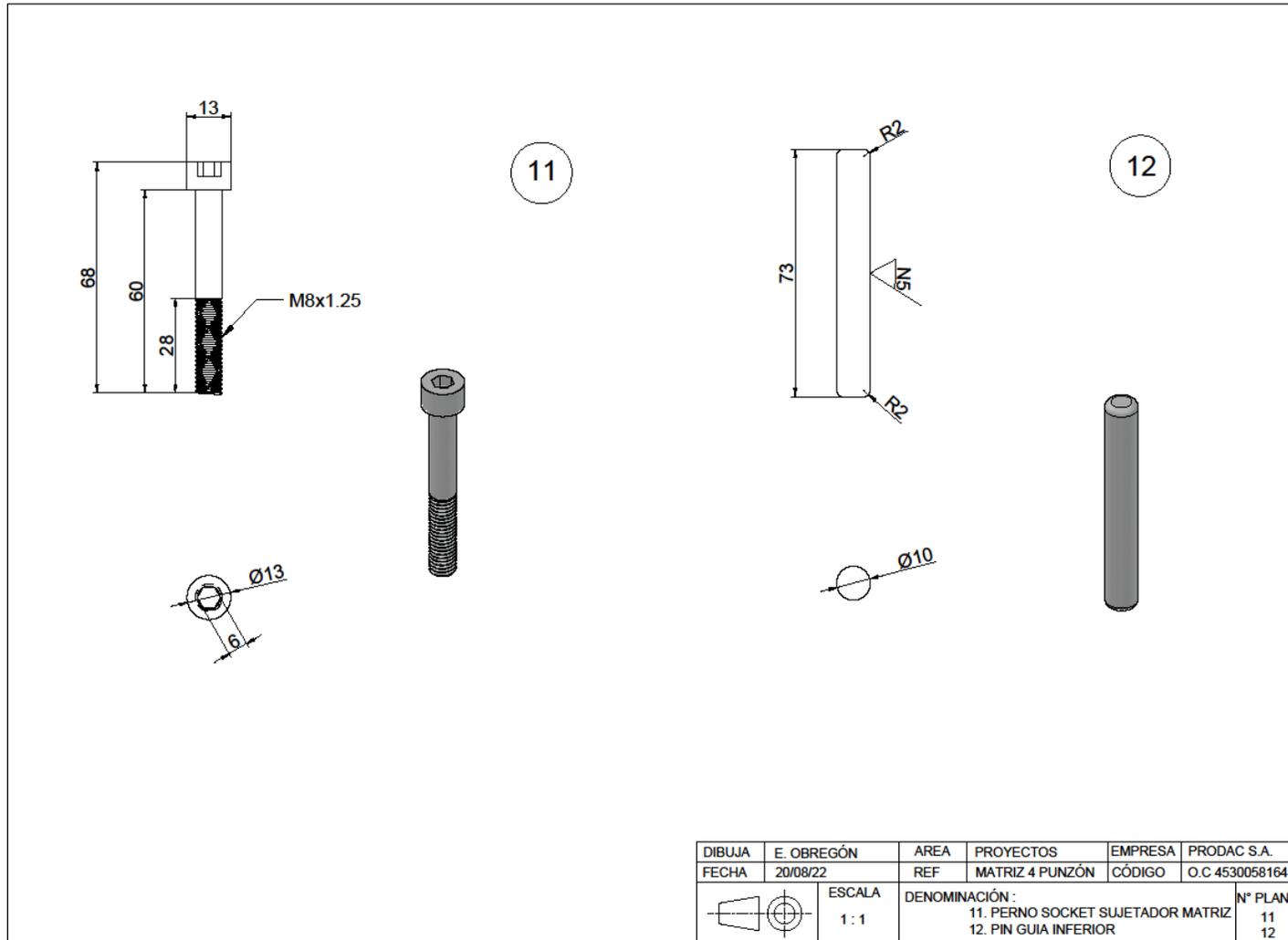
Anexo 22. Plano de columna



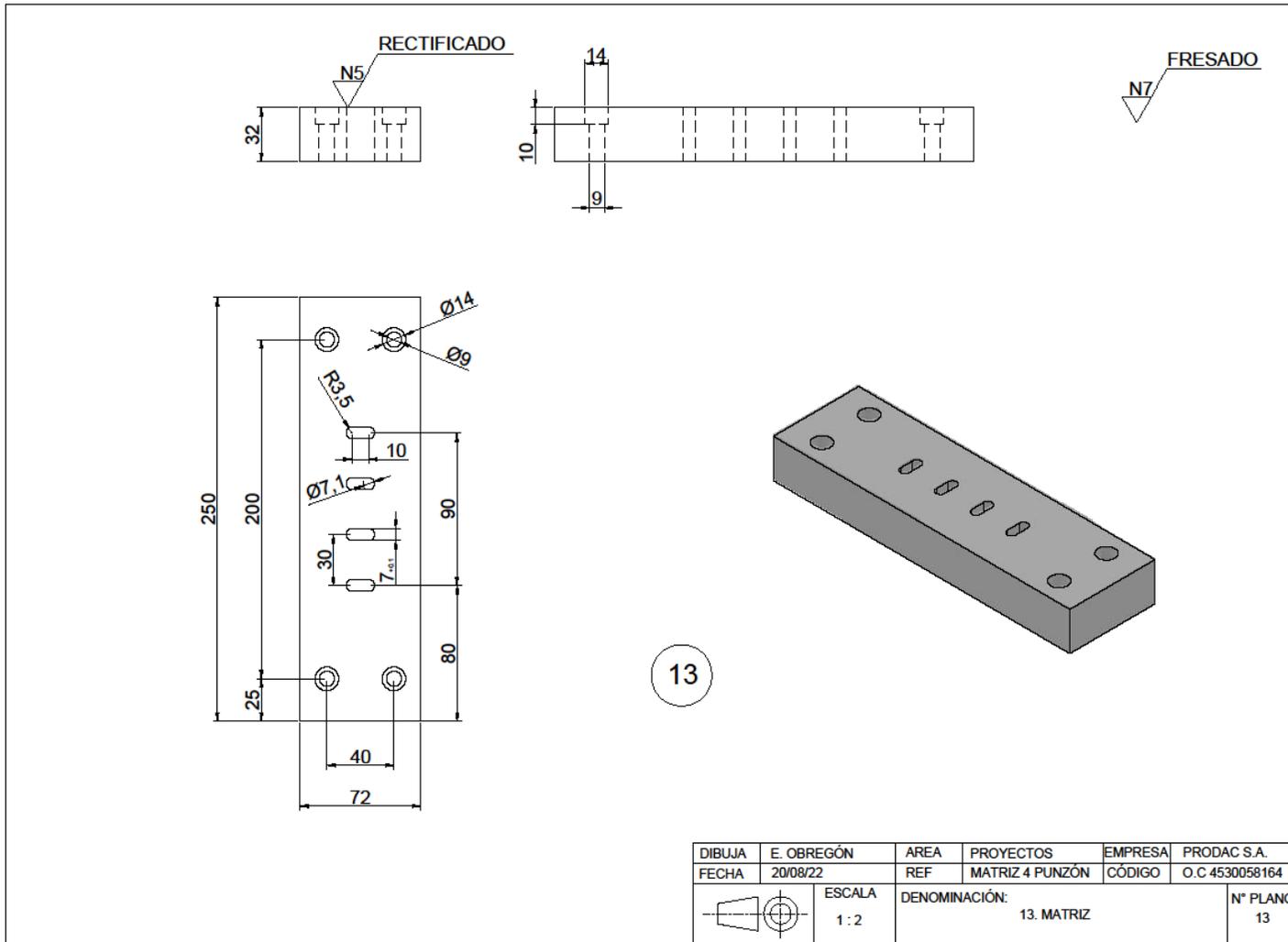
Anexo 23. Plano de base inferior ( 4 punzones )



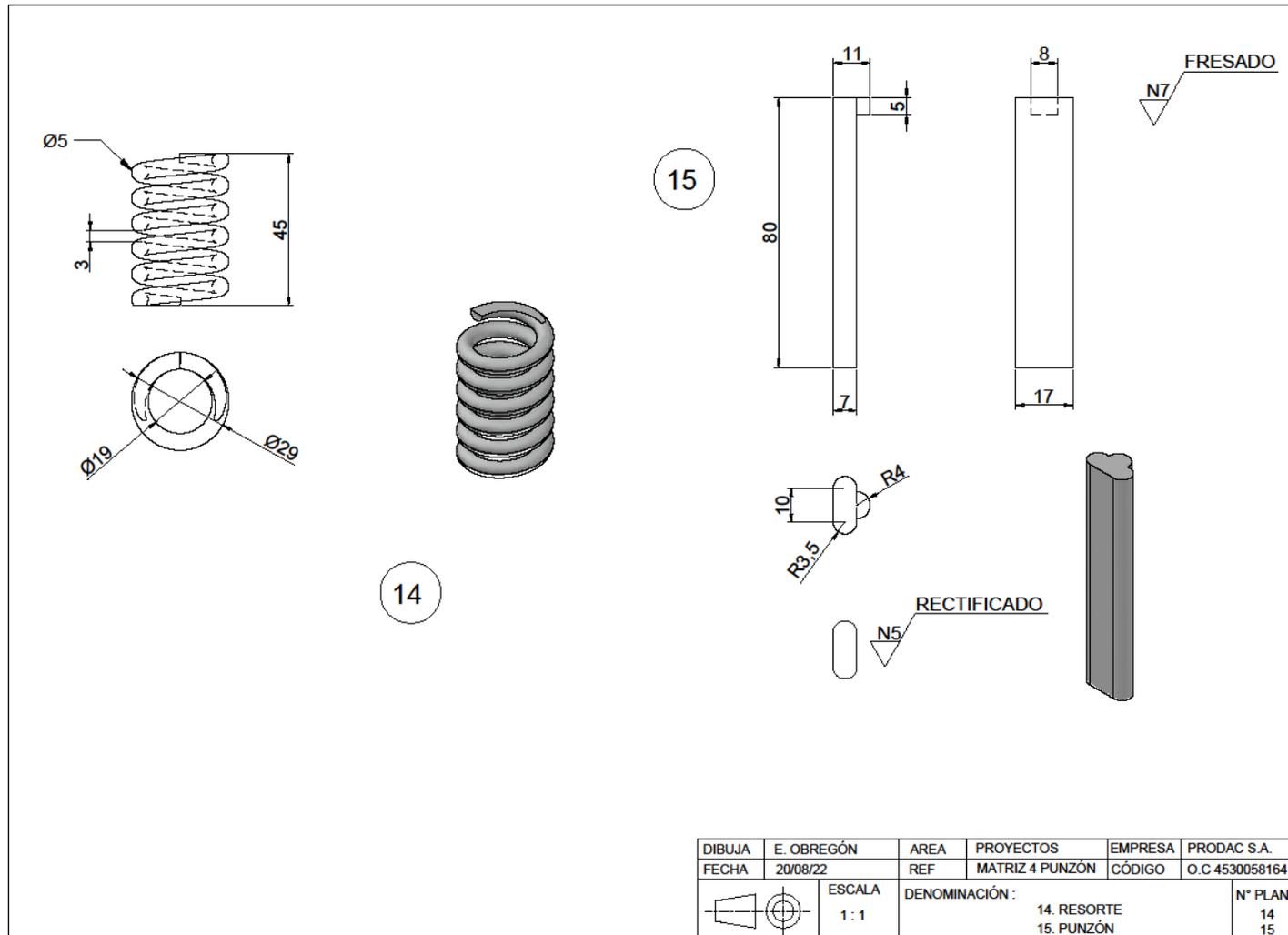
Anexo 24. Plano de pin guía inferior, perno socket sujetador de matriz



Anexo 25. Plano de matriz ( 4 punzones)



Anexo 26. Plano de resorte, (4 punzones)



## Anexo 27. Evidencias de trabajo realizado en máquina perfiladora de rieles – Sujetar SAC

Ernesto Quintín Obregón Flores

Mantenimiento Mecánico

Proyectos, Mecanismos, Mantenimiento

Fabricación Maquinaria Industrial

erobre41@hotmail.com 988208656

### COTIZACION- TRABAJOS VARIOS

A:

JEAN CARLO

SUJETAR SAC

#### 1. MAQUINA PERFILADORA N 2

##### 1. Modificación del sistema de Rolado, para disminuir los efectos de curvado en longitudes largas

El sistema de rolado de la máquina presenta inconvenientes para su regulación, es imposible su regulación con llave, se modificara para facilitar su regulación.

#### CARACTERISTICAS.

- Sistema de Rolado
- 6 puntos de modificación

Costo Total .....\$ 150 .00

##### 2. Fabricación de Volantes para su reemplazo en máquina

la máquina presenta inconvenientes para su regulación, por que las volantes que lo facilitan están rotas. Se recomienda reemplazarlas para facilitar la regulación.

#### CARACTERISTICAS.

- 3 Volantes dañados Costo Total .....\$ 70 .00

#### 3. Adiestramiento y capacitación a personal estable, para la máquina

La máquina por su proceso de conformación y su producción, requieren de personal calificado, que puedan operar y resolver los problemas que se pudieran presentar en el proceso de producción.

Dicho personal tendrá que encargarse del mantenimiento, producción y operatividad de la máquina.

Para lograr esto, se someterá a una capacitación continua, hasta que sea capaz de operarla y hacerla funcionar adecuadamente.

#### CARACTERISTICAS.

- Capacitación de operatividad
- Adiestramiento de Regulación
- Asesoría técnica

Costo .....\$ 200 .00

#### 4. Fabricación de Matriz- punzones por reemplazar la medida que la actual no es adecuada de 3/8 a 1/2

Fabricación de Matriz de 6 golpes por las características y capacidades de la máquina a 3/8 de ranura.

Costo .....\$ 1200 .00

#### 5. Reconstrucción de matriz de corte de salida, esta dificultando el corte por que sea fragmentado

Costo .....\$ 300 .00

Resumiendo en costo Total

1-Modificación de Roladora .....	\$ 150
2-Fabricación de 3 Volantes .....	\$ 70
3-Adiestramiento y Capacitación máquinas.....	\$ 200
4- Fabricación de Matriz y Punzones .....	\$ 1200
5- Reconstrucción de matriz de corte de salida.....	\$ 300
<b>TOTAL.....</b>	<b>\$ 1920.00</b>

Lima 10 Mayo 2020

## Anexo 28. Evidencias (RHE) trabajo realizado en máquina perfiladora de rieles – Sujetar SAC

**OBREGON FLORES ERNESTO QUINTIN**

INGENIERO  
SECTOR 2 MZA. D LOTE. 6 GRU. 9 LIMA LIMA VILLA EL SALVADOR  
  
TELÉFONO:

R.U.C. 10096818152  
**RECIBO POR HONORARIOS ELECTRONICO**  
Nro: E001- 36

**OBREGON FLORES ERNESTO QUINTIN**

INGENIERO  
SECTOR 2 MZA. D LOTE. 6 GRU. 9 LIMA LIMA VILLA EL SALVADOR  
  
TELÉFONO:

R.U.C. 10096818152  
**RECIBO POR HONORARIOS ELECTRONICO**  
Nro: E001- 48

**Recibí de:** SUJETAR DEL PERU SAC

Identificado con RUC número 20543255841  
Domiciliado en AV. NESTOR GAMBETA MZA. A LOTE. 3 URB. COSTA MAR 1ER PISO PROV. CONST. DEL CALLAO PROV.  
La suma CUATRO MIL OCHOCIENTOS Y 00/100 SOLES  
**Por concepto de TRABAJOS VARIOS**

Observación -

Inciso A DEL ARTÍCULO 33 DE LA LEY DEL IMPUESTO A LA RENTA  
Fecha de emisión 24 de Junio del 2020

Total por honorarios: 4,800.00  
Retención (8 %) IR: (0.00)

**RHE - ADELANTO**

**Total Neto Recibido: 4,800.00 SOLES**

**Recibí de:** SUJETAR DEL PERU SAC

Identificado con RUC número 20543255841  
Domiciliado en AV. NESTOR GAMBETA MZA. A LOTE. 3 URB. COSTA MAR 1ER PISO PROV. CONST. DEL CALLAO PROV.  
La suma CUATRO MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y 00/100 SOLES  
**Por concepto de TRABAJOS VARIOS**

Observación -

Inciso A DEL ARTÍCULO 33 DE LA LEY DEL IMPUESTO A LA RENTA  
Fecha de emisión 28 de Enero del 2021

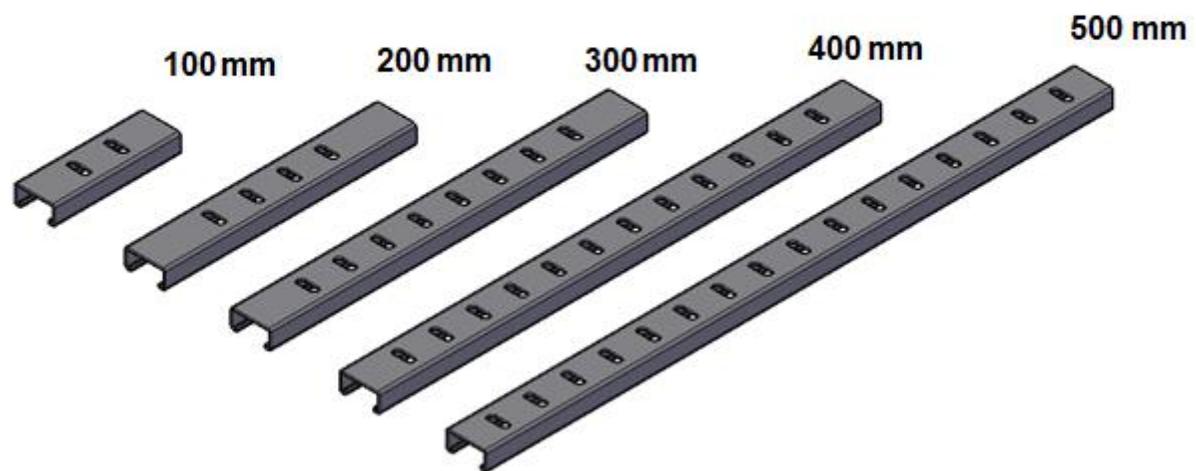
Total por honorarios: 4,950.00  
Retención (8 %) IR: (0.00)

**RHE - TRABAJO CONCLUIDO**

**Total Neto Recibido: 4,950.00 SOLES**

Anexo 29. Formatos a obtener en máquina perfiladora

### FORMATO DE PELDAÑOS A OBTENER



Anexo 30. Características técnicas bobina acero

Tramontana - ASTM A653 Z120

# BOBINAS PLANCHAS GALVANIZADAS

ASTM A653 Z120



### NORMA TÉCNICA

ASTM A653 Z120

### PRESENTACIÓN

Bobinas y planchas de 1200 x 2400 mm.  
Espesores TCT.

### USO

Materia prima en la industria de refrigeración, construcción, automotriz y metal mecánica en general.

## CARACTERÍSTICAS

Planchas de acero de bajo carbono, laminado en frío de calidad comercial, revestido en zinc por inmersión en caliente, en ambas superficies, dando un total de 120 gr. de zinc por m<sup>2</sup>. Es un producto que combina las características de resistencia mecánica del acero y la resistencia a la corrosión generada por el zinc.

### PLANCHAS GALVANIZADAS

Espesor (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Peso (kg)
0.55	1200	2400	12.43
0.60	1200	2400	13.56
0.75	1200	2400	16.96
0.80	1200	2400	18.09
0.85	1200	2400	19.22
0.90	1200	2400	20.35
1.00	1200	2400	22.61
1.15	1200	2400	26.00
1.45	1200	2400	32.78
1.50	1200	2400	33.91
1.90	1200	2400	42.96

### BOBINAS LAF

Espesor (mm)	Ancho (mm)
0.55	1200
0.60	1200
0.75	1200
0.80	1200
0.85	1200
0.90	1200
1.00	1200
1.45	1200
1.15	1200
1.45	1200
1.90	1200

### PROPIEDADES MECÁNICAS

Límite de Fluencia (mín.)	2110 - 3850 kg/cm <sup>2</sup> (207 - 378 MPa)
Resistencia a la Tracción (mín.)	4590 kg/cm <sup>2</sup> (450 MPa)
Alargamiento mínimo	16%

(\*) Se puede suministrar en otras longitudes previa coordinación.

### COMPOSICIÓN QUÍMICA

Carbono (% máx.)	0.15 - 0.20
Manganeso (% máx.)	0.60
Fósforo (% máx.)	0.030
Azufre (% máx.)	0.035

Av. Ramiro Priale Mz A, Lt 10-B, Huachipa - Lurigancho - Lima  
994 109 503 / 989 248 204 Central: +511-3710628

comercial@acerostramontana.com  
www.acerostramontana.com

Anexo 31. Especificaciones técnicas aceros usados. Acero H (Bohler)

**H**



AISI: 1045      WN: 1.1191      DIN: CK45

- » Aleación promedio: C 0,45    Si 0,30    Mn 0,70 %
- » Color de identificación: Rojo/Blanco/Rojo
- » Estado de suministro: Normalizado 193 HB máx.
- » Formato de suministro: Barras redondas, platinas

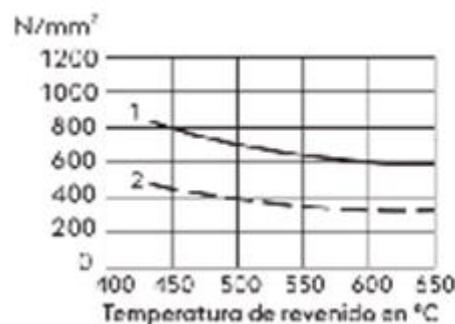
**ACERO FINO AL CARBONO DE ALTA CALIDAD**

Gran pureza de fabricación y estricto control de calidad.

**APLICACIONES:** Partes de maquinaria y repuestos sometidos a esfuerzos normales; árboles de transmisión, ejes, pernos, tuercas, ganchos, pines de sujeción, pasadores, cuñas, chavetas, etc., también para herramientas de mano, portamatrices, etc.

**INDICACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO**

Forjado °C	Normalizado °C	Recocido (enfriamiento lento en el horno) °C	Temple °C		Revenido (según el uso) °C	Nitruración (en baño de sales) °C
			Al agua	Al aceite (dimensiones menores)		
850-1100	840-880	650-700	820-850	830-860	100-300	580



1.- Resistencia a la tracción  
2.- Límite de Fluencia

Estado de suministro	PROPIEDADES MECÁNICAS				
	Díámetro mm	Límite de fluencia N/mm²	Resistencia a la tracción N/mm²	Alargamiento (Lo=5d) % mín.	Contracción % mín.
Normalizado	-	370	650	10	35
Recocido	16-100	340	650-750	17	35
	100-250	330	580-700	18	-

**SOLDADURA:**

- » Con soldadura especial de alta resistencia
- » Según tamaño y complejidad del trabajo, se recomienda un precalentamiento entre 200-300°C y el uso de electrodos **Böhler UTP 76, diamondspark Ni1 RC (C1), diamondspark Ni1 RC, diamondspark Ni2 RC, Böhler UTP 6020.**

**Nota:** La información brindada en la presente hoja técnica es de carácter referencial. Para información más detallada, por favor, solicitar asesoría técnica.

Anexo 32. Acero especial k100 ( Bohler)

# BÖHLER K100



## ESPECIAL K

AISI: - D3      WN: 1.2080      DIN: X210Cr12

- » Aleación promedio:      C 2,00      Cr 11,50 %
- » Color de identificación:      Amarillo/Blanco
- » Estado de suministro:      Recocido 250 HB máx.

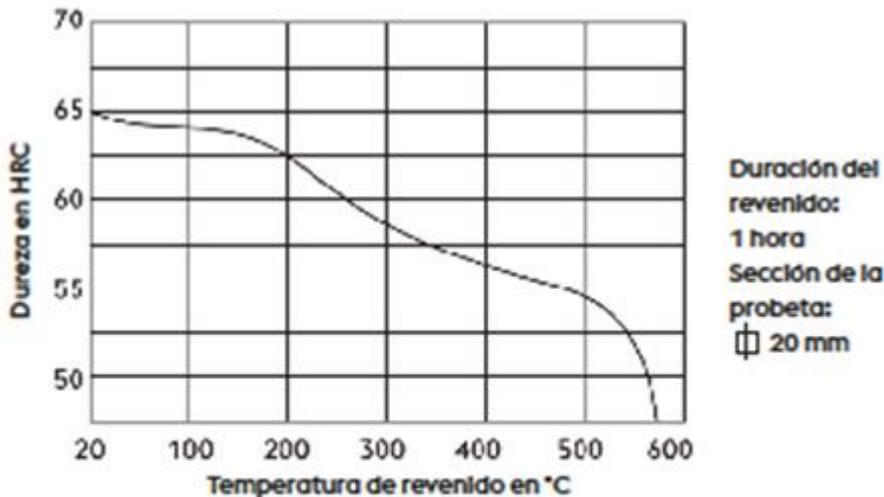
**Acero especial de fabricación convencional para herramientas de trabajo en frío. Contiene 12 % de cromo aproximadamente y alto contenido de carbono para formar carburos de cromo con elevada resistencia al desgaste abrasivo. Utilizado en la fabricación de matrices de corte, estampado y conformado.**

**APLICACIONES:** Matrices de alto rendimiento para cortar espesores de hasta 8 mm. Rasquetas, cuchillas para guillotinas para cortar espesores hasta 4 mm. Herramientas para rebarbar, rodillos y peines para rascar, bordear, acanalar y moletear. Estampas y cuños para embutir en frío. Dados para trefilar metales no ferrosos. Placas, moldes y cuños para la elaboración de materiales cerámicos muy abrasivos. Herramientas para prensar en la industria farmacéutica.

### INDICACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO

Recocido °C	Temple (enfriamiento al vacío con gas) °C	Dureza obtenible (al aceite) HRC
800-850	940-970	60-65
Enfriamiento lento en horno hasta 600°C		

- » Subcero necesario para alcanzar máxima resistencia al desgaste
- » Revenido según diagrama:



**Nota:** La información brindada en la presente hoja técnica es de carácter referencial. Para información más detallada, por favor, solicitar asesoría técnica.

15

[www.voestalpine.com/highperformancemetals/peru](http://www.voestalpine.com/highperformancemetals/peru)  
[www.boehlerperu.com](http://www.boehlerperu.com)

**voestalpine**  
ONE STEP AHEAD.

Anexo 33. Acero VCL ( Bohler)



**VCL**

AISI: 4140      WN: 1.7223/25      DIN: 42CrMo4

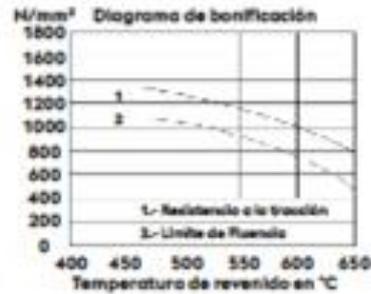
- » Aleación promedio: C 0,41    Cr 1,10    Mo 0,20    Si 0,30    Mn 0,50 %
- » Color de identificación: Verde/Bianco
- » Estado de suministro: Bonificado 250-350 HB Típico. Ver tabla informativa.
- » Formato de suministro: Barras redondas. Longitud de 3,5-6,0 m

Acero bonificado aleado con cromo y molibdeno. Muy resistente a la tracción, a la torsión, y también a cambios de flexión. Se suministra con tratamiento térmico que permite, en la mayoría de los casos, su uso sin necesidad de tratamiento térmico adicional.

**APLICACIONES:** Partes de maquinaria y repuestos de dimensiones medianas, con grandes exigencias en las propiedades arriba mencionadas y también ciertos elementos para la construcción de motores engranajes, pernos, tuercas, pines, émbolos, árboles de transmisión, ejes de bombas, cañones de armas para la cacería.

**INDICACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO**

Forjado °C	Normalizado °C	Recocido (enfriamiento lento en el horno) °C
850-1050	840-880	680-720
Temple °C		Revenido °C
Al aceite	Al agua	Dureza obtenible HRC
830-860	820-850	540-680
Nitruración °C		
580		



Resistencia en estado recocido		Propiedades mecánicas en estado bonificado						
N/mm² máximo	Dureza Brinell máxima	Diámetro mm		Límite de fluencia N/mm²	Resistencia a la tracción N/mm²	Elongación (L=5d) % longitudinal	Estricción % mínima	Resiliencia según DVM Joule
770	241	16		835	1030-1250	10	40	34
		16	40	715	930-1130	11	45	41
		40	100	595	830-1030	12	50	41
		100	160	530	730-900	13	55	41
		160	250	490	690-840	14	55	41

**SOLDADURA:**

- » Consultar con nuestro departamento técnico.

**Nota:** La información brindada en la presente hoja técnica es de carácter referencial. Para información más detallada, por favor, solicitar asesoría técnica.

www.voestalpine.com/highperformancemetals/peru  
www.bohlerperu.com



Anexo 34. Elementos unión normalizados. Pernos comerciales norma DIN 912 clase 12.9

FICHA TECNICA: CLASE 12.9

NORMAS: DIN 912/ ISO 4762 ISO 898-1

EXISTENCIA MOSTRADOR

MEDIDA	LARGOS	NEGROS	DUREZA	RESISTENCIA A LA TENSION KILOGRAMOS /mm <sup>2</sup>	LLAVE DE APRIETE
m3x0,5	6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30, 35, y 40mm	x	39-44 HRC	626	M2.5
m4x0,7	6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, y 30mm	x	39-44 HRC	1092	M3.0
m5x0,8	10, 12, 16, 20, 25, 30 y 40mm	x	39-44 HRC	1767	M4.0
m6x1,0	12, 16, 20, 25, 30, 40, 50, 60, y 70mm	x	39-44 HRC	2501	M5.0
m8x1,25	12, 16, 20, 25, 30, 40, 50, 60, y 70mm	x	39-44 HRC	4553	M6.0
m10x1,5	16, 20, 25, 30, 40, 50, 60, y 70mm	x	39-44 HRC	7215	M8.0
m12x1,75	25, 30, 40, y 50mm	x	39-44 HRC	10487	M10.0

Fuente: <https://esingenieria.pro/tablas-de-tornillos-din-mas-utilizados>

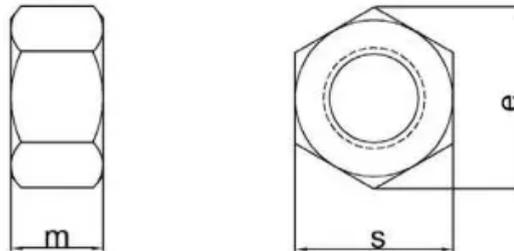
Anexo 35. Pasadores ajustados DIN 1433

Pasadores Ajustados DIN 1433

Pasadores ajustados sin cabeza (pulidos)													DIN 1433		
Sin agujeros						Con agujeros para pasadores									
Designación de un pasador ajustado sin cabeza de d = 16 mm y longitud de 50 mm															
<b>Pasador ajustado 16 h11 x 50 DIN 1433</b>															
<b>d</b>	3	4	5	6	8	10	12	13	14	16	18	20	22	23	25
<b>z</b>	1	1	1	1,5	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	4
<b>d<sub>1</sub></b>	0,8	1	1,5	1,5	2	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6

Anexo 36. Tuercas DIN 934

DIN 934



Size	s		e	m	
	min	max		min	max
M2	3.82	4	4.32	1.35	1.6
M2.5	4.82	5	5.45	1.75	2
M3	5.32	5.5	6.01	2.15	2.4
(M3.5)	5.82	6	6.58	2.55	2.8
M4	6.78	7	7.66	2.9	3.2
M5	7.78	8	8.79	3.7	4
M6	9.78	10	11.05	4.7	5
M7	10.73	11	12.12	5.2	5.5
M8	12.73	13	14.38	6.14	6.5
M10	16.73	17	18.9	7.64	8
M12	18.67	19	21.1	9.64	10
(M14)	21.67	22	24.49	10.3	11
M16	23.67	24	26.75	12.3	13
(M18)	26.16	27	29.56	14.3	15
M20	29.16	30	32.95	14.9	16
(M22)	31	32	35.03	16.9	18
M24	35	36	39.55	17.7	19
(M27)	40	41	45.2	20.7	22
M30	45	46	50.85	22.7	24
(M33)	49	50	55.37	24.7	26
M36	53.8	55	60.79	27.4	29
(M39)	58.8	60	66.44	29.4	31

Fuente : <https://www.dingfastener.com/es/din-934/>

Anexo 37. Elementos comerciales.

## Catálogo de pernos y tuercas SIMECA SAC PERÚ

### PERNO SOCKET MILIMÉTRICO CLASE 8.8 DIN 912



CÓDIGO	MEDIDA	UN. VENTA
320427	P-0.7 4 X 10MM. *	100
320433	P-0.7 4 X 12MM. *	100
320445	P-0.7 4 X 16MM. *	50
320457	P-0.7 4 X 20MM. *	50
320463	P-0.7 4 X 25MM. *	50
320466	P-0.7 4 X 30MM. *	50
320469	P-0.7 4 X 35MM. *	50
320472	P-0.7 4 X 40MM. *	50
320621	P-0.8 5 X 8MM. *	50
320627	P-0.8 5 X 10MM. *	50
320633	P-0.8 5 X 12MM. *	50
320645	P-0.8 5 X 16MM. *	50
320657	P-0.8 5 X 20MM. *	50
320663	P-0.8 5 X 25MM. *	50
320666	P-0.8 5 X 30MM. *	50
320669	P-0.8 5 X 35MM. *	50
320672	P-0.8 5 X 40MM. *	50
320675	P-0.8 5 X 45MM. *	50
320678	P-0.8 5 X 50MM. *	50

CÓDIGO	MEDIDA	UN. VENTA
320827	P-1 6 X 10MM. *	50
320833	P-1 6 X 12MM. *	50
320845	P-1 6 X 16MM. *	50
320857	P-1 6 X 20MM. *	50
320863	P-1 6 X 25MM. *	50
320866	P-1 6 X 30MM. *	50
320869	P-1 6 X 35MM. *	50
320872	P-1 6 X 40MM. *	50
320875	P-1 6 X 45MM. *	50
320878	P-1 6 X 50MM. *	50
320884	P-1 6 X 60MM. *	25
320896	P-1 6 X 80MM. *	25
321233	P-1.25 8 X 12MM. *	100
321245	P-1.25 8 X 16MM. *	50
321257	P-1.25 8 X 20MM. *	50
321263	P-1.25 8 X 25MM. *	50
321266	P-1.25 8 X 30MM. *	50
321269	P-1.25 8 X 35MM. *	50
321272	P-1.25 8 X 40MM. *	50

### PERNO SOCKET MILIMÉTRICO CLASE 8.8 DIN 912



CÓDIGO	MEDIDA	UN. VENTA
321278	P-1.25 8 X 50MM. *	50
321284	P-1.25 8 X 60MM. *	50
321290	P-1.25 8 X 70MM. *	50
321296	P-1.25 8 X 80MM. *	50
321445	P-1.5 10 X 16MM. *	50
321457	P-1.5 10 X 20MM. *	50
321463	P-1.5 10 X 25MM. *	50
321466	P-1.5 10 X 30MM. *	25
321469	P-1.5 10 X 35MM. *	25
321472	P-1.5 10 X 40MM. *	25
321475	P-1.5 10 X 45MM. *	25
321478	P-1.5 10 X 50MM. *	25
321484	P-1.5 10 X 60MM. *	25
321490	P-1.5 10 X 70MM. *	25
321496	P-1.5 10 X 80MM. *	25
321502	P-1.5 10 X 90MM. *	25
321508	P-1.5 10 X 100MM. *	25

CÓDIGO	MEDIDA	UN. VENTA
321657	P-1.75 12 X 20MM. *	50
321663	P-1.75 12 X 25MM. *	50
321666	P-1.75 12 X 30MM. *	50
321672	P-1.75 12 X 40MM. *	25
321675	P-1.75 12 X 45MM. *	25
321678	P-1.75 12 X 50MM. *	25
321681	P-1.75 12 X 55MM. *	25
321684	P-1.75 12 X 60MM. *	25
321690	P-1.75 12 X 70MM. *	25
321696	P-1.75 12 X 80MM. *	25
322072	P-2 16 X 40MM. *	25
322078	P-2 16 X 50MM. *	25
322081	P-2 16 X 55MM. *	25
322084	P-2 16 X 60MM. *	25
322090	P-2 16 X 70MM. *	25
322096	P-2 16 X 80MM. *	25
322102	P-2 16 X 90MM. *	20



**TUERCA HEXAGONAL MILIMÉTRICA CLASE 8 PASO CORRIENTE DIN 934**

CÓDIGO	MEDIDA	UN. VENTA	CÓDIGO	MEDIDA	UN. VENTA
503612	P-0.7 4MM. ZINC.	100	503643	P-1.75 12MM. ZINC.	100
503615	P-0.7 5MM. ZINC.	100	503648	P-2 14MM.	50
503618	P-1 6MM.	100	503649	P-2 14MM. ZINC.	50
503619	P-1 6MM. ZINC.	100	503651	P-2 16MM.	50
503621	P-1 7MM.	100	503652	P-2 16MM. ZINC.	50
503624	P-1.25 8MM.	100	503654	P-2.5 18MM.	25
503625	P-1.25 8MM. ZINC.	100	503657	P-2.5 20MM.	25
503633	P-1.5 10MM.	100	503660	P-2.5 22MM.	25
503634	P-1.25 10MM. ZINC.	100	503663	P-3 24MM. *	25
503642	P-1.75 12MM.	100	503675	P-3.5 30MM. *	20

Anexo 38 Tabla referencial del cálculo de fuerza ( presión- diámetro)

$$\text{Fuerza (kgr.)} = \text{Presión (Kgr./cm}^2\text{)} \times \text{Sup. (cm}^2\text{)}$$

		DIAMETRO DEL CILINDRO EN PULGADAS												
		1.5"	2"	2.5"	3"	3.25"	3.50"	4"	4.5"	5"	6"	7"	8"	10"
PRESION DE TRABAJO en Kgr. / cm <sup>2</sup>	10	114	203	316	456	534	620	810	1030	1270	1823	2481	3241	5064
	20	228	405	633	912	1068	1241	1621	2052	2532	3646	4963	6482	10128
	30	342	608	949	1368	1603	1862	2431	3078	3798	5469	7440	9723	15192
	40	456	810	1266	1824	2137	2483	3241	4104	5064	7292	9920	12964	20256
	50	569	1013	1582	2280	2671	3103	4051	5130	6330	9115	12400	16205	25320
	60	683	1216	1899	2736	3205	3724	4862	6156	7596	10938	14880	19446	30384
	70	797	1418	2215	3192	3739	4345	5672	7182	8862	12761	17360	22687	35448
	80	911	1621	2532	3648	4274	4966	6482	8208	10128	14584	19840	25928	40512
	90	1025	1823	2848	4104	4808	5586	7293	9234	11394	16407	22320	29169	45576
	100	1139	2026	3165	4560	5342	6207	8103	10260	12660	18230	24816	32410	50640
	110	1253	2229	3482	5016	5876	6828	8913	11286	13926	20053	27280	35651	55704
	120	1367	2431	3798	5472	6410	7448	9724	12312	15192	21876	29760	38892	60768
	130	1480	2634	4114	5928	6945	8069	10534	13338	16458	23699	32240	42133	65832
	140	1595	2836	4431	6384	7479	8690	11344	14364	17724	25522	34720	45374	70896
	150	1708	3039	4747	6840	8013	9310	12154	15390	18990	27345	37200	48615	75960
	160	1822	3242	5064	7296	8547	9931	12965	16416	20256	29168	39680	51856	81024
	170	1936	3444	5380	7752	9081	10552	13775	17442	21522	30991	42160	55097	86088
	180	2050	3647	5697	8208	9616	11173	14585	18468	22788	32814	44640	58338	91152
	190	2164	3849	6013	8664	10150	11793	15396	19494	24054	34637	47120	61579	96216
	200	2278	4052	6330	9120	10684	12414	16208	20520	25320	36460	49600	64820	101280
	210	2392	4255	6646	9576	11218	13035	17016	21546	26586	38283	52080	68061	106344
	220	2506	4457	6963	10032	11752	13655	17827	22572	27852	40106	54560	71302	111408
	230	2620	4660	7279	10488	12287	14276	18637	23598	29118	41929	57040	74543	116472
	240	2734	4862	7596	10944	12821	14897	19447	24624	30384	43752	59520	77784	121536
	250	2847	5065	7912	11400	13355	15517	20257	25650	31650	45575	62000	81025	126600



Anexo 40. Foto de evaluación de máquina perfiladora de peldaños



Anexo 41. Foto de operatividad de máquina perfiladora de peldaños

