

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE
LABORATORIO DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS MÓVIL EN UNIVERSIDAD
TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA, SEDE VIÑA DEL MAR.**

Trabajo de Titulación para optar al Título
Profesional de Ingeniero de Ejecución en
MECÁNICA DE PROCESOS Y
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Alumno:

Valentina Andrea Alvear Rojas

Profesor Guía:

Ing. Luis Gutiérrez Meneses

DEDICATORIA

A mis padres, María Angélica y René Pedro, por su apoyo incondicional en cada decisión que he tomado. Agradezco cada detalle que han tenido durante este proceso para hacerlo más llevadero y reconozco todos sus esfuerzos para yo que logre mis sueños.

A mi hermano Piero, por siempre tener una palabra de aliento. Gracias por creer en mí!

No me puedo dejar de mencionar a mis abuelos, que fueron mi motor para terminar esta etapa.

A Daniel, mi compañero, mi mejor amigo, quien me ha entregado todo su amor cuando quería bajar los brazos y celebro conmigo los logros. Agradezco tu infinita paciencia durante este tiempo

Gracias

RESUMEN

KEYWORDS: TRATAMIENTOS TÉRMICOS – COMPORTAMIENTO - EVALUACIÓN ECONÓMICA

El presente proyecto se llama “Estudio de pre-factibilidad técnica y económico para un laboratorio de tratamientos térmicos móvil en Universidad Técnica Federico Santa María sede Viña del Mar”. En este proyecto se relacionan las propiedades mecánicas que poseen los materiales ferrosos con la posibilidad de que sean mejoradas mediante tratamientos térmicos.

El proyecto se emplaza dentro de las dependencias de la universidad, para que pueda ser utilizado en las asignaturas del departamento de mecánica donde se estudian los materiales ferrosos. Sin embargo, posee la característica de que el laboratorio será móvil, permitiendo realizar cursos a empresas externas tanto dentro como fuera de las dependencias de la universidad en caso de ser requerido el servicio.

Capítulo 1: Se describen las principales propiedades mecánicas que poseen los materiales ferrosos y los diferentes ensayos que se utilizan para determinarlas. Se describen los tratamientos térmicos y se relacionan a las propiedades mecánicas que se mejoran para cada caso.

Capítulo 2: Descripción de equipos e implementos de laboratorio, en donde se mencionan las características que debe tener cada equipo para cumplir una adecuada función. Además, se considera la importancia de la utilización de elementos de protección personal (EPP) en actividades donde se está expuesto a diferentes riesgos (golpes de energía, desprendimiento de material, quemaduras, etc).

Capítulo 3: Análisis de pre-factibilidad técnica. Se cotizan los equipos necesarios para implementar el laboratorio y se comparan de acuerdo a sus características. Al seleccionar los equipos se determina el gasto de consumo energético y de mantenimiento que se tendrá una vez implementado el laboratorio. Finalmente se proyectan en el espacio físico.

Capítulo 4: Evaluación económica. Se consideran todos los gastos posibles que se tendrán en un periodo de tiempo determinado, y se contrarrestan con las ganancias que se tendrá. Con la información recopilada, se realiza una evaluación económica de acuerdo a indicadores como el VAN, TIR y PRI, que nos dirán que tan rentable es el proyecto en el plazo que se ha establecido. Sin embargo, se considera que el proyecto también tiene un rol social dentro de la universidad, que no se puede cuantificar en ganancias, pero si en experiencia para los alumnos.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

SIGLAS

SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN 12

OBJETIVOS 13

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES..... 14

1 Antecedentes generales..... 15

1.1 Propiedades mecánicas de los materiales 15

1.1.1 Tenacidad 15

1.1.2 Dureza 15

1.1.3 Elasticidad 16

1.1.4 Plasticidad 16

1.2 Ensayos de propiedades mecánicas 17

1.2.1 Ensayo de tracción 18

1.2.2 Prueba de impacto 19

1.2.3 Prueba de dureza 19

1.2.3.1 Ensayo de Brinell (HB)..... 19

1.2.3.2 Ensayo de Rockwell (HR) 19

1.2.3.3 Dureza según Leeb..... 20

1.2.4 Prueba de chispa..... 21

1.3 Generalidades de los metales ferrosos..... 22

1.3.1 Diagrama de fases: Hierro-Carbono..... 23

1.3.1.1 Micro-constituyentes en equilibrio 25

1.3.1.2 Micro-constituyentes en no equilibrio 27

1.3.2 Diagrama Temperatura-Tiempo-Transformación (TTT) 28

1.4 Tratamientos térmicos 29

1.4.1 Etapa de los tratamientos térmicos..... 29

1.4.1.1 Alivio de tensiones..... 30

1.4.1.2 Revenido 30

1.4.1.3 Recocido 31

1.4.1.4 Normalizado..... 31

1.4.1.5 Temple 32

1.4.1.6 Nitruración 33

1.4.1.7 Cementación 33

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS E IMPLEMENTOS DE LABORATORIO..... 34

2	Descripción de equipos e implementos de laboratorio	35
2.1	Espacio físico: laboratorio	35
2.1.1	Container	35
2.2	Equipos para determinar propiedades mecánicas y desarrollar tratamientos térmicos	36
2.2.1	Horno.....	36
2.2.2	Estanque para enfriamiento	37
2.2.3	Microscopio metalográfico	37
2.2.4	Péndulo de Charpy	38
2.2.5	Medidor de dureza de Leeb.....	38
2.2.6	Esmeril de pedestal.....	39
2.2.7	Ensayo de Jominy.....	39
2.3	Implementos de laboratorio	40
2.3.1	Extintor.....	40
2.3.2	Aceite	40
2.3.3	Tenazas largas	40
2.3.4	Equipo de seguridad	40
	CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN TÉCNICA, SELECCIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS	42
3	Cotización de equipos y elementos para laboratorio	43
3.1	Cotización de espacio físico	43
3.1.1	Container	43
3.2	Cotización de equipos.....	43
3.2.1	Horno.....	43
3.2.2	Equipo de Charpy.....	44
3.2.3	Estanque de enfriamiento	44
3.2.4	Microscopio metalográfico	44
3.2.5	Durómetro	45
3.2.6	Esmeril de pedestal.....	45
3.3	Cotizaciones de otros equipos	45
3.3.1	Protección visual	45
3.3.2	Protección de manos.....	46
3.3.3	Ropa de seguridad	46
3.3.4	Extintor.....	46
3.3.5	Botiquín.....	47
3.3.6	Otros	47
3.4	Selección de implementos de laboratorio	47
3.4.1	Matriz de comparación de equipos.....	48
3.4.1.1	Criterio de selección	48
3.4.1.2	Selección de equipos.....	49

3.4.2	Propuesta de mantenimiento	52
3.5	Diseño de laboratorio.....	53
3.5.1	Requerimientos energéticos	53
3.5.1.1	Cálculo de corriente de iluminación	55
3.5.1.2	Cálculo de corriente en enchufes monofásicos	55
3.5.1.3	Cálculo de corriente en enchufes trifásicos	55
3.5.1.4	Cálculo de corriente total del sistema	55
3.5.2	Consumo eléctrico.....	56
3.5.3	Propuesta de diseño	57
CAPÍTULO 4:	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	59
4	Evaluación económica.....	60
4.1	Consideraciones generales	60
4.1.1	Situación actual de la competencia	60
4.1.2	Zona a abarcar	61
4.1.3	Posibles clientes	61
4.1.4	Horas de servicio	62
4.2	Flujo de caja del proyecto.....	63
4.2.1	Costos del proyecto	64
4.2.2	Ingresos del proyecto	65
4.2.3	Depreciación.....	66
4.2.4	Flujo de caja sin financiamiento.....	66
4.2.5	Valor actual neto (VAN).....	67
4.2.6	Tasa interna de retorno (TIR).....	68
4.2.7	Periodo de retorno de la inversión (PRI).....	68
4.2.8	Índice de valor actual neto (IVAN).....	69
4.2.9	Flujo de caja con financiamiento	69
4.2.10	Rentabilidad del proyecto	71
4.3	Financiamiento del proyecto	72
4.4	Sensibilización.....	72
4.4.1	Variación en la cantidad de cursos por año.....	73
4.4.2	Variación del valor de los cursos	74
4.4.3	Variación del valor de la inversión inicial	76
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
	BIBLIOGRAFÍA.....	79
ANEXOS		81

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1-1 Un material como el vidrio presenta una baja tenacidad al no soportar grandes impactos.....	15
Imagen 1-2 Distintos materiales presentan diferentes capacidades de dureza ante una misma fuerza externa.	16
Imagen 1-3 Una viga sometida a una fuerza externa vuelve a su posición inicial cuando esta ya no se aplica.....	16
Imagen 1-4 Probetas que responden de diferente manera ante una fuerza externa antes de la fractura.....	17
Imagen 1-5 Flujo de proceso de un ensayo de dureza Rockwell.....	20
Imagen 1-6 Representación de funcionamiento del ensayo de dureza de Leeb.	21
Imagen 1-7 Zonas a observar en un ensayo de chispa.....	21
Imagen 1-8 Fotografía real de un ensayo de chispa.	22
Imagen 1-9 Calificación de los aceros según su porcentaje de carbono.	22
Imagen 1-10 Diagrama para aleaciones de Hierro-Carbono.	24
Imagen 1-11 Estructuras de ferrita. (a) Ferrita en un acero con un 0,10% de C con un aumento x100. (b) Estructura de ferrita en un acero SAE1040 con aumento x1000.....	25
Imagen 1-12 Cementita (blanco) rodeando estructuras de perlita en un acero con más del 0,8% de carbono.	25
Imagen 1-13 Austenita en un acero inoxidable AISI 201.	26
Imagen 1-14 Estructura perlítica de un acero enfriado lentamente.	26
Imagen 1-15 Martensita en un acero de herramientas (0,9% de C, 1% de Mn, 0,5% de Cr, 0,5% de W), austenizado, templado en aceite y revenido a 218°C.	27
Imagen 1-16 Bainita en color oscuro, martensita en color claro en un acero SAE 1045.	27
Imagen 2-1 Esquema del laboratorio móvil.	35
Imagen 2-2 Container tipo oficina, destinado a ser el laboratorio móvil.	35
Imagen 2-3 Horno tipo mufla.	36
Imagen 2-4 Recipiente de baño termo-regulado.....	37
Imagen 2-5 Microscopio metalográfico.	37
Imagen 2-6 Péndulo de Charpy.	38

Imagen 2-7 Durómetro de Leeb..... 39

Imagen 2-8 Esmeril de pedestal sin piedras abrasivas. 39

Imagen 2-9 Concepto del ensayo de Jominy. 40

Imagen 2-10 Indicaciones obligatorias a seguir en el laboratorio y cualquier otro medio con posibilidad de accidentes. 41

Imagen 3-1 Layout eléctrico del container. 54

Imagen 3-2 Layout de la propuesta final de la distribución del laboratorio. 57

Imagen 4-1 Zona proyectada para el proyecto. 61

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1 Distribución de deformación vs esfuerzo soportado por el material. 18

Gráfico 1-2 Diagrama TTT..... 28

Gráfico 1-3 Esquema general de la temperatura y tiempos usados para distintos tratamientos térmicos. 29

Gráfico 1-4 Proceso esquemático del revenido. 30

Gráfico 1-5 Proceso esquemático de recocido. 31

Gráfico 1-6 Proceso de normalizado en el tiempo. 32

Gráfico 1-7 Esquema general del proceso de templado. 32

Gráfico 4-1 Sensibilización. VAN vs Cantidad de cursos anuales..... 74

Gráfico 4-2 Sensibilización. TIR vs Cantidad de cursos anuales..... 74

Gráfico 4-3 Sensibilización. VAN vs Aumento porcentual del valor de los cursos. 75

Gráfico 4-4 Sensibilización. TIR vs Aumento porcentual de valor de los cursos..... 75

Gráfico 4-5 Sensibilización. VAN vs Aumento de la inversión inicial..... 76

Gráfico 4-6 Sensibilización. TIR vs Aumento de la inversión inicial..... 77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Tabla informativa de las propiedades mecánicas y unidades usadas. 17

Tabla 3-1 Cotizaciones de containers. 43

Tabla 3-2 Cotizaciones de hornos. 43

Tabla 3-3 Cotización de péndulo charpy.....	44
Tabla 3-4 Cotizaciones de estanque de enfriamiento.	44
Tabla 3-5 Cotizaciones de microscopios metalográficos.	44
Tabla 3-6 Cotización de durómetros.	45
Tabla 3-7 Cotización esmeril de pedestal.....	45
Tabla 3-8 Cotización de protección visual.	45
Tabla 3-9 Cotizaciones de protección de manos.	46
Tabla 3-10 Cotizaciones de ropa de seguridad.....	46
Tabla 3-11 Cotización de extintores.....	46
Tabla 3-12 Cotización de extintores.....	47
Tabla 3-13 Cotizaciones de otros equipos.....	47
Tabla 3-14 Criterios de selección de equipos.....	48
Tabla 3-15 Evaluación de los containers.....	49
Tabla 3-16 Evaluación de hornos.	49
Tabla 3-17 Evaluación equipos de ensayo de péndulo de charpy.	50
Tabla 3-18 Evaluación de microscopios metalográficos.....	50
Tabla 3-19 Evaluación de durómetros.....	51
Tabla 3-20 Evaluación de esmeril.	51
Tabla 3-21 Potencia de los equipos para el laboratorio.....	54
Tabla 3-22 Tarifas de suministro eléctrico para Viña del Mar y consumos menores a 22 kWh.	56
Tabla 3-23 Gasto por curso de 20 horas del laboratorio.....	56
Tabla 4-1 Potenciales clientes de la zona.	61
Tabla 4-2 Horas de uso de laboratorio para asignaturas de carreras de pregrado.	62
Tabla 4-3 Horas utilizadas y disponibles para laboratorio.	63
Tabla 4-4 Resumen de horas de uso libre de laboratorio.	63
Tabla 4-5 Valores de equipos e implementos del proyecto.....	64
Tabla 4-6 Egresos por sueldos.....	64
Tabla 4-7 Costos de mantención de equipos.	65
Tabla 4-8 Valores de los cursos a realizarse en el laboratorio.	65

Tabla 4-9 Vida útil y depreciación de equipos según SII..... 66

Tabla 4-10 Flujo de caja del proyecto sin financiamiento. 67

Tabla 4-11 Flujo de caja con 25% de financiamiento externo. Montos en UF 70

Tabla 4-12 Flujo de caja con 50% de financiamiento externo. Montos en UF 71

Tabla 4-13 Resumen de rentabilidad del proyecto con diferentes niveles de financiamiento
..... 72

Tabla 4-14 Resumen de indicadores economicos para variación de cursos anuales..... 73

Tabla 4-15 Resumen de indicadores económicos para variación valor del curso anual 74

Tabla 4-16 Resumen de indicadores económicos para variación valor de la inversión inicial
..... 76

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

SIGLAS

AISI	: American Iron and Steel Institute (Insitituto Americano de hierro y acero)
CIF	: Cost, insurance, freight (Costo, seguro y flete)
IVA	: Impuesto Valor Agregado
PRI	: Periodo de Retorno Interno
SAE	: Society of Automotive Engineers (Sociedad de ingenieros automotores)
SII	: Servicio de Impuestos Internos
TIR	: Tasa Interna de Retorno
UF	: Unidad de Fomento.
VAN	: Valor Actual Neto

SIMBOLOGÍA

A	: Ampere
HB	: Escala Brinell
HP	: Horse Power (Caballo de fuerza)
HRC	: Escala Rockwell
HV	: Escala Vickers
I	: Corriente
kg	: Kilogramo.
kW	: Kilo Watt.
L	: Litro.
m	: Metro.
mm	: Milímetro.
P	: Potencia.
rpm	: Revoluciones por minuto.
V	: Voltaje
W	: Watt.
α	: Ferrita
γ	: Austenita
ϵ	: Elasticidad
δ	: Hierro delta
°C	: Grados Celcius

INTRODUCCIÓN

Los tratamientos térmicos son operaciones realizadas bajo condiciones controladas de temperatura, velocidad y presión de distintos materiales ferrosos y algunos cerámicos, con el fin de mejorar las características mecánicas de los materiales. Mediante estos procesos se logra mejorar las propiedades del material tratado y se vuelven idóneos para la fabricación de productos en la industria.

Dentro de los tratamientos térmicos, también se pueden encontrar los procesos termoquímicos, que son aquellos donde además del cambio estructural del material se produce un cambio en su composición química mediante la adición de sustancias.

Como institución universitaria, líder en ingeniería, ciencia y tecnología, es importante contar con la implementación adecuada para la preparación de profesionales capaces de resolver problemas de distintas áreas que se presentan en el ámbito laboral. Además, considerando que la institución ofrece servicios de capacitación a empresas y diplomas, se necesita modernizar y ampliar los recursos que se utilizan en los cursos que aborda el departamento de mecánica. Es así como surge la idea de proyectar dentro de las dependencias de la universidad un Laboratorio de Tratamientos Térmicos, que hasta el momento, el departamento de mecánica no cuenta como tal para complementar sus clases.

Ante la necesidad del laboratorio que sea móvil con el fin de facilitar la capacitación a empresas dentro de la región, se debe estudiar que equipos son necesarios y viables en relación al espacio que se dispone, así como también considerar la fuente de energía, agua y transporte del laboratorio.

La evaluación técnica y económica del proyecto debe considerar que la universidad ofrece servicios de capacitación a empresas, por lo que el laboratorio podría ser considerado como una opción para recuperar la inversión.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Realizar una evaluación técnico-económica para la implementación de un laboratorio de tratamientos térmicos móvil dentro de la Universidad Técnica Federico Santa María, sede Viña del Mar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los tratamientos térmicos que se pueden realizar en un laboratorio móvil de acuerdo a las propiedades mecánicas de los materiales.
- Seleccionar los equipos e implementos necesarios para la realización de ensayo de propiedades mecánicas y tratamientos térmicos dentro del laboratorio.
- Proponer un diseño de laboratorio de acuerdo a los equipos seleccionados, a sus condiciones operacionales, necesidades para su funcionamiento y espacio disponible.
- Evaluar económicamente la viabilidad del proyecto mediante los indicadores VAN, TIR y PRI.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

1 ANTECEDENTES GENERALES

1.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

El comportamiento mecánico de un material está determinado por la relación entre la fuerza que se le aplica y su respuesta ante esta (deformación). Es necesario conocer las características de los materiales para diseñar piezas que sean capaces de soportar cualquier deformación y evitar roturas.

Las propiedades mecánicas de los materiales son determinadas mediante ensayos de laboratorio en los que se reproducen las condiciones de servicio posibles a las que se puede exponer. Entre los factores a considerar esta: la naturaleza de la carga aplicada, el tiempo en que está expuesta a la carga y las condiciones del medio.

1.1.1 Tenacidad

La tenacidad corresponde a la capacidad que tienen los materiales para soportar esfuerzos bruscos sin romperse. Cuando un material tiene una elevada resistencia, se dice que es tenaz, mientras que si al ser golpeado se rompe, es considerado como un material frágil.

En la Imagen 1-1, se representa la tenacidad con un vidrio. Este presenta una baja tenacidad al quebrarse ante un impacto, sin presentar elasticidad ni plasticidad.

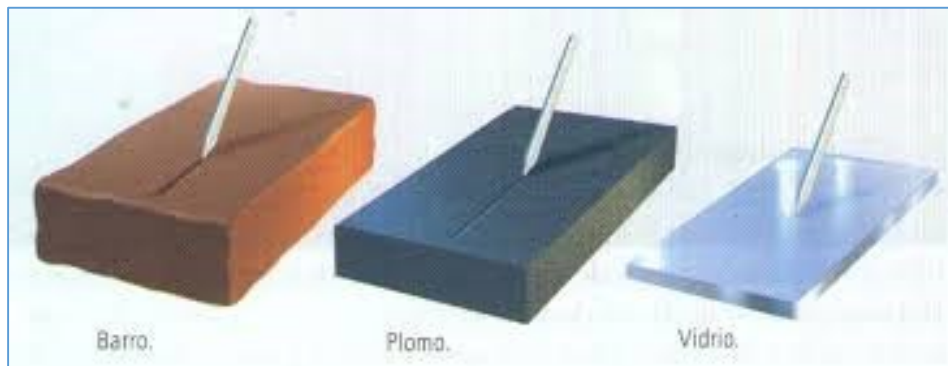


Fuente: www.10conceptos.com

Imagen 1-1 Un material como el vidrio presenta una baja tenacidad al no soportar grandes impactos.

1.1.2 Dureza

La dureza es la resistencia que opone un material al ser rayado o atravesado por otro. Hay diferentes ensayos y unidades para medir la dureza de un material. Cada material presenta distinta dureza. Como se puede ver en la Imagen 1-2. un bloque de barro puede ser rayado con mayor facilidad que un bloque de plomo o vidrio. En la naturaleza el material con mayor dureza corresponde al diamante.



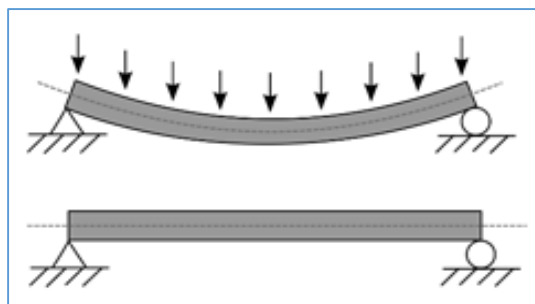
Fuente: Instituto Santa Barbara.

Imagen 1-2 Distintos materiales presentan diferentes capacidades de dureza ante una misma fuerza externa.

1.1.3 Elasticidad

Elasticidad corresponde a la capacidad que tiene un material de recuperar su forma y dimensiones iniciales al ser sometido a fuerzas externas. . La ductilidad es un variante de la elasticidad.

Un cuerpo con alta elasticidad es capaz de deformarse y volver a su posición original cuando es expuesto a una fuerza externa durante un tiempo, como se observa en la Imagen 1-3.



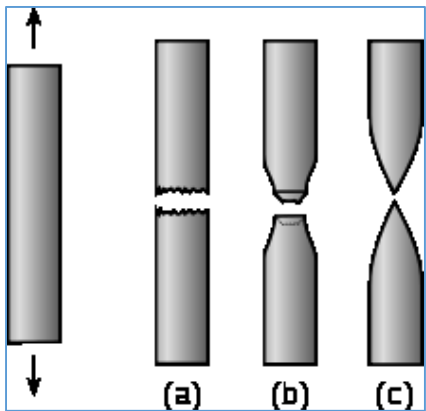
Fuente: Wikipedia.

Imagen 1-3 Una viga sometida a una fuerza externa vuelve a su posición inicial cuando esta ya no se aplica.

1.1.4 Plasticidad

Es la capacidad que tiene un material de ser expuesto a fuerzas externas y conservar la forma adquirida. Corresponde a una deformación permanente e irreversible si son sometidos a una fuerza superior a su límite elástico.

En la Imagen 1-4, la probeta (a) presenta una casi inexistente plasticidad al mantener su forma luego de la fractura, no así el caso de (b) y (c) las cuales si se deforman antes de la fractura.



Fuente: <https://www.quora.com/Why-is-a-compression-test-used-for-brittle-material-not-a-tensile-test>

Imagen 1-4 Probetas que responden de diferente manera ante una fuerza externa antes de la fractura.

En la Tabla 1-1, se muestran algunos de los distintos ensayos, los símbolos, sus unidades y la propiedad mecánica que se estudia de cada uno.

Tabla 1-1 Tabla informativa de las propiedades mecánicas y unidades usadas.

TABLA DE PROPIEDADES MECÁNICAS			
ENSAYO	SÍMBOLO	UNIDAD	INFORMACIÓN QUE APORTA
DUREZA:			
Brinell	HB	Conven- cional	Relacionada Directamente con la Resistencia
Rockwell	HR		
Vickers	HV		
TRACCIÓN			
- Resistencia a la Tracción	σ_t	Kg/mm ²	<u>Resistencia Máxima</u>
- Límite de Fluencia	σ_f	psi** MPa**	Límite de las condiciones de uso
- Alargamiento	A	%	Ductilidad
- Estricción	ψ	%	
RESISTENCIA AL		Kg · m	
IMPACTO:	ρ	Libra - pie	Tenacidad
** 1psi = 7,032 X 10 ⁻⁴ Kg/mm ² 1 Kg/mm ² = 1,422 psi = 9,8 MPa (mega pascal ≈ 10 ⁶ newton / m ²)			

Fuente: Departamento de Ingeniería Metalúrgica. Universidad de Santiago de Chile.

1.2 ENSAYOS DE PROPIEDADES MECÁNICAS

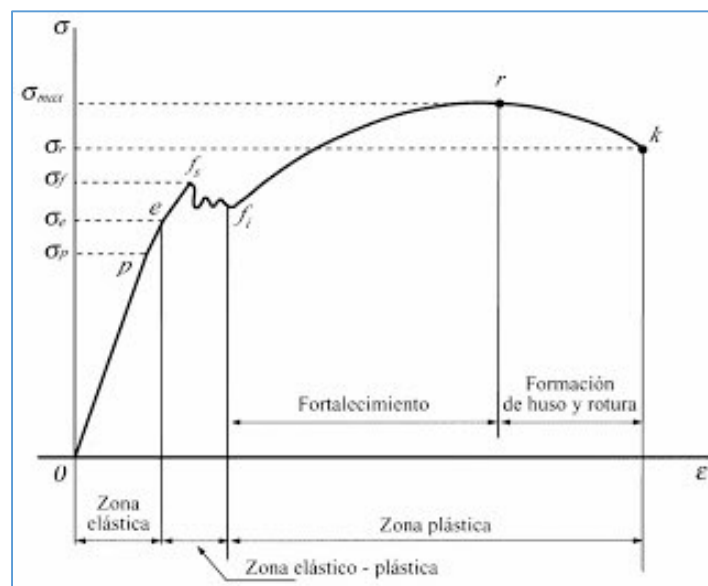
Para determinar las propiedades que tiene un material, existen diversos ensayos dependiendo del tipo de material y el parámetro que se desea estudiar. Entre los ensayos más frecuentes que se realizan a los materiales ferrosos se encuentran los siguientes.

1.2.1 Ensayo de tracción

Se dice que un cuerpo está en tensión cuando la carga aplicada es capaz de “alargar” el material. A la carga expuesta se le denomina Carga de Tensión.

El equipo que se utiliza para medir la tensión a la que está expuesta una pieza se llama Máquina Universal para Pruebas. Esta máquina es utilizada en laboratorios industriales y de investigación, siendo capaz de realizar pruebas de compresión, corte, torsión y de tensión.

La carga que es aplicada en la probeta durante el ensayo, y el alargamiento que se produce en esta, se muestra en el Gráfico 1-1. Este gráfico es una representación teórica de lo que sucede mientras la pieza es sometida a tracción. Dependiendo del material, se presentarán distintas formas de este gráfico.



Fuente: Universidad Tecnológica de Pereira.

Gráfico 1-1 Distribución de deformación vs esfuerzo soportado por el material.

La zona elástica corresponde al alargamiento que se produce, proporcional a la carga aplicada. En este tramo el material puede volver a la normalidad si la carga es eliminada.

En la zona elástica-plástica el material se alarga repentinamente sin que haya una carga de por medio. El material no volverá a su forma original y se dice que ha adquirido una deformación permanente.

El fortalecimiento corresponde a la zona plástica y en este tramo el material se alarga, pero ya no de manera proporcional como fue al comienzo. Al eliminar la carga no se recupera la forma original de la pieza.

La formación de uso y rotura, es la zona donde la pieza comienza a alargarse hasta que llega a un punto crítico donde se produce la fractura.

1.2.2 Prueba de impacto

Esta prueba consiste en propinar a la muestra un golpe controlado, lo que permite medir la energía absorbida al doblar o quebrar la muestra. El valor medido indica la rigidez del material.

Para medir la rigidez de un material se pueden realizar dos ensayos: Ensayo de IZOD o Ensayo de Charpy. En ambos ensayos se utiliza una probeta de forma y medida normalizada, que se rompe de un golpe para luego medir la energía requerida para producir la rotura.

1.2.3 Prueba de dureza

La dureza de un material no se puede medir de manera absoluta, sino, más bien, encontramos distintas escalas de acuerdo a un método particular de medida. Las pruebas para medir la dureza se clasifican de acuerdo al procedimiento empleado, los cuales son:

- Medición de dureza mineralógica, o la dureza que opone un cuerpo a ser rayado.
- Resistencia a la indentación permanente bajo cargas estáticas o dinámicas (dureza por penetración).
- Absorción de energía bajo cargas de impacto o dinámicas (medición de dureza por rebote).
- Resistencia a la abrasión (dureza por desgaste).

Se utilizan las pruebas de dureza con distintas escalas para determinar la capacidad de un material al ser marcado. Los valores de dureza obtenidos, siempre dependerán del método utilizado y las condiciones en las que se realiza. A continuación, se mencionan los ensayos de uso más frecuente para medir la dureza de un material.

1.2.3.1 Ensayo de Brinell (HB)

Consiste en la aplicación de una fuerza determinada mediante una esfera de acero extra duro sobre la superficie plana y lisa del material a ensayar. Esta fuerza debe ser aplicada en un tiempo determinado hasta dejar una huella en el material. La dureza se calcula mediante una fórmula que relaciona la fuerza aplicada P [kgf], el diámetro de la esfera D [mm] y el diámetro de la huella dejada en el material d [mm]. Por lo tanto el número de Brinell indica la presión aplicada en $[\text{mm}^2]$ que actúa sobre el material. Se obtiene según la fórmula:

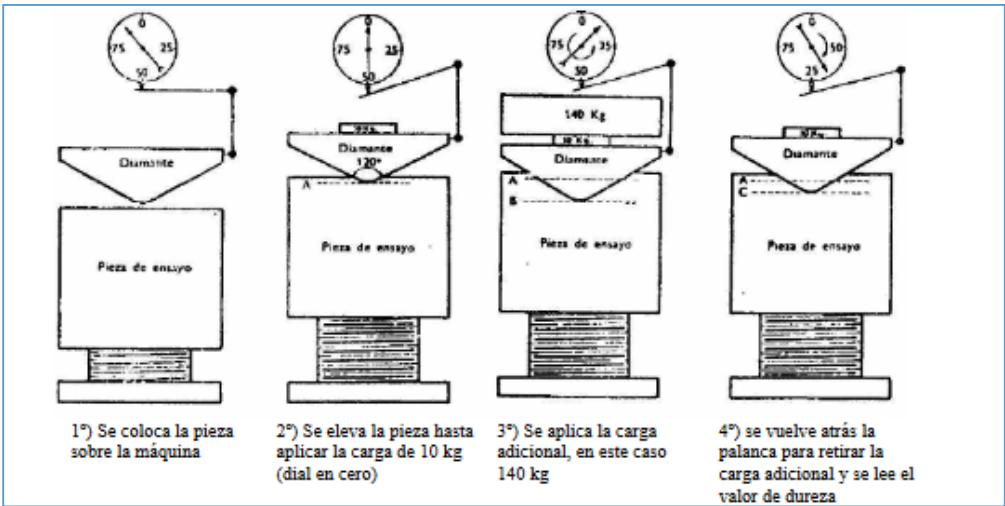
$$HB = \frac{2P}{\pi * D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

1.2.3.2 Ensayo de Rockwell (HR)

Este ensayo determina la dureza mediante la profundidad de la penetración que realiza el indentador bajo una carga dada, como se muestra en la Imagen 1-5. A diferencia de Brinell, este ensayo permite medir la dureza de aceros templados, así como también el valor de la dureza es indicado de manera directa mediante un reloj comparador. El ensayo de Rockwell no es tan confiable como el anterior para fines de laboratorio, pero es ampliamente aplicado

en la industria por su rapidez y fácil uso del equipo. Además, es aplicable a todo tipo de materiales.

Se mide en escalas que van de la A a la L y que poseen diferentes cargas, mientras que los elementos penetrantes pueden ser bolillas de acero o bien un cono de diamante cuya punta tiene un radio de 0,2 [mm] y un ángulo de 120°.



Fuente: www.slideplayer.es

Imagen 1-5 Flujo de proceso de un ensayo de dureza Rockwell.

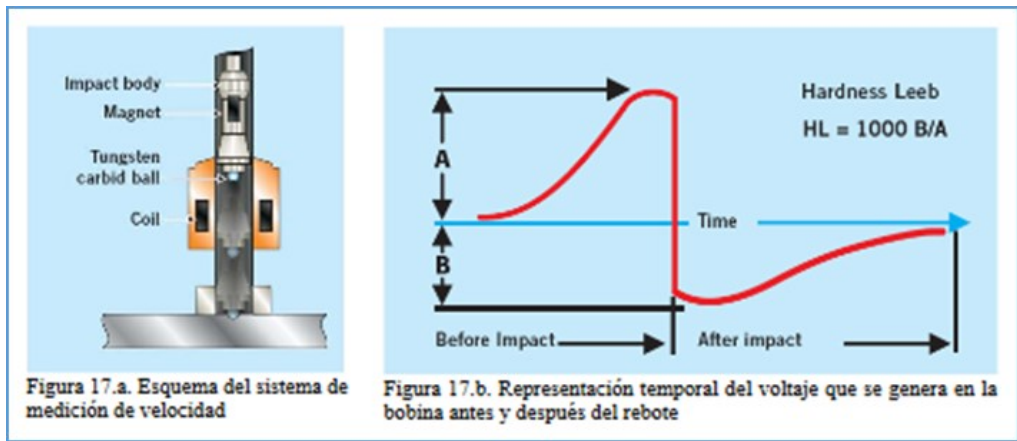
1.2.3.3 Dureza según Leeb

Corresponde a un ensayo de tipo dinámico ya que la carga se aplica en forma de impacto. La determinación de la dureza depende de la energía absorbida por la probeta.

En general, los resultados que arrojan los métodos dinámicos son dependientes de la elasticidad del material y por lo tanto los resultados son comparables en materiales con la misma propiedad elástica.

Para medir la dureza según Leeb, un cuerpo con un percutor, que puede ser una bolilla de carburo de tungsteno de 3 o 5 [mm] de diámetro, es lanzada a velocidad conocida, por acción de un resorte, como se representa en la Imagen 1-6. Mientras más blando sea el material a ensayar, menor es la velocidad que alcanzará el cuerpo luego del impacto.

Este método permite medir dureza en cualquier dirección. Esto se debe a que el percutor es lanzado por acción de un resorte, que mide la velocidad antes y después del rebote, lo que permite la corrección por software del valor del cociente de velocidad en función del ángulo medido (V_R/V_i).



Fuente: Apunte Ensayo de Dureza. GE Inspection technology

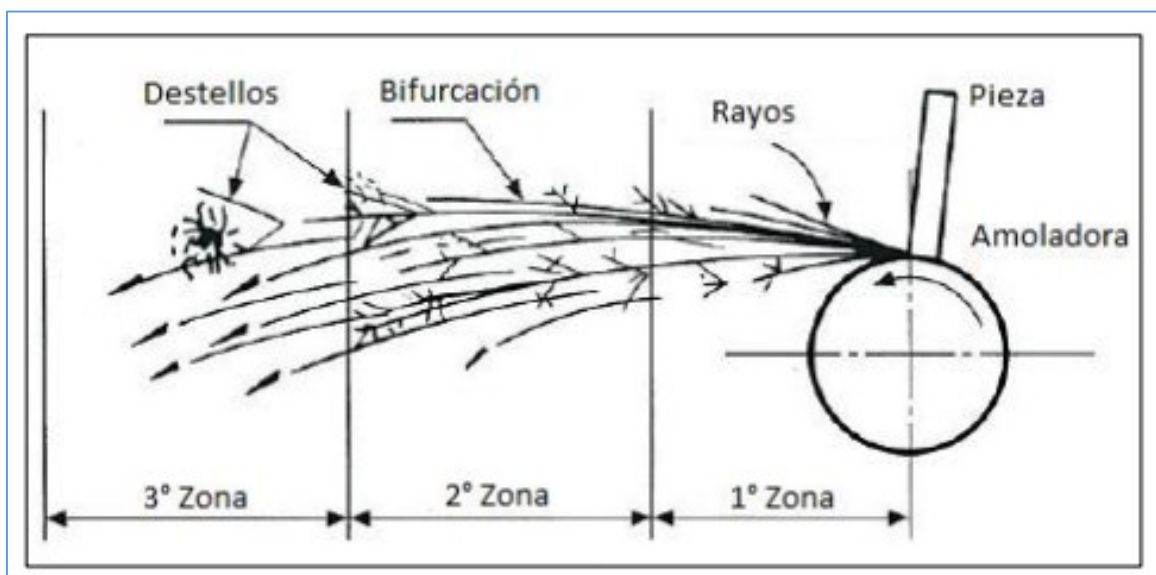
Imagen 1-6 Representación de funcionamiento del ensayo de dureza de Leeb.

1.2.4 Prueba de chispa

Esta prueba es de carácter cualitativo y sirve para determinar de forma rápida el tipo de acero y su porcentaje de carbono en relación a algún material patrón o imágenes de referencia. No obstante, se requiere de experiencia para interpretar correctamente la información, por lo que no sustituye un análisis químico.

La chispa es producida al presionar una pieza de aleación ferrosa contra una muela abrasiva (esmeril) girando a gran velocidad. Al mismo tiempo que se produce desprendimiento del material, se produce un calentamiento local, las partículas se desprenden a altas temperaturas produciendo rayos luminosos, chispas, estrellas, destellos, etc.

En la Imagen 1-7, se observan las tres zonas de la chispa que se deben apreciar para determinar sus características. Cada tipo de acero produce chispas diferentes por lo que se verán distintos colores, tamaños (cantidad), largos (desde zona 1 a 3) y formas de los destellos.



Fuente: Guía de laboratorio, ensayo de chispa. USM-JMC

Imagen 1-7 Zonas a observar en un ensayo de chispa.

Si bien este ensayo no entrega características de las propiedades mecánicas del material sirve para reconocer la presencia de elementos aleantes. En la Imagen 1-8, se puede observar la chispa que produce un acero AISI 1045. La forma de la chispa es de líneas continuas, mientras que sus destellos tienen forma de espigas.

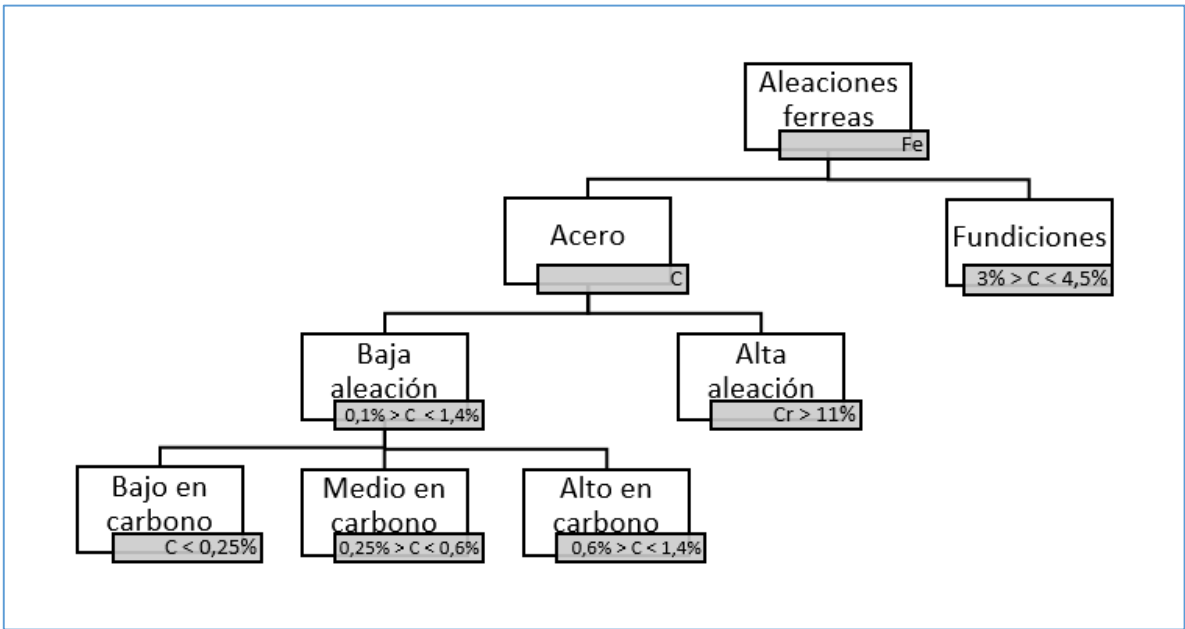


Fuente: <https://matensayos.webcindario.com>

Imagen 1-8 Fotografía real de un ensayo de chispa.

1.3 GENERALIDADES DE LOS METALES FERROSOS

Los metales ferrosos son materiales que se componen principalmente de Hierro (Fe) como elemento base, además de uno o varios elementos aleantes que pueden ser tanto metálicos como no metálicos (carbono, níquel, magnesio, cromo, vanadio, etc). Los elementos aleantes en ciertas proporciones son los que le dan las propiedades mecánicas características a los diferentes tipos de acero. El carbono es uno de los principales elementos aleantes en los metales ferrosos y el que ejerce una mayor influencia en las propiedades del material, en relación al porcentaje que se tiene de este elemento. En la Imagen 1-9 se da una clasificación de las aleaciones férreas.



Fuente: Elaboración propia basado en libro “Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales”

Imagen 1-9 Calificación de los aceros según su porcentaje de carbono.

Los aceros son aleaciones Fe-C con concentraciones apreciables de otros elementos aleantes. Las propiedades mecánicas del material dependen del contenido de carbono, que suele ser inferior al 1%. Los aceros más comunes se clasifican de acuerdo a su concentración de carbono, los cuales son:

- Aceros de baja aleación:
 - Acero bajo en carbono: Contiene menos 0,25% de carbono.
 - Acero medio en carbono: Su contenido es entre 0,25 y 0,6% de carbono. Estos aceros pueden ser tratados térmicamente mediante austenización, temple y revenido.
 - Aceros altos en carbono: Contienen entre 0,6 y 1,4% de carbono. Casi siempre se utilizan templados o revenidos, en la cuales se diferencia por su gran resistencia al desgaste y capaces de adquirir la forma de las herramientas de corte.
- Aceros de alta aleación:
 - Acero inoxidable: El cromo es el principal elemento de la aleación (<11%). Su amplia gama de propiedades mecánicas combinadas con la excelente resistencia a la corrosión hacen que este tipo de acero sea muy versátil.
- Fundición: Se clasifican como aleaciones férreas con un contenido de carbono superior al 2,1%, sin embargo, la mayoría de las fundiciones contiene entre 3 y 4,5% de carbono y otros elementos de adición.

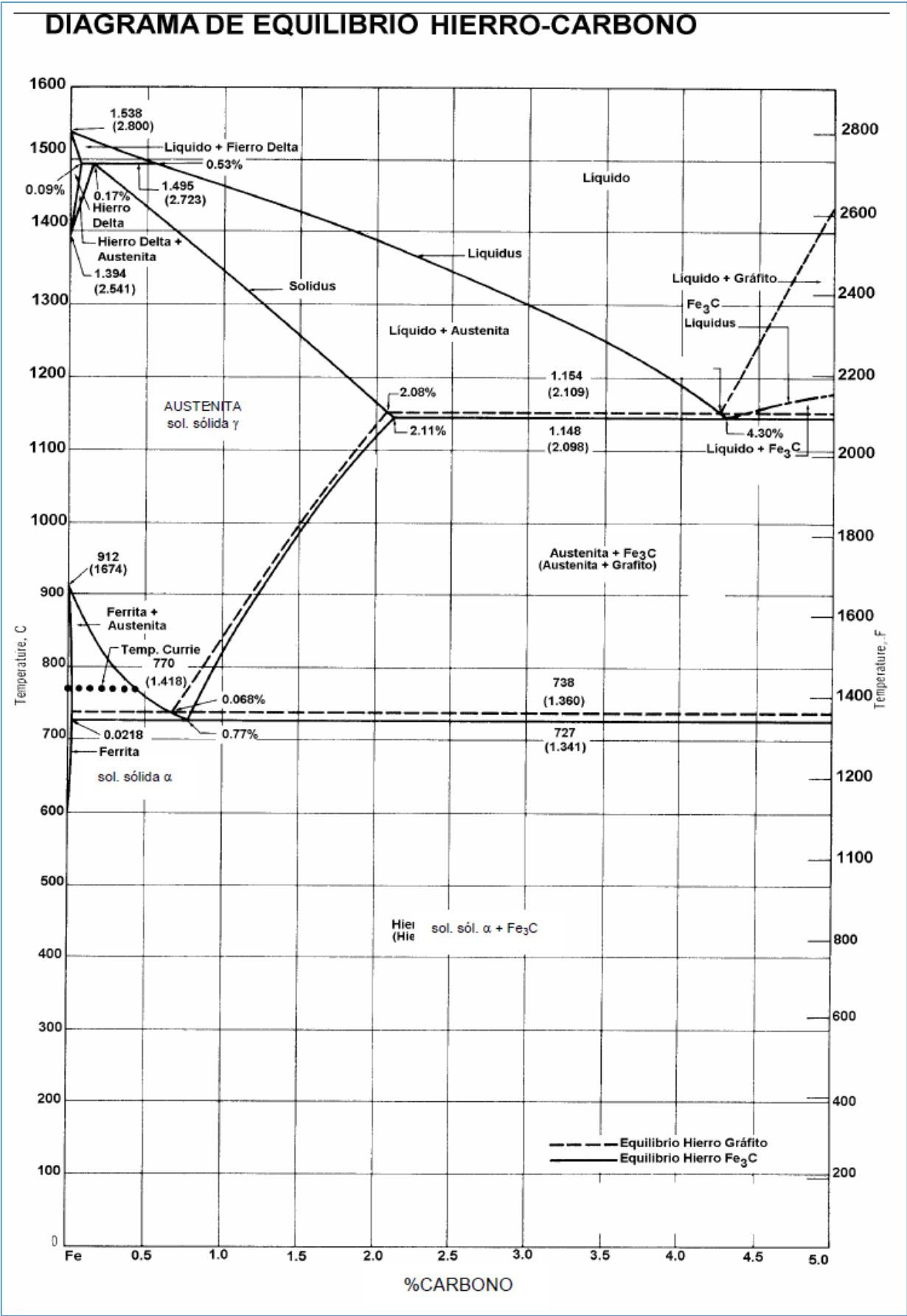
1.3.1 Diagrama de fases: Hierro-Carbono

El diagrama de fases Hierro-Carbono es considerado el sistema de aleaciones más importante. Se utiliza para representar las transformaciones que sufren los aceros al carbono expuestos a temperatura (Calentamiento o enfriamiento) en periodos de tiempo prolongado, esto con el fin de que el proceso de difusión pueda completarse.

Este diagrama permite conocer las características de las transformaciones tanto en su estructura interna como el cambio de las propiedades físicas, que finalmente logran los micro-constituyentes. Relacionando el porcentaje de carbono con la temperatura a la que tiene el cambio el micro-constituyente.

En el diagrama que se muestra en la Imagen 1-10, se observan las transformaciones que se producen hasta aceros con un 6% de carbono. Para leer correctamente el diagrama, es necesario conocer el porcentaje de carbono del acero, con este porcentaje es posible determinar mediante la temperatura, en la que se encuentra el acero, su estructura. Como ejemplo de la transformación que puede sufrir un acero, se considera un hierro puro (0% de carbono), el cual se funde a 1.539°C. Si el acero se encuentra en una temperatura ambiente, este pasa por varias transformaciones durante su fase sólida cuando ocurre un aumento de su temperatura inicial. Al comenzar en la temperatura ambiente la fase es ferrita (α). Cuando se alcanzan los 912°C, la ferrita se transforma en austenita (γ). A continuación, en este caso, esta se convierte

en hierro delta (δ) a 1.394°C manteniéndose en esta configuración, y al llegar a 1.539°C ocurre el cambio de estado pasando a líquido, como se mencionó al inicio.

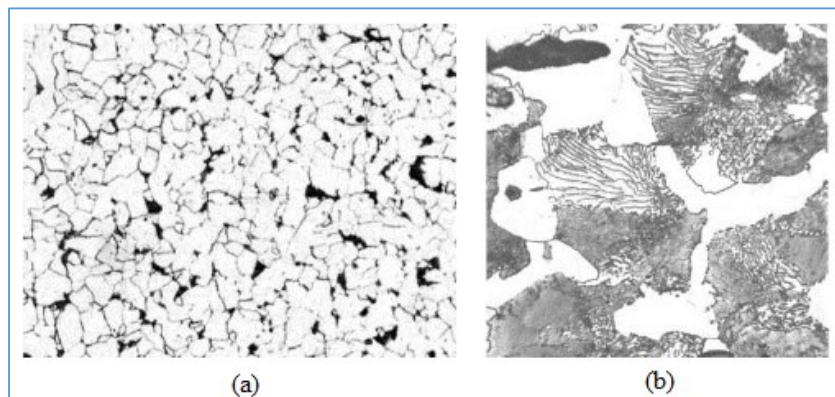


Fuente: Departamento de ingeniería metalúrgica. Universidad de Santiago de Chile

Imagen 1-10 Diagrama para aleaciones de Hierro-Carbono.

1.3.1.1 Micro-constituyentes en equilibrio

Ferrita [α]: Hierro casi puro que puede contener en pequeñas cantidades elementos como silicio, fosforo u otras impurezas. Es el más blando de los constituyentes del acero, muy dúctil y maleable. En la Imagen 1-11, se observan las estructuras blancas que corresponden a Ferrita. En (a) se muestra una gran abundancia de Ferrita debido al bajo porcentaje de carbono, y en (b) que corresponde a la de un acero SAE1040, donde hay una menor presencia de Ferrita debido al alto porcentaje de carbono de esta aleación. Tiene aproximadamente una resistencia de 28 [kg/mm²], 35% de alargamiento y una dureza de 90 [HB].



Fuente: Metalografía y tratamientos térmicos. Universidad tecnológica Nacional.

Imagen 1-11 Estructuras de ferrita. (a) Ferrita en un acero con un 0,10% de C con un aumento x100. (b) Estructura de ferrita en un acero SAE1040 con aumento x1000.

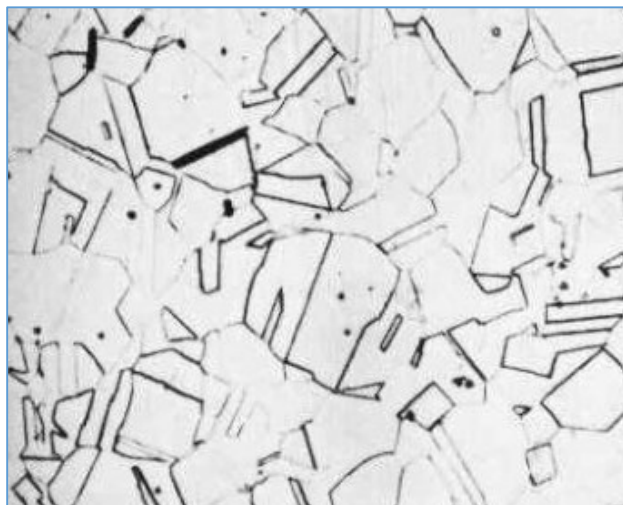
Cementita [Fe_3C]: También llamado Carburo de Hierro. Contiene 6,67% de Carbono y 93,3% de Hierro. En la Imagen 1-12, se puede observar a la cementita rodeando estructuras de perlita. Es el constituyente más duro y frágil de los aceros al Carbono. Su dureza corresponde a 68 [Rockwell C].



Fuente: Metalografía y tratamientos térmicos. Universidad tecnológica Nacional.

Imagen 1-12 Cementita (blanco) rodeando estructuras de perlita en un acero con más del 0,8% de carbono.

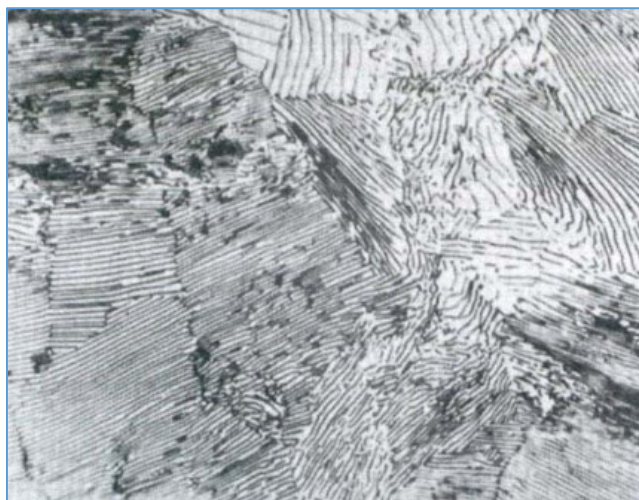
Austenita: Solución sólida de Carbono o Carburo de Hierro. Contiene entre 0%-1,7% de Carbono y es por lo tanto el constituyente de composición variable. Aunque generalmente es un constituyente inestable, se puede obtener esa estructura a la temperatura ambiente por enfriamiento rápido de aceros de alto contenido de Carbono. En la Imagen 1-13, se observan estructuras de austenita en un acero inoxidable. Es considerado un constituyente dúctil, tenaz y de elevada resistencia al desgaste. Su resistencia es de 88 a 105 [kg/mm²]. Dureza 300 [HB] y un alargamiento de 30-60%.



Fuente: Metalografía y tratamientos térmicos. Universidad tecnológica Nacional

Imagen 1-13 Austenita en un acero inoxidable AISI 201.

Perlita: Constituyente formado por capas alternadas de Ferrita y Cementita. Es de composición química constante y definida. La Ferrita y Cementita que componen la Perlita, aparece formando laminas paralelas y alternadas. Su composición es de 6 es a 1 en relación al Hierro – Carbono. En la Imagen 1-14, se observa la estructura perlítica de un acero, donde lo oscuro es cementita y las zonas claras corresponden a ferrita.



Fuente: Metalografía y tratamientos térmicos. Universidad tecnológica Nacional

Imagen 1-14 Estructura perlítica de un acero enfriado lentamente.

Dependiendo de la velocidad de enfriamiento, esas láminas se encontraran más o menos separadas. Sus propiedades mecánicas dependen de la finura de sus laminillas. Tiene una resistencia de $80 \text{ [kN/mm}^2\text{]}$ y un alargamiento del 15%.

1.3.1.2 Micro-constituyentes en no equilibrio

Martensita: Constituyente típico de los aceros templados. Se obtiene por enfriamiento rápido de los aceros desde altas temperaturas. Sus variables físicas varían dependiendo de su composición, aumentando su dureza, resistencia y fragilidad con el contenido de carbono. Después de los carburos y la cementita es el constituyente más duro de los aceros. En la Imagen 1-15, se observa la estructura de martensita (oscura) en forma de agujas sobre austenita (blanca).



Fuente: Metalografía y tratamientos térmicos. Universidad tecnológica Nacional

Imagen 1-15 Martensita en un acero de herramientas (0,9% de C, 1% de Mn, 0,5% de Cr, 0,5% de W), austenizado, templado en aceite y revenido a 218°C .

Bainita: Es el ultimo constituyente en ser descubierto, Corresponde a una mezcla de Ferrita y Cementita. Este tipo de acero es duro y resistente. La estructura de Bainita se puede observar en la Imagen 1-16.



Fuente: Metalografía y tratamientos térmicos. Universidad tecnológica Nacional

Imagen 1-16 Bainita en color oscuro, martensita en color claro en un acero SAE 1045.

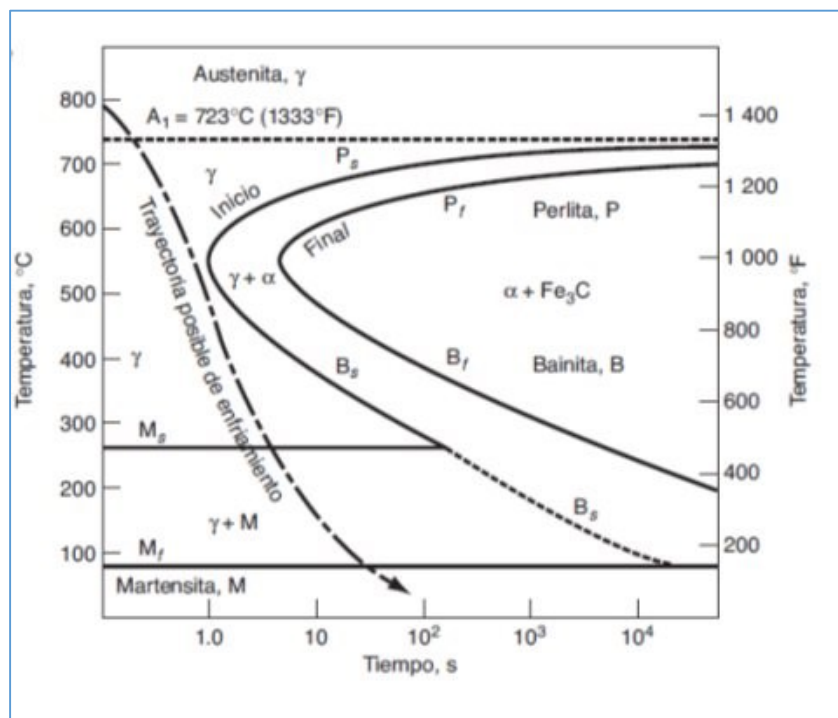
1.3.2 Diagrama Temperatura-Tiempo-Transformación (TTT)

El diagrama de Tiempo-Temperatura-Transformación (TTT), es una herramienta que permite estudiar los tratamientos térmicos desde el punto de vista del tiempo que dura el proceso de transformación.

Denominado también diagrama de transformaciones isotérmicas de la Austenita, estudia como la velocidad de enfriamiento afecta la transformación de la austenita en diferentes fases posibles. Las fases pueden dividirse en:

- Formas alternativas de ferrita y cementita.
- Martensita.

El Gráfico 1-2, muestra como la velocidad de enfriamiento afecta la transformación de la Austenita en varias fases posibles para una composición cercana al 0,8% de hierro – carbono.



Fuente: Libro “Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales”

Gráfico 1-2 Diagrama TTT.

En el diagrama TTT, el tiempo es representado a lo largo del eje horizontal en escala logarítmica, mientras que la temperatura se grafica en el eje vertical.

Se realiza mediante la utilización de una serie de probetas de acero de pequeña dimensión que se calientan a una temperatura ligeramente sobre la T_c , se mantienen un tiempo suficiente a dicha temperatura como para que la probeta logre el austenizado completamente. Luego, las probetas pasan a ser enfriadas en baños de sales a diferentes temperaturas en tiempos determinados, con el fin de observar los micro-constituyentes obtenidos. Cada una de estas microestructuras obtenidas se analiza y representa, dando origen al Diagrama TTT.

1.4 TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Los tratamientos térmicos corresponden a operaciones que se realizan a diversos materiales con el fin de provocar alteraciones en sus propiedades mecánicas, logrando mejorar las características específicas del material. Estas operaciones se realizan en su mayoría en la última etapa de la producción de los metales, así como también a cerámicos y polímeros. Los tratamientos térmicos no modifican la composición química del material, pero si características como la granulometría.

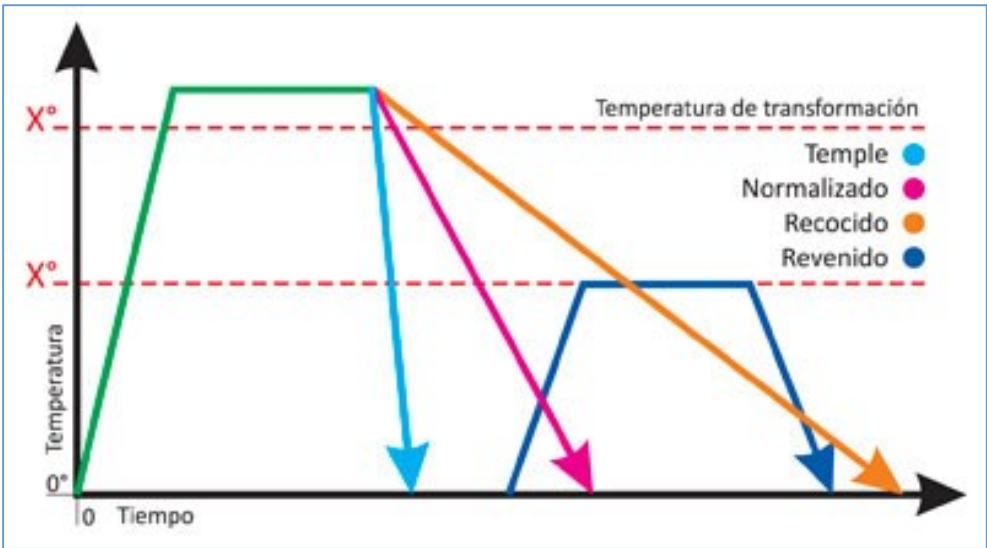
Los materiales son sometidos a calentamiento y enfriamiento en condiciones controladas de temperatura, tiempo de permanencia en dicha temperatura y velocidad de enfriamiento, obteniendo propiedades específicas para los diferentes usos.

1.4.1 Etapas de los tratamientos térmicos

Los tratamientos térmicos en general cuentan con tres etapas que se describen a continuación:

- Calentamiento: Se eleva la temperatura de manera uniforme en la pieza a la cual se le desea realizar un tratamiento térmico.
- Permanencia: Se mantiene la temperatura con el fin de completar la transformación estructural. Esta dependerá de la composición del material.
- Enfriamiento: La pieza es enfriada de manera controlada en función al tipo de tratamiento que se realiza.

Como se muestra en el Gráfico 1-3, las dos primeras etapas de los tratamientos térmicos físicos son similares para cada caso, la variación del tiempo en la etapa de enfriamiento es producto del medio el cual ha sido enfriado.



Fuente: www.steemit.com

Gráfico 1-3 Esquema general de la temperatura y tiempos usados para distintos tratamientos térmicos.

1.4.1.1 Alivio de tensiones

Las tensiones residuales son aquellas tensiones que permanecen en el material en ausencia de cargas externas. Se originan en los procesos de fabricación de los materiales producidos por la deformación de partes de la estructura cristalina interna del propio material.

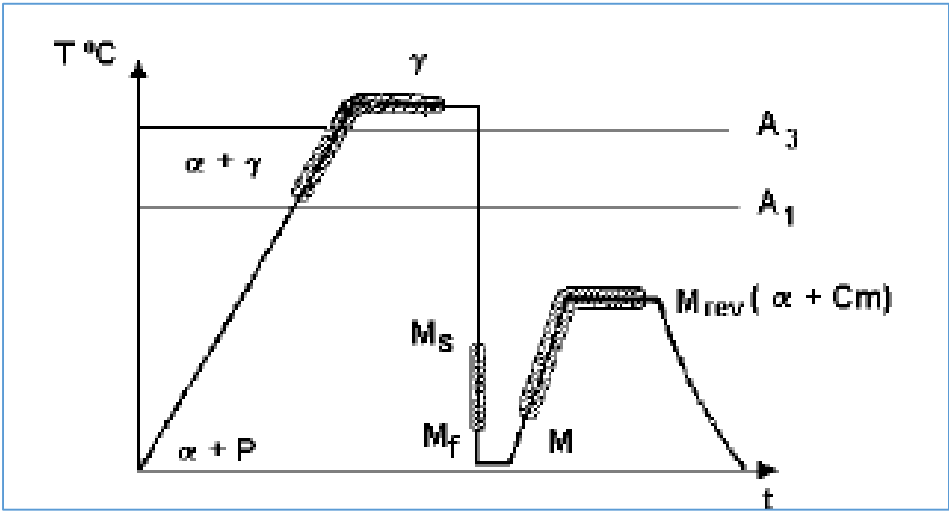
En algunos casos el tratamiento térmico aplica, antes del proceso de formado, por ejemplo, para ablandar el metal y ayudar a formarlo más fácilmente mientras se encuentra caliente. En otros casos, se usa el tratamiento térmico para aliviar los efectos del endurecimiento por deformación que ocurre durante el formado y poder destinarla a una deformación posterior. Y finalmente, el tratamiento térmico puede realizarse durante o casi al finalizar la secuencia de manufactura de partes y piezas para lograr la resistencia y dureza requeridas en el producto según las necesidades.

Para eliminar las tensiones residuales en grandes piezas de acero fundido y estructuras soldadas se recurre al recocido de alivio de tensiones. Consiste en calentar la pieza hasta una temperatura inferior entre 550°C a 650°C, mantenerla un tiempo y luego enfriarla lentamente. Dependiendo de la pieza que se esté trabajando, variarán los tiempos y temperaturas.

1.4.1.2 Revenido

Consiste en calentar un acero hasta una temperatura bajo la temperatura crítica para luego enfriarlo en aceite o agua. La temperatura la cual se calienta el material dependerá del uso para el que está destinado. El objetivo del revenido es aumentar la rigidez del acero a costa de disminuir su dureza después de un previo tratamiento térmico.

La temperatura en la que se realiza el revenido afecta la forma de los cristales que se re-estructuran. El proceso del revenido se muestra en el Gráfico 1-4.



Fuente: Departamento de Ingeniería Metalúrgica. Universidad de Santiago de Chile

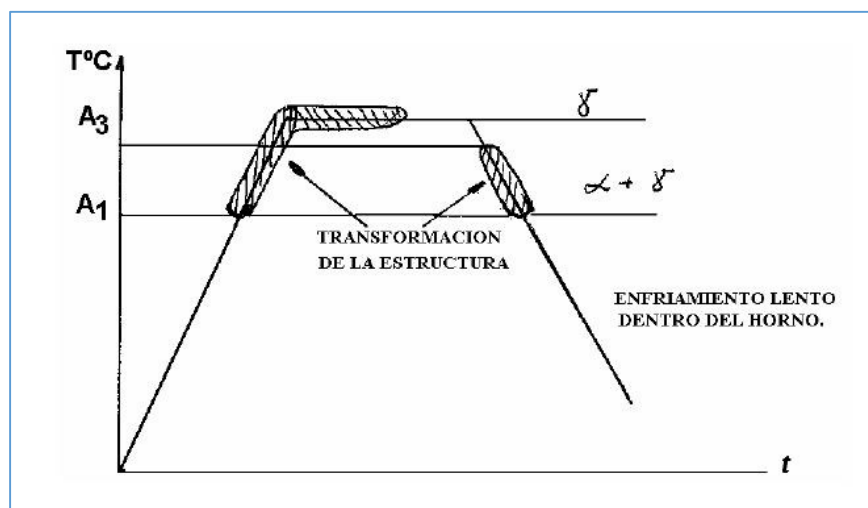
Gráfico 1-4 Proceso esquemático del revenido.

1.4.1.3 Recocido

El recocido corresponde a un tratamiento térmico de un material que es expuesto a elevadas temperaturas durante un periodo determinado de tiempo, para luego, ser enfriado lentamente como se muestra en el Gráfico 1-5. Tiene como objetivo incrementar la plasticidad, ductilidad y tenacidad del acero, así como también eliminar tensiones, de forma que pueda ser maquinado o trabajado en frío. Consta de tres procesos básicos que son:

- Recocido para la eliminación de tensiones a temperaturas sub-críticas (por proceso).
- Recocido esferoidizado a temperatura sub-crítica.
- Recocido integral para forjado y fundición.

La elección del proceso que se desea realizar depende del contenido de carbono que tenga el acero, el tratamiento realizado anteriormente y el uso que se le dará finalmente a la pieza.



Fuente: Departamento de Ingeniería Metalúrgica. Universidad de Santiago de Chile

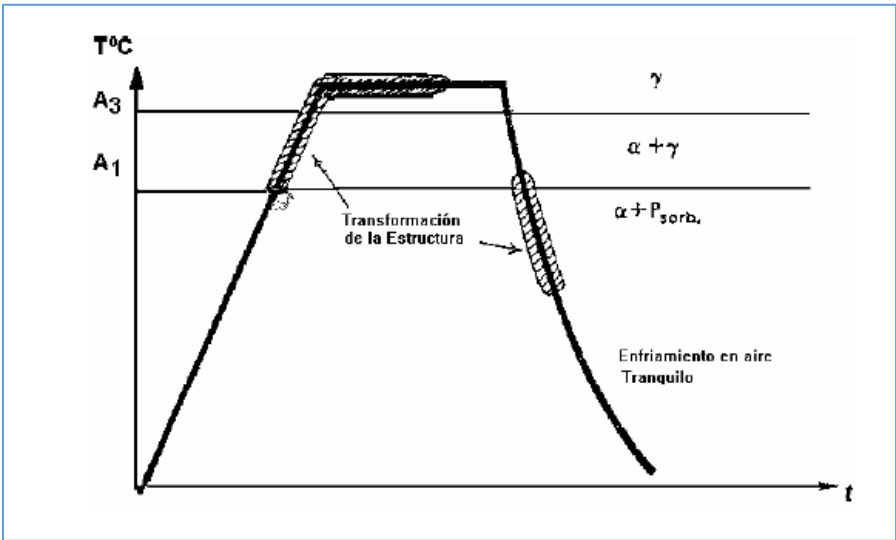
Gráfico 1-5 Proceso esquemático de recocido.

Como característica general, en todos los procesos de recocido el enfriamiento se debe realizar lo más lentamente posible y con frecuencia tiene lugar en el horno.

1.4.1.4 Normalizado

El proceso consiste en calentar el material hasta una temperatura determinada por su porcentaje de carbono, para luego ser enfriado al aire libre. Este enfriamiento es ligeramente más rápido que el recocido. De esta forma el metal queda menos dúctil y con una estructura granular más refinada lo que entrega una resistencia superior.

El normalizado se realiza cuando se desea disminuir las funciones entre el maquinado burdo y el acabado de componentes de gran tamaño. Su proceso se muestra en el Gráfico 1-6.



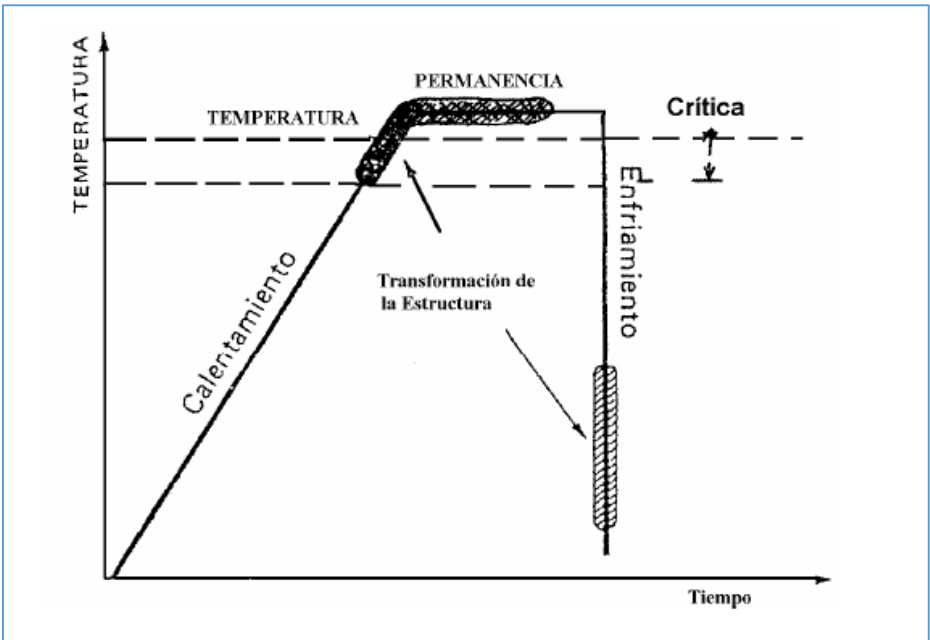
Fuente: Departamento de Ingeniería Metalúrgica. Universidad de Santiago de Chile

Gráfico 1-6 Proceso de normalizado en el tiempo.

1.4.1.5 Temple

Consiste en aumentar la dureza y resistencia mecánica del material por medio de un calentamiento y después un enfriamiento brusco con aceite, agua o salmuera, como se muestra en el Gráfico 1-7. Es decir, primero transforma toda la masa en Austenita y luego la convierte en Martensita, que es el constituyente típico de los aceros templados.

En el templeado, el calentamiento debe ser con una temperatura superior a la crítica y el enfriamiento a una velocidad alta, ya que de esta forma se logra la Martensita. Existen diversos tipos de temple que se clasifican de acuerdo a la propiedad que se quiere lograr y se obtiene en función de la templabilidad (capacidad a la penetración del temple).



Fuente: Departamento de Ingeniería Metalúrgica. Universidad de Santiago de Chile

Gráfico 1-7 Esquema general del proceso de templeado.

1.4.1.6 Nitruración

Este tratamiento térmico pertenece al grupo llamado “termoquímicos” pues su calentamiento se produce en atmósferas nitrurantes que permiten cambiar la composición superficial de los aceros.

La nitruración se logra colocando la pieza en una atmósfera de NH_3/H_2 (amoníaco) entre 500 a 600°C (bajo temperatura crítica). Al calentarse el amoníaco, en este rango de temperatura, se disocia según la reacción $2\text{NH}_3=\text{N}_2+3\text{H}_2$, donde se forma nitrógeno molecular, que se combina con el aluminio, cromo, molibdeno y hierro de los aceros, formando nitruros en la capa periférica.

Las piezas que se nitrarán, deben poseer un tratamiento térmico previo como temple o revenido para que el núcleo central quede con una resistencia elevada y sea capaz de resistir durante el trabajo grandes presiones que se transmiten a la capa exterior.

1.4.1.7 Cementación

Proceso termoquímico que se realiza a aceros que no contengan más del 0,35% de Carbono. Donde se agrega Carbono a la capa superficial del acero logrando una superficie de alta dureza que le proporciona al material resistencia al desgaste y aumenta su límite de fatiga.

La cementación se realiza en un rango de temperatura de 900 a 950°C (superior a la temperatura crítica) para que se produzca la difusión dentro del material de la pieza.

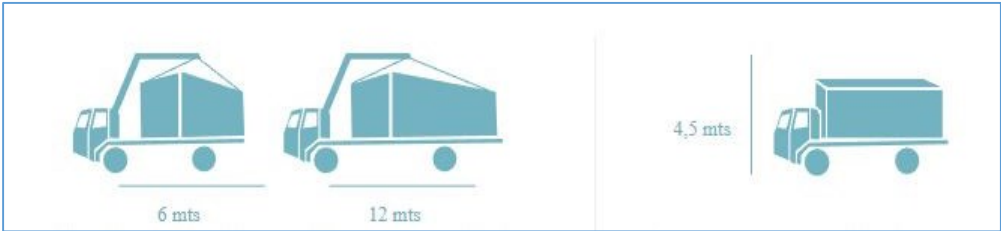
Este proceso permite que la pieza tenga dos capas: una superficie cementada y un núcleo sin cementar. Luego de la cementación la pieza puede ser sometida a temple o revenido a bajas temperaturas.

Además, hay que mencionar que la cementación en lo posible, debe ser usada en acero en los cuales no puede crecer mucho el grano y se puede templear directamente.

**CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS E IMPLEMENTOS DE LABO-
RATORIO**

2 **DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS E IMPLEMENTOS DE LABORATORIO**

Una de las consideraciones en las cuales se debe basar la selección de equipos y cantidad de ellos, es el espacio físico en cual se emplazara el laboratorio. Hay que recordar que uno de los objetivos es que cumpla con la movilidad como se muestra en la Imagen 2-1, por lo tanto, se debe considerar las dimensiones del laboratorio en relación al medio en el cual será trasladado en caso de ser requerido. Además, el laboratorio está proyectado con fines académicos, por lo que nos enfocaremos en procesos básicos que se deben conocer y que las piezas a ser tratadas serán de pequeño tamaño. Dicho esto, se procederá a describir las características del espacio físico que se utilizará como laboratorio, equipos e implementos que lo compondrán y acotaciones a tener en consideración para desarrollar el proyecto.



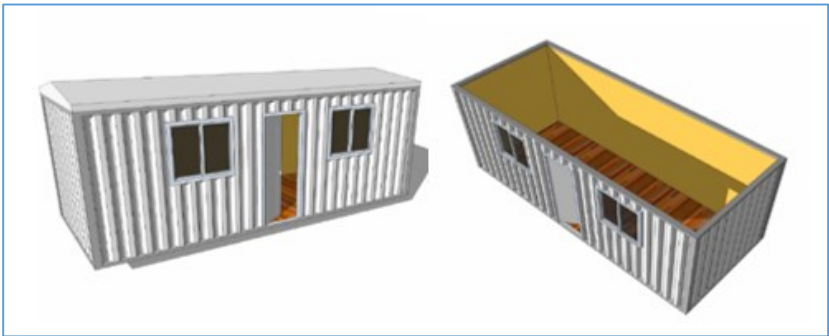
Fuente: Empresa Contemar

Imagen 2-1 Esquema del laboratorio móvil.

2.1 **ESPACIO FÍSICO: LABORATORIO**

2.1.1 **Container**

El espacio físico que se ha determinado para desarrollar el laboratorio es un container tipo oficina como el de la Imagen 2-2. La elección realizada se basa en la movilidad que tiene la estructura y que cumple con el requerimiento de que se puede ubicar en cualquier lugar que tenga una superficie plana. Otra característica que poseen los containers, y que influyen en la elección, es que pueden ser encargados a los proveedores de acuerdo a requerimientos necesarios.



Fuente: Empresa Arricam

Imagen 2-2 Container tipo oficina, destinado a ser el laboratorio móvil.

2.2 EQUIPOS PARA DETERMINAR PROPIEDADES MECÁNICAS Y DESARROLLAR TRATAMIENTOS TÉRMICOS

El laboratorio no solo estará acondicionado para realizar tratamientos térmicos, sino también para ensayos de materiales que están directamente relacionado con las propiedades que se desean mejorar con el tratamiento.

Ya mencionado al comienzo del capítulo, los equipos que se describen a continuación son los que por disposición de espacio se pueden tener, considerando además que el laboratorio es con fines académicos.

Otra variante para la selección de equipos es que las piezas a trabajar serán de material ferrosos y piezas de tamaño pequeño [hasta 100 mm de largo y 25 mm de diámetro¹], por lo que no se necesitaran equipos industriales de gran tamaño.

Los equipos que se mencionaran a continuación cumplen con los requisitos necesarios para ser implementados en el proyecto.

2.2.1 Horno

Para tratamientos térmicos como temple, revenido, recocido y normalizado se utiliza el horno para lograr el cambio de fase de la microestructura del material de la pieza metálica a tratar.

Dependiendo de la temperatura que se quiere alcanzar y el tamaño de la pieza existen diferentes tipos de hornos que elegir y se accede a ellos de acuerdo a requerimientos como volumen, peso, tiempo y dimensiones. En la Imagen 2-3, se muestra un horno mufla con la compuerta abierta. Los equipos más modernos poseen controladores de temperatura automáticos con mostrador digital.



Fuente: www.labopolis.com

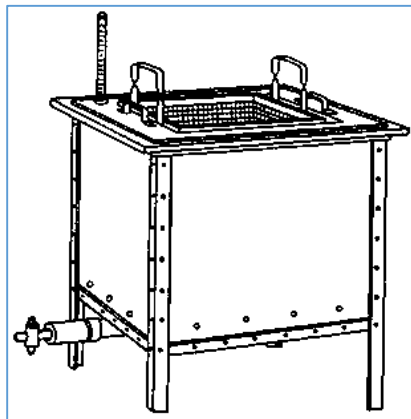
Imagen 2-3 Horno tipo mufla.

¹ Medida de acuerdo a Norma ASTM-A 255-10 para Ensayo de templabilidad por templado final.

2.2.2 Estanque para enfriamiento

Equipo utilizado para realizar el enfriamiento rápido de piezas tratadas térmicamente. El recipiente debe ser llenado con agua, aceite, o agua con sal y debe mantenerse siempre frío. En lo posible debe tener una capacidad de 10.000 L. La estructura debe estar recubierta por una pintura para proteger de la corrosión.

Las piezas de trabajo deben ser movidas dentro del recipiente, con el fin de alcanzar de manera rápida el enfriamiento por lo que puede incorporarse un canastillo como se muestra en la Imagen 2-4.



Fuente: www-nzdl.com

Imagen 2-4 Recipiente de baño termo-regulado.

2.2.3 Microscopio metalográfico

Microscopio de laboratorio que se utiliza en control de calidad y procesos industriales, como el que se muestra en la Imagen 2-5. Es posible medir con un aumento entre 50 a 2000 veces.

Su funcionamiento se basa en que los metales, aun en capas delgadas, no dejan pasar la luz visible. Este microscopio permite el análisis óptico de metales mediante la luz reflejada pero para poder observar la muestra es necesario preparar una probeta y pulirla.



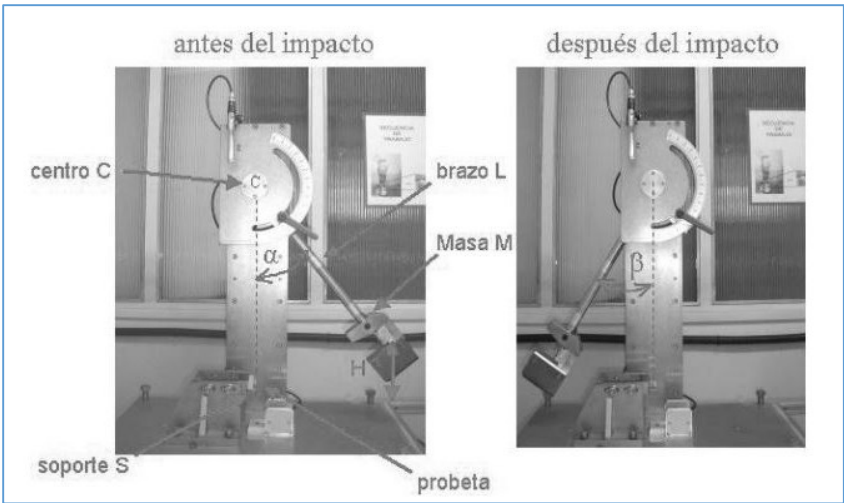
Fuente: <http://medicamarquet.com/>

Imagen 2-5 Microscopio metalográfico.

Es considerado como parte de la instrumentación del laboratorio para analizar las estructuras del metal antes y después del tratamiento térmico.

2.2.4 Péndulo de Charpy

Máquina de ensayo para prueba de impacto. Consiste en golpear mediante una masa, una probeta que se sitúa en el soporte S como se muestra en la Imagen 2-6. La masa M, la cual se encuentra acoplada al extremo del péndulo de longitud L, se deja caer desde una altura H, mediante la cual se controla la velocidad de aplicación de la carga en el momento del impacto. La energía absorbida por la probeta, para producir su fractura, se determina a través de la diferencia de energía potencial del péndulo antes y después del impacto.



Fuente: Ensayo de Charpy. Revista Mexicana de Física

Imagen 2-6 Péndulo de Charpy.

Como medida de seguridad el péndulo, este debe estar protegido por un cubículo, para evitar que al fracturarse la probeta, algún elemento salga proyectado dañando a las personas en el interior del laboratorio. Este péndulo puede ser adquirido en el mercado o ser construido de manera independiente.

2.2.5 Medidor de dureza de Leeb

Durómetro ligero y portátil, como el de la Imagen 2-7. Se utiliza para piezas de diferentes dimensiones gracias a su dispositivo de impacto que permite ser usado en diferentes posiciones y se puede ajustar a distintas escalas de durezas.

Este equipo es necesario en el laboratorio para tener referencia de las variaciones que se producen en las propiedades mecánicas del material después de realizarse algún tratamiento térmico.



Fuente: <http://www.valiometro.pe/>

Imagen 2-7 Durómetro de Leeb.

2.2.6 Esmeril de pedestal

Máquina utilizada para desgastar piezas metálicas o afilar herramientas, normalmente se encuentran en talleres mecánicos, similares al que se muestra en la Imagen 2-8. Se compone de una o dos piedras abrasivas acopladas a un eje que permite el movimiento mediante la acción de un motor eléctrico.

En el laboratorio de tratamientos térmicos, el esmeril de pedestal tiene como fin ayudar a reconocer materiales de acuerdo a las características de la chispa que se producen (características cualitativas).



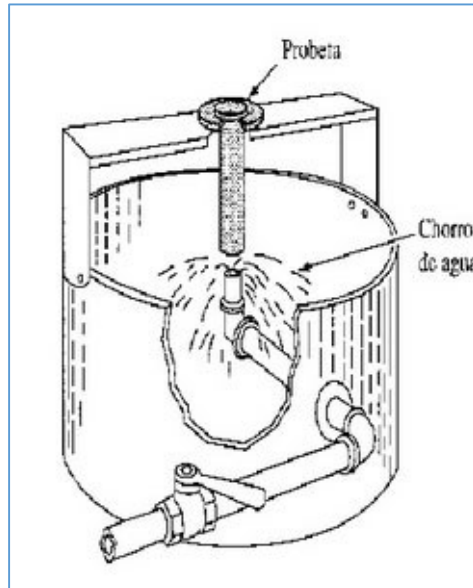
Fuente: <http://launchparaguay.com/>

Imagen 2-8 Esmeril de pedestal sin piedras abrasivas.

2.2.7 Ensayo de Jominy

Corresponde a un recipiente que posee un soporte para la probeta que se desea temprar, además de una entrada de agua en dirección vertical y ascendente como se muestra en la Imagen 2-9, la cual enfriará la probeta mediante un flujo de agua controlado. El objetivo

de este equipo es lograr una velocidad de enfriamiento máxima en el extremo templado y que disminuya a lo largo, para finalmente medir la dureza en distintos puntos de la probeta generando un perfil de esta.



Fuente: [www. http://mechanicalvision.blogspot.com/](http://mechanicalvision.blogspot.com/)

Imagen 2-9 Concepto del ensayo de Jominy.

2.3 **IMPLEMENTOS DE LABORATORIO**

2.3.1 Extintor

Al utilizar fuentes de calor y energía eléctrica, es necesario tener un extintor como medida básica para la seguridad del laboratorio. El extintor debe estar en condiciones adecuadas y de ser de fácil acceso dentro del espacio físico.

2.3.2 Aceite

Aceite especial para temple. Su fórmula permite un enfriamiento rápido de las piezas de acero. Tiene gran resistencia a la oxidación, cubriendo la superficie de metal para la etapa de enfriamiento.

2.3.3 Tenazas largas

Herramienta que se utiliza para sujetar los elementos que son extraídos del horno y que se encuentran a altas temperaturas.

2.3.4 Equipo de seguridad

Es necesario elementos de protección personal para la realización de tratamientos térmicos. Los implementos necesarios que deberá disponer el laboratorio es calzado de protección visual, guantes y ropa de trabajo. Todo apto para trabajar con altas temperatura. A lo anterior se debe agregar que los usuarios del espacio deben disponer de zapatos de seguridad

de uso personal. Por lo tanto, se deben cumplir las medidas básicas que se ilustran en la Imagen 2-10.



Fuente: Asociación chilena de Seguridad

Imagen 2-10 Indicaciones obligatorias a seguir en el laboratorio y cualquier otro medio con posibilidad de accidentes.

**CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN TÉCNICA, SELECCIÓN DE EQUIPOS Y
ELEMENTOS**

3 **COTIZACIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS PARA LABORATORIO**

En el capítulo 2 se describieron los equipos básicos con los que debe contar el laboratorio para que el usuario pueda concretar el objetivo de un curso de tratamientos térmicos.

Se debe considerar que el laboratorio debe contar con equipos tanto para el tratamiento térmico, como para ensayos de propiedades mecánicas, ya que de esta manera se podrá evidenciar los cambios que producen al realizar las experiencias.

A continuación, se presentará las cotizaciones realizadas de diferentes implementos y la selección de los equipos que finalmente formaran parte del diseño, así como también la justificación de la elección de cada uno.

3.1 **COTIZACIÓN DE ESPACIO FÍSICO**

3.1.1 Container

Tabla 3-1 Cotizaciones de containers.

Proveedor	Características	Valor
Arricam	-Modulo oficina -Planta Libre -20 pies	\$1.898.050
BoxContemar	-Modulo oficina -Planta libre -20 pies	\$1.570.000 + IVA
IContainer	-Modulo oficina usado -Planta libre -20 pies	\$1.597.000 + IVA

Fuente: Elaboración propia mediante cotizaciones.

3.2 **COTIZACIÓN DE EQUIPOS**

3.2.1 Horno

Tabla 3-2 Cotizaciones de hornos.

Equipo	Marca	Proveedor	Características	Valor
LT 21150	Meldic	Meldic	-Mufla hasta temperatura de 1150°C -Controlador digital -Dimensiones 12x12x20 cm -Volumen 2 L -1100 W y 220 V	\$1.100.000 + IVA
LT 41150	Meldic	Meldic	-Mufla hasta 1150°C -Controlador digital -Dimensiones 12x20x20 cm -Volumen 4 L -1250 W y 220 V	\$1.250.000 + IVA
LF 0912	Jung	Meldic	-Mufla hasta 1200 °C -Controlador digital -Dimensiones 16x16x35 cm -Volumen 9 L -3000 W y 220 V	\$2.550.000 + IVA
SX-10-12	Meldic	Meldic	-Mufla hasta 1200°C -Dimensiones 40x25x16 cm	\$1.250.000 + IVA

Equipo	Marca	Proveedor	Características	Valor
			-Volumen 16 L -10.000 W y 380 V	
HM 1200 G		Aingether	-Horno eléctrico 900°C -Dimensiones 300x300x350 mm -4.500 W y 380 V	\$2.950.000 + IVA
H18		Hornos Industriales LTDA	-Horno eléctrico hasta 1100°C -Dimensiones 410x230x510 mm -7400 W y 380 V	\$1.780.000 + IVA
H18		Hornos Industriales LTDA	- Horno eléctrico hasta 1100°C -Dimensiones 410x230x510 mm -7400 W y 380 V	\$1.980.000 + IVA
JUG004-18	Jung	Bordoni	-Horno eléctrico hasta 1000°C -Dimensiones 250x300x300 mm -4000 W y 220 V	\$1.890.000 + IVA

Fuente: Elaboración propia mediante cotizaciones.

3.2.2 Equipo de Charpy

Tabla 3-3 Cotización de péndulo Charpy.

Equipo	Marca	Proveedor	Características	Valor
JB-300B	Time Group INC	Meldic	-Péndulo de 300 y 150 J -Protecciones de acero inoxidable -Alimentación 380 V – 50 Hz	\$4.975.000 + IVA
AMT-8	Banbros	Ebay	-Energía: 300 J -Ángulo: 140° -Velocidad: 5,3 m/seg	\$881.586 + Envío
BVU-2S	-	Ebay	-Energía: 300 J -Ángulo: 140° -Velocidad: 5,3 m/seg -Incluye Izod	\$1.601.032 + Envío

Fuente: Elaboración propia mediante cotizaciones.

3.2.3 Estanque de enfriamiento

Tabla 3-4 Cotizaciones de estanque de enfriamiento.

Equipo	Marca	Proveedor	Características	Valor
Estanque 1.	-	Frankie Espinoza	-Material A-36 -Pintura color azul -Dimensiones 400x800x500 mm	\$135.000 + IVA

Fuente: Elaboración propia mediante cotizaciones.

3.2.4 Microscopio metalográfico

Tabla 3-5 Cotizaciones de microscopios metalográficos.

Equipo	Marca	Proveedor	Características	Valor
Equipo 1	-	Ebay	-Binocular -Ocular 10x, 12,5x (45mm) -Lente 10x y 100x	\$658.648 + Envío
Equipo 2	Radical	Ebay	-Binocular -Ocular 10x (22mm) -Lentes 10x, 20x y 40x	\$1.099.161 + Envío
OX.2053 PLPH	Euromex Oxion	PCE Instruments	-	\$2.171.297
TMM 4XC	Time Group	Meldic	-Trinocular -Ocular 10x (16mm) -Lentes 10x, 25x 40x y 100x	\$2.798.000 + IVA

Equipo	Marca	Proveedor	Características	Valor
TMM 4XC	Time Group	Meldic	-Trinocular -Ocular 10x (16mm) -Lentes 10x, 25x 40x y 100x. -Incluye cámara digital, adaptador de imagen, software e impresora	\$7.438.000 + IVA

Fuente: Elaboración propia mediante cotizaciones.

3.2.5 Durómetro

Tabla 3-6 Cotización de durómetros.

Equipo	Marca	Proveedor	Características	Valor
PCE 3500	PCE Instrue- ments	PCE ins	-Pantalla led a color, mide en HV, HRB, HB Y MPa -Método UCI	\$2.269.080 + IVA
PCE 3000 UL	PCE Instrue- ments	PCE ins	-Mide en HRC, HV Y HB. -Método UCI. -Espesor mínimo 1 mm	\$1.890.000 +IVA
PCE 2000	PCE Instrue- ments	PCE ins	-Durómetro Brinell. -Mide en RockwellB y C,Vickers HV, Shore HS y Leeb HL	\$950.225 + IVA
PCE 2500	PCE Instrue- ments	PCE ins	-Mide en RockwellB y C,Vickers HV, Shore HS y Leeb HL	\$654.174 +IVA
PCE 900	PCE Instrue- ments	PCE ins	-Durómetro Leeb. Mide en HL, HRC, HRB, HV y HSD	\$625.525 +IVA
PCE 950	PCE Instrue- ments	PCE ins	-Durómetro Leeb. Mide en HL, HRC, HRB, HRA, HV, Y HS	\$525.250 + IVA

Fuente: Elaboración propia mediante cotizaciones.

3.2.6 Esmeril de pedestal

Tabla 3-7 Cotización esmeril de pedestal.

Equipo	Marca	Proveedor	Características	Valor
810W-50	Baldor	Feram	-Diametro: 8” -Potencia: ¾ Hp -Velocidad: 3000 RPM	\$763.544
8123W	Baldor	Feram	-Diametro: 8” -Potencia:3/4 Hp -Velocidad: 3600 RPM	\$739.573
GB801	Makita	Hns Villar	-Diametro: 8” -Potencia: ¾ Hp -Velocidad:: 2850 RPM	\$102.254

Fuente: Elaboración propia mediante cotizaciones.

3.3 COTIZACIONES DE OTROS EQUIPOS

3.3.1 Protección visual

Tabla 3-8 Cotización de protección visual.

Marca	Proveedor	Características	Valor
UVEX	Segurycel	Color claro	\$3.264
One	Safety outlet	Color claro	\$3.192
Us eagle	Safety outlet	Color claro modelo clásico	\$472
Redline	Sodimac	Color claro, modelo spy	\$1.390

Marca	Proveedor	Características	Valor
McCarthy	Easy	Color claro modelo Tech	\$820
McCarthy	Easy	Color claro modelo clásico	\$1.990
Eagle tech	Gasein	Color claro	\$7833
Piton	Rac Chile	Color claro	\$490

Fuente: Elaboración propia mediante cotizaciones.

3.3.2 Protección de manos

Tabla 3-9 Cotizaciones de protección de manos.

Marca	Proveedor	Características	Valor
Aramida	Segurycel	Aluminizado	\$36.836
Steel pro	Safety outlet	Guante soldador talla única	\$2.590
Redline	Sodimac	Guante soldador amarillo	\$3.790
Redline	Sodimac	Guante soldador rojo	\$2.490
Blackbull	Easy	Guante soldador rojo	\$3.790
-	Kezver Chile	Guante aluminizado hasta 600°C	\$69.312
-	Gasein	Guantes aluminizado	\$66.400
-	Gasein	Guante soldador rojo	\$6.744
Delta Plus	Rac Chile	Guante soldador rojo	\$2.650

Fuente: Elaboración propia mediante cotizaciones.

3.3.3 Ropa de seguridad

Tabla 3-10 Cotizaciones de ropa de seguridad.

Equipo	Marca	Proveedor	Características	Valor
Coletó	-	Segurycel	Material: Cuero	\$9.692
Coletó	Redline	Sodimac	Material: Cuerpo	\$7.490
Coletó	Viesa	Easy	Material: Cuero	\$10.490
Coletó	Garmendia	Easy	Material: Cuerpo	\$5.760
Coletó	-	Rac chile	Material: Cuerpo	\$8.900

Fuente: Elaboración propia mediante cotizaciones.

3.3.4 Extintor

Tabla 3-11 Cotización de extintores.

Marca	Proveedor	Características	Valor
-	Segurycel	10 kg	\$34.103
Fire master	Sodimac	6 kg, Tipo ABC	\$52.990
Fire master	Easy	10 kg, Tipo multipropósito	\$49.990
Fire master	Easy	6 kg, Tipo multipropósito	\$49.990
-	Gasein	2 kg	\$32.487

Fuente: Elaboración propia mediante cotizaciones.

3.3.5 Botiquín

Tabla 3-12 Cotización de extintores.

Marca	Proveedor	Características	Valor
-	Safety outlet	Botiquín primeros auxilios 25 personas	\$14.990
Aerokit	Sodimac	Botiquín 75 piezas	\$17.990

Fuente: Elaboración propia mediante cotizaciones.

3.3.6 Otros

Tabla 3-13 Cotizaciones de otros equipos.

Equipo	Marca	Proveedor	Características	Valor
Aceite	Texas	Texas Lubricantes	Templing oil. Balde 20 L	\$89.730+ IVA
Aceite	Texas	Texas Lubricantes	Templing oil. Tambor 208 L	\$484.650 + IVA
Aceite	Shell	Christian Hughes y cia	Corena s2 p-100 18,9 L	\$67.632 + IVA
Aceite	Shell	Christian Hughes y cia	Morlina S4 b220 18,9 L	\$129.174 + IVA
Barra de acero 1045	-	Aceros Muller	Diámetro 1 ½” x 3000 mm	\$73.416 + IVA
Barra de acero 1045	-	Aceros Muller	Diámetro 1” x 3000 mm	\$19.152 +IVA
Barra de acero 1045	-	Aceros Muller	Diámetro 1 1/8” x 3000 mm	\$24.259 + IVA
Barra de acero 1020	-	Aceros Muller	Diámetro 3/8” x 3000 mm Trefilado	\$2.713 + IVA
Barra de bronce latón	-	Aceros Muller	Diámetro 1 3/8” x 3000 mm	\$10.836 + IVA
Pie de metro	Mitutoyo	Hnos Villar	6”. Grad. 1/128” – 0,05 mm	\$40.781 + IVA
Pie de metro	Mitutoyo	Hnos Villar	6”. Grad. 0,001” – 0,02 mm	\$34.875 + IVA
Pie de metro	Mitutoyo	Hnos Villar	8”. Grad. 1/128” – 0,05 mm	\$41.850 + IVA
Tenazas largas	Robust	Easy	Tipo carpintero 8”	\$7.890
Tenazas largas	Redline	Sodimac	Tipo carpintero 8”	\$8.390
Pedestal esmeril	Baldor	Feram	Fierro fundido Altura:32 7/8”	\$329.658 + IVA
Pedestal esmeril	Baldor	Feram	Fierro fundido Altura: 30,5”	\$532.739 + IVA
Estanque de enfriamiento	-	Frankie Espinoza	Base 400x800 mm Altura 500 mm Capacidad 160 L	\$135.000 + IVA
Mueble con compartimiento	-	Quirós arquitecto	Tres cajones. Cubierta de acero inoxidable. Esquinero	\$449.569 + IVA

Fuente: Elaboración propia mediante cotizaciones.

3.4 SELECCIÓN DE IMPLEMENTOS DE LABORATORIO

En consideración de que ya se tiene conocimiento de valores de los equipos, características y proveedores (ver Anexo A – K), se seleccionarán respectivamente cada uno de los implementos que serán parte del proyecto.

3.4.1 Matriz de comparación de equipos

La matriz de comparación de equipos es el instrumento el cual se utilizará para seleccionar los implementos del laboratorio. Se evaluarán ítems como característica, mantención, ubicación y precio.

- Características: Las características corresponden a dimensiones de los equipos e implementos, requerimientos energéticos y materiales de fabricación dependiendo del caso.
- Mantención: En el ítem mantención se evaluará la disponibilidad de repuestos, si el proveedor ofrece servicio técnico y la garantía de cada producto.
- Ubicación: Es referida al lugar geográfico que distribuye los equipos.
- Precio: En este punto se evaluará el valor del producto, gastos de envío y otros factores que incrementen su valor.

La evaluación de cada ítem será ponderada con nota de 1 a 5, siendo 1; deficiente, 2; insuficiente, 3; suficiente, 4; bueno y 5 excelente. La suma de los factores indicará un ranking de los equipos con más características favorables, los cuales se someterán a un análisis para su elección.

3.4.1.1 Criterio de selección

Mencionado anteriormente que la evaluación se realizará con puntajes, es necesario determinar qué es lo “ideal” que se requiere en cada equipo. Para ello, se describirá brevemente las características que buscamos al seleccionar la implementación, que se muestra en la Tabla 3-14.

Cabe mencionar que este análisis solo será para los elementos que conforman el ítem 3.1 y 3.2 del capítulo, ya que implican un mayor gasto económico y su disponibilidad es más escasa, incluso a veces fabricados solo a pedido.

Tabla 3-14 Criterios de selección de equipos.

Equipo	Características
Container	-El container debe ser de un largo máximo de 8 metros, considerando que debe ser posible trasladarlo. -Posibilidad de que el fabricante haga pedidos especiales ya que será necesario instalar equipos y contar con requerimientos energéticos de acuerdo a los implementos.
Horno	-Las dimensiones de la cámara interior deben comprender entre los 200 a 300 mm por lado (Entre 8 a 30 L). -La temperatura máxima a utilizar son 850°C. Su consumo eléctrico debe ser el mínimo posible.
Tinaja para enfriamiento	-Debe ser para un volumen entre 100 y 250 L. -Poseer mecanismo de retorno de agua.
Péndulo de Charpy	-Que ocupe el espacio físico más reducido. -Debe poseer protección “antiproyectil”.
Microscopio metalográfico	-Mayor rango de aumento.
Durómetro	-Digital, portátil. -Amplia escala de medición y en diferentes posiciones.
Esmeril	-Más potencia, protección y parada de emergencia.

Fuente: Elaboración propia de las exigencias para los equipos.

3.4.1.2 Selección de equipos

Los equipos fueron evaluados en relación a la descripción de la Tabla 3-14. Cabe mencionar que está la posibilidad de que el puntaje máximo no sea la mejor opción, así como también que en algunos casos se pueda descartar todos los elementos de la lista. En esos casos, se considerarán otras alternativas como utilizar implementos que ya dispone la universidad, o en otros casos, la posibilidad de diseñar y construir de manera particular. Lo anterior será justificado cuando sea requerido. Las tablas a continuación muestran la evaluación realizada para cada equipo.

Tabla 3-15 Evaluación de los containers.

Proveedor	Arricam	Box contemar	IContainer
Dimensiones	5	5	5
Disponibilidad de modificaciones	5	5	2
Estado	5	5	3
Ubicación	3	5	3
Valor	3	4	4
Puntaje.	21	24	17

Fuente: Elaboración propia de evaluación.

En el caso de los containers cotizados, el que obtiene mayor ponderación es el producto ofrecido por Box Contemar, según lo evaluado en la Tabla 3-15. Entre sus ventajas esta que es una empresa de la región de Valparaíso y que ofrece la opción de hacer pedidos especiales.

En la Tabla 3-16 se muestra la evaluación de los hornos. De acuerdo a los datos obtenidos, el equipo que presento mayor ponderación en un horno eléctrico fabricado por Ainghertherm HM1200G, posee dimensiones adecuadas para el espacio y tratamiento que se desee realizar, así como su garantía extendida. La empresa proveedora del producto asegura repuestos y mantención ya que son fabricantes.

Tabla 3-16 Evaluación de hornos.

Modelo	LT 21150	LT 41150	LF 0912	SX 1012	HM 1200 G	H18	H18+	JUG 00418
Tipo	4	4	4	4	5	5	5	5
Dimensión útil	3	3	2	1	5	3	3	5
Capacidad	2	3	4	5	4	2	2	5
Temperatura máxima	3	3	3	3	5	4	4	4
Potencia	5	5	4	1	3	2	2	4
Garantía	3	3	3	3	5	3	3	4
Servicio técnico y repuestos	5	5	5	5	5	-	-	4
Ubicación	3	3	3	3	3	3	3	3

Modelo	LT 21150	LT 41150	LF 0912	SX 1012	HM 1200 G	H18	H18+	JUG 00418
Valor	5	5	3	5	2	4	3	3
Puntaje	33	34	31	30	37	26	25	37

Fuente: Elaboración propia de evaluación.

La Tabla 3-17, presenta la evaluación para equipo de ensayo de impacto. De acuerdo a los puntajes, el equipo más adecuado corresponde al JB 300B, pero su alto valor y dimensiones hacen que no sea la mejor opción. Los otros dos equipos presentan similitudes, pero no poseen garantía ya que son proveedores internacionales, además de que el gasto de envío es en consideración de su peso y además del gasto correspondiente a aduana (Por regla general, las importaciones están afectas al pago del derecho ad valorem (6%) sobre su valor CIF, costo de la mercancía mas prima del seguro más valor del flete de traslado, y pago del IVA (19%) sobre su valor CIF mas el derecho ad valorem). Para este caso se optará por la opción de fabricar un equipo propio por lo que se cotizaran las partes del diseño en una maestranza.

Tabla 3-17 Evaluación equipos de ensayo de péndulo de charpy.

Modelo	JB 300 B	AMT 8	BVU 25
Dimensiones	2	4	4
Energía	4	4	4
Seguridad	5	2	2
Servicio técnico y repuestos	4	-	-
Ubicación	4	2	2
Valor	2	4	4
Puntaje	21	16	16

Fuente: Elaboración propia de evaluación.

En el caso del microscopio se evaluaron cinco opciones, que se muestran en la Tabla 3-18. De acuerdo a las características evaluadas hay un modelo que cumple con las especificaciones pero su valor es elevado en comparación a los otros. Los de bajo costo no se ajustan a las características requeridas y son importados, por lo que se vería afectado lo respecto a garantía y servicio técnico. Para la evaluación se considerará el modelo TMM 4XC pero sujeto a confirmación.

Tabla 3-18 Evaluación de microscopios metalográficos.

Modelo	Equipo 1	Equipo 2	OX 2053	TMM 4XC	TMM 4XC+
Nº de lentes	3	3	-	4	4
Ocular	3	4	-	5	5
Lentes	4	3	-	5	5
Accesorios	-	-	-	-	-

Servicio técnico y re- puestos	-	-	-	4	4
Ubicación	2	2	-	4	4
Valor	4	4	3	3	1
Puntaje	16	16	3	25	23

Fuente: Elaboración propia de evaluación.

En la evaluación de durómetros fueron comparados seis productos, todos del mismo proveedor por lo que en este caso solo variaron sus características y valores, esto se muestra en la Tabla 3-19. De acuerdo a la necesidad de que sea un equipo que mida en la mayor cantidad de durezas posibles, se encuentran dos productos. Como se muestra en la Tabla 3-19, se seleccionara el modelo PCE950, que posee un valor más moderado en relación de sus símiles.

Tabla 3-19 Evaluación de durómetros.

Modelo	PCE 3500	PCE 3000 UL	PCE 2000	PCE 2500	PCE 900	PCE 950
Tipo	4	4	3	4	5	5
Escalas a medir	4	3	3	3	5	5
Posición del identa- dor	4	4	4	5	5	5
Servicio técnico y re- puestos	4	4	4	4	4	4
Ubicación	4	4	4	4	4	4
Valor	2	2	3	4	4	5
Puntaje	22	21	21	24	27	28

Fuente: Elaboración propia de evaluación.

Fueron evaluados cuatro esmeriles de banco. Entre los cuales podemos observar que la velocidad de trabajo es muy similar. Uno de los indicadores que se hace más presente es la garantía y servicio técnico.

De acuerdo a la Tabla 3-20 el equipo con mejor ponderación es el de marca Makita GB801. La selección se mantendrá ya que ofrece garantía y servicio técnico en la región y es un producto bien catalogado en el mercado. En comparación a la velocidad con los otros equipos cotizados es algo menor, sin embargo, se considera que su fin será para hacer pruebas de carácter cualitativo.

Tabla 3-20 Evaluación de esmeril.

Modelo	810W-50	8123W	GB801
Diámetro muela	5	5	5
Potencia	5	5	5
Velocidad	3	5	3
Garantía	5	5	5

Modelo	810W-50	8123W	GB801
Servicio técnico y repuestos	3	3	5
Ubicación	3	3	4
Valor	2	2	5
Puntaje	26	28	32

Fuente: Elaboración propia de evaluación.

Los elementos que son mencionados en el capítulo 3.3 no fueron seleccionados mediante tabla de ponderaciones ya que su costo es más accesible así como la cantidad de proveedores, por lo que serán consideradas empresas cercanas o con convenios con la institución. A continuación, se nombraran los equipos e implementos seleccionados para ser parte del proyecto:

- Container Box Contemar.
- Horno Angherterm HM1200G.
- Equipo Charpy fabricación propia.
- Baño de enfriamiento fabricación propia.
- Microscopio metalográfico PCI instruments modelo TMM 4XC.
- Durómetro según Leeb PCI instruments modelo PCE 950.
- Esmeril Makita GB801.

3.4.2 Propuesta de mantenimiento

Los equipos seleccionados deben mantenerse a lo largo del tiempo. Algunos implican servicios externos y otros solo limpiezas que pueden estar a cargo del personal o apoyo docente. A continuación se describen alguno de los proceso que se deben realiza.

Para el horno de tratamientos térmicos se proyecta una mantención al año, en donde se debe revisar el estado del enchufe, interior de horno, correcto funcionamiento de componentes electrónicos y estado de resistencias. Para esta mantención es necesario personal eléctrico a cargo de la mantención.

Máquina de prueba Charpy se debe reajustar fijaciones, limpieza en general, estado de protector de impacto. En este caso se necesita personal mecánico para realizar la mantención. Los implementos necesarios serán llaves de apriete y kit de limpieza.

Para el microscopio metalográfico la mantención se basa en su limpieza, en mantener los cristales libres de polvo o alguna suciedad que dificulte la visibilidad. Por lo que la frecuencia de su mantenimiento será de dos veces al año y no se necesita personal especializado. Hay que tener especial cuidado en realizar la limpieza en alguna superficie firme.

El esmeril se debe dejar libre de polvo superficial cada vez que es utilizado. En lo que respecta a cambio de muela abrasiva y de rodamientos se proyecta dos veces al año y debe estar a cargo de personal mecánico. También es necesario revisar el estado del enchufe una vez al año y re-ajustar el esmeril a su pedestal ya que el constante movimiento y uso puede

soltar los componentes. Los costos considerados para el mantenimiento son de la muela y rodamientos.

El durómetro se debe calibrar periódicamente. Para esto viene incorporado en el set un bloque patrón e instrucciones que permiten la calibración de manera sencilla y rápida. En el caso de que la medición no coincida con el bloque se debe consultar a servicio técnico externo por lo que se dispondrá del 10% del valor del producto para imprevistos por este caso.

Para el extintor se programa una revisión cada tres meses, esta involucra revisión de estado de seguros, válvula manguera y manómetro. Mientras que una vez al año se debe comprobar el peso en los extintores y comprobación de la presión. A demás, en caso de ser utilizado debe ser recargado.

El pie de metro debe ser limpiado después de cada trabajo. Para este fin realizaremos dos veces al año una limpieza de sus partes y contrastación de su vernier. Si bien es un mantenimiento muy básico es necesario realizarlo ya que como herramienta de medición se necesita que sea lo más precisa posible y su estado dependerá de esta.

3.5 DISEÑO DE LABORATORIO

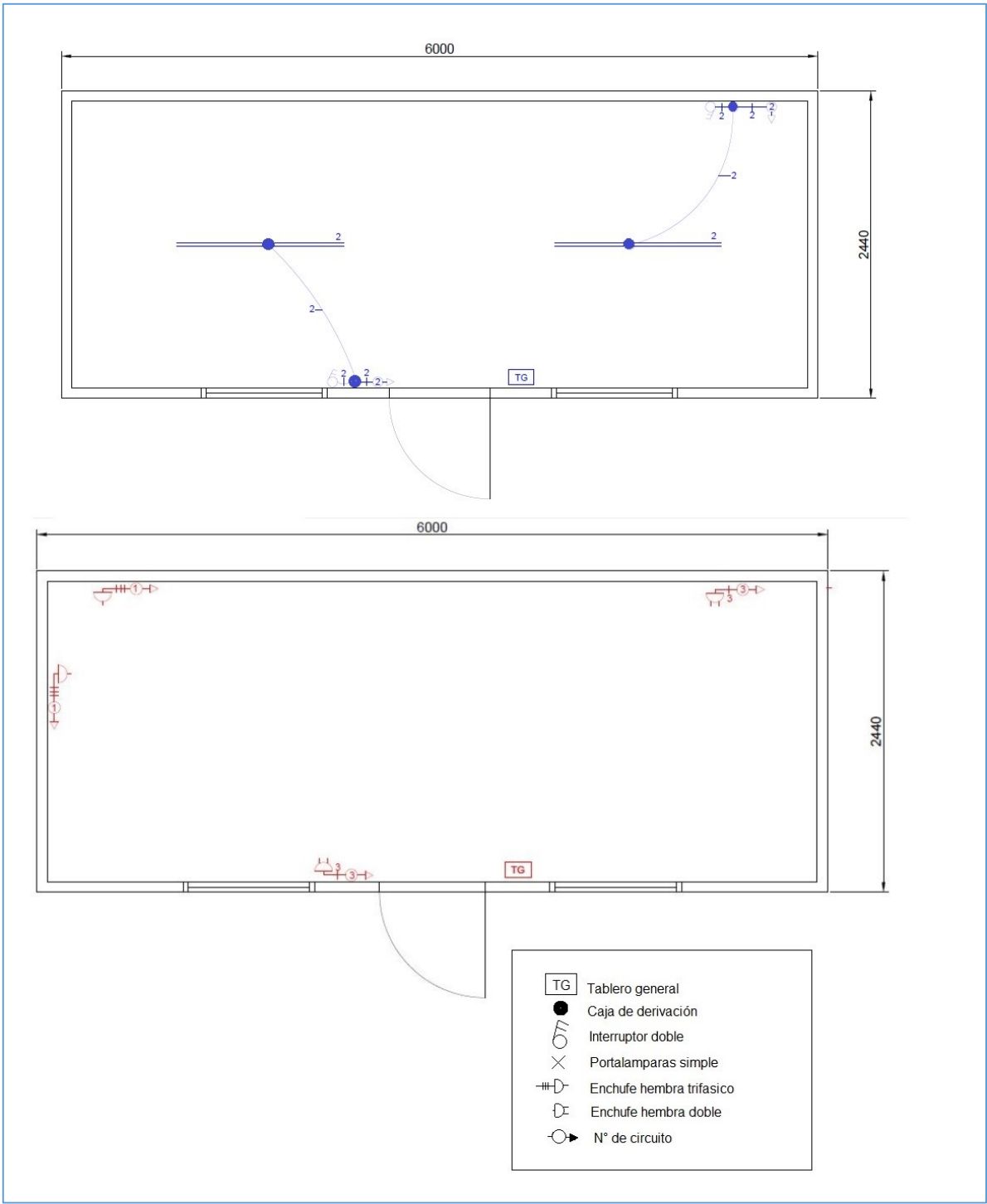
El diseño de laboratorio consta de dos partes, la primera está relacionada con los requerimientos energéticos de los equipos eléctricos que componen en laboratorio, y el segundo con la disposición en el espacio de estos. De acuerdo a la ficha técnica de implementos cotizados se diseñaran los espacios.

3.5.1 Requerimientos energéticos

El requerimiento energético del laboratorio corresponde al consumo que tendrá el espacio si todos los equipos eléctricos están funcionando al mismo tiempo (considera la iluminación). Para obtener dicho valor se debe conocer la potencia y energía requerida en cada uno de ellos.

Conocidos los datos referentes a energía se dispone a realizar plano eléctrico del lugar con el fin de conocer la fuente de energía y su ubicación, según se muestra en la Imagen 3-1, donde se puede observan dos planos. El primero corresponde a la iluminación del laboratorio, y en el segundo plano se muestran las conexiones eléctricas monofásicas y trifásicas, de acuerdo a los equipos que se han seleccionado.

La potencia total de los equipos seleccionados fueron proporcionadas mediante la ficha técnica de cada uno y se muestran en la Tabla 3-21. Esta información será utilizada más adelante con el fin de obtener el consumo de energía mensual.



Fuente: Elaboración propia mediante CAD.

Imagen 3-1 Layout eléctrico del container.

Tabla 3-21 Potencia de los equipos para el laboratorio.

Equipo	Potencia [kW]
Horno tratamientos térmicos	4,500
Esmeril de pedestal	0,559
Motor para equipo Jominy	0,375
Computadores	0,300
Alumbrado laboratorio	0,140
TOTAL	5,874

Fuente: Elaboración propia mediante fichas técnicas.

3.5.1.1 Cálculo de corriente de iluminación

Para la iluminación del laboratorio se considera que por defecto el container tipo oficina viene acondicionado con dos equipos de tubos fluorescentes dobles de 2x32 W. Por lo tanto, de acuerdo a la ecuación de corriente se obtiene:

$$P \rightarrow 4 * 32[W] = 128[W]$$

$$P = V * I$$

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I \rightarrow \frac{128[W]}{220[V]} = 0,58[A]$$

3.5.1.2 Cálculo de corriente en enchufes monofásicos

De acuerdo al diseño del plano eléctrico, se consta de dos enchufes dobles, que serán utilizados para; esmeril (735W), motor (375W), y equipos menores como ordenador e impresora (150W cada uno). Por lo tanto, se obtiene que:

$$P \rightarrow 150 + 150 + 375 + 375 = 1050[W]$$

$$I \rightarrow \frac{1050[W]}{220[V]} = 4,8[A]$$

3.5.1.3 Cálculo de corriente en enchufes trifásicos

El laboratorio constará de un enchufe tipo trifásico, que en este caso será para el horno de tratamientos térmicos (4500W). En el caso del cálculo de corriente para un sistema trifásico se utilizara la siguiente ecuación:

$$P \rightarrow 4500[W]$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\varphi}$$

$$I = \frac{4500}{\sqrt{3} * 380 * 0,96} = 7,13[A]$$

3.5.1.4 Cálculo de corriente total del sistema

En el caso de las corrientes monofásicas, el total corresponde a 5,33[A] y para trifásico corresponde a 7,13[A].

La corriente total a consumir con todos los equipos funcionando será de 12,51[A]. Este cálculo permitirá establecer la protección a utilizar. Para tal efecto se opta por un interruptor automático trifásico 3x25[A] que no viene incluido en el diseño del container cotizado.

3.5.2 Consumo eléctrico

De acuerdo a la información proporcionada por la empresa eléctrica de la región se calculará el consumo de energía que tendrá el laboratorio mientras están en funcionamiento todos los equipos. En la Tabla 3-22 se detalla la tarifa de suministro eléctrico para la zona de viña del mar (Sector 8), para consumo menor a 22kWh (tramo 1).

Tabla 3-22 Tarifas de suministro eléctrico para Viña del Mar y consumos menores a 22 kWh.

Tarifa BT1A	
Administración del servicio [\$/mes]	
Cargo fijo mensual	1332,38
Transporte de electricidad [\$/kWh]	
Cargo por uso del sistema de transmisión	14,328
Cargo por servicio público	0,62
Electricidad consumida [\$/kWh]	
Cargo por energía	87,364
Cargo por compras de potencia	16,668
Cargo por potencia base en su componente de distribución / Tramo 1	29,666
Electricidad consumida sobre el límite de invierno [\$/kWh]	
Cargo por energía	87,364
Cargo por potencia adicional de invierno en su componente de compras de potencia	33,337
Cargo por potencia adicional de invierno en su componente de distribución / Tramo 1	59,332

Fuente: Elaboración propia basado en información proporcionada por Chilquinta Energía

Para calcular el consumo de electricidad se utilizara como referencia las horas que son impartidas por capacitación ya que la proyección del proyecto se realizará de manera anual. Esto solo con el fin de abarcar el consumo que se produce cuando se realizan cursos/capacitaciones externas. Y la potencia será la obtenida en el punto 3.5.1 del capítulo, correspondiente a 5,874 [kW]. En la Tabla 3-23 se detalla el gasto de electricidad por curso (20 horas).

Tabla 3-23 Gasto por curso de 20 horas del laboratorio.

Tarifa BT1A	Tarifa [\$/kWh]	Costo total [\$]
Administración del servicio [\$/mes]		
Cargo fijo mensual	1332,38	1332,38
Transporte de electricidad [\$/kWh]		
Cargo por uso del sistema de transmisión	14,328	1683,253
Cargo por servicio público	0,62	72,838
Electricidad consumida [\$/kWh]		
Cargo por energía	87,364	10263,523
Cargo por compras de potencia	16,668	1958,157
Cargo por potencia base en su componente de distribución / Tramo 1	29,666	3485,162
Electricidad consumida sobre el límite de invierno [\$/kWh]		
Cargo por energía	87,364	10263,523

El péndulo de Charpy se encuentra proyectado en la esquina del laboratorio y protegido con paredes antiproyectil para reducir el riesgo de accidentes.

El horno de tratamientos térmicos esta junto a los contenedores de enfriamiento, con esto se pretende lograr que la exposición de la pieza desde el calentamiento al enfriamiento sea rápido y evitar riesgos de quemaduras en un traslado mayor.

Junto a la puerta de entrada se dispone de un extintor y equipo básico de primeros auxilios en caso de emergencia.

La imagen es solo referencial y está sujeta a cambios de acuerdo a nuevos requerimientos, por lo que muebles como mesón de trabajo o pedestal de esmeril pueden desatornillarse para posteriores remodelaciones.

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA

4 EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica tiene como objetivo determinar si los beneficios del proyecto sobrepasan sus costos. Para esto se debe analizar cada ítem que supone un gasto y compararlo con los ingresos que se obtienen en un periodo de tiempo determinado.

En el presente capítulo se desarrollará el estudio económico del proyecto (basado en cotizaciones e información administrativa), el cual en cifras concretas demostrará la factibilidad o no-factibilidad del proyecto.

4.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Las condiciones generales son aquellos factores que se deben tener en cuenta para hacer el análisis económico y construir el flujo de caja. Las condiciones a establecer son:

- La evaluación económica se aplicará para un plazo de 5 años. Este plazo está relacionado con la depreciación máxima de los bienes que conforman el proyecto.
- Los valores que en el capítulo anterior fueron establecidos en peso chileno (\$), para efecto de evaluación serán analizados en unidades de fomento (UF) ya que esta es una unidad transversal a lo largo del tiempo.
- Para los costos de electricidad obtenidos en el capítulo anterior se utilizó el valor aplicado por la empresa eléctrica de la región de Valparaíso, Chilquinta.
- De acuerdo a información administrativa, en la actualidad se realizan 2 cursos de 20 horas cada uno, relacionadas al área a estudiar a empresas externas. Como meta, se proyectará un aumento de un curso anual.
- El laboratorio está proyectado principalmente para dos actividades: Una correspondiente a actividades académicas para las carreras de pregrado que tienen asignaturas relacionadas y otra para la capacitación de personal de empresas externas que requieran adquirir conocimientos en el área de tratamientos térmicos.

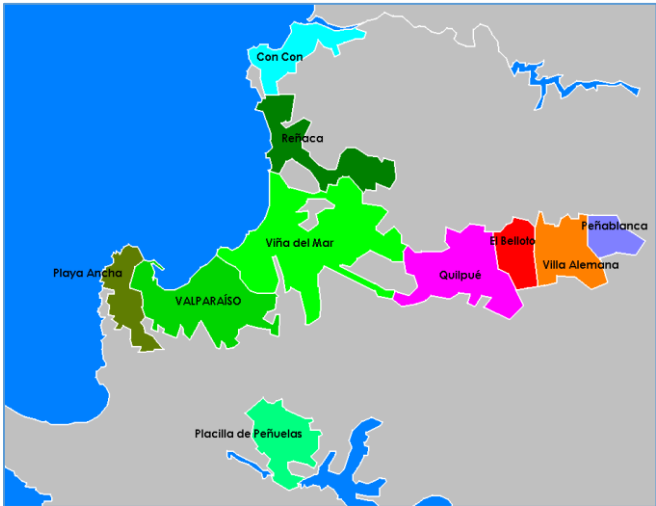
4.1.1 Situación actual de la competencia

De acuerdo a la información proporcionada por distintas entidades educativas como centros de formación técnica, institutos de educación superior o centros de capacitación, no hay ningún medio que ofrezca dentro de la región cursos en el área de Tratamientos Térmicos. Tampoco empresas del rubro. Por lo que ofrecer un servicio que no está en la región y en relación a la cantidad de empresas que hay, proporciona una ventaja al servicio que se ofrece. A continuación, se evaluarán distintas variables a considerar para realizar la evaluación del proyecto.

4.1.2 Zona a abarcar

El proyecto está pensando para dos modalidades en cuanto a capacitaciones externas. El primero es para empresas que tengan disposición de realizar los cursos dentro de las dependencias de la universidad y el segundo es para empresas que requieran el servicio de traslado del laboratorio. Para esta última se considera el costo y gestión de transporte.

La zona disponible para realizar los traslados está establecida como el Gran Valparaíso de la Imagen 4-1, que abarca las zonas de: Valparaíso, Playa Ancha, Viña del Mar, Reñaca, Concón, Villa Alemana, Peñablanca, Quilpué, El Belloto y Placilla de Peñuelas.



Fuente: Elaboración propia en relación a plano de la región

Imagen 4-1 Zona proyectada para el proyecto.

4.1.3 Posibles clientes

Las capacitaciones deben ser ofrecidas a empresas del rubro metal-mecánico en que su personal requiera interiorizar sobre el tema de tratamientos térmicos y los efectos en los metales. La Tabla 4-1 menciona las principales empresas del Gran Valparaíso que pueden interesarse en el servicio a ofrecer.

Tabla 4-1 Potenciales clientes de la zona.

Empresa	Ubicación	Empleados
Asmar	Prat 856, Valparaíso	+500
Mies	Freire 1320, Quilpué	+500
Enap	Av. Borgoño 25777 Concón	+500
Vihns	Calle Tres 753, El Belloto	1-50
Sociber	Blanco 1199, Valparaíso	51-100
Misyr limitada	Calle Limache, s/n Viña del Mar	1-50
Indura	Calle Limache 4059, Viña del Mar	1-50
Siderval	Calle Decima, Parcela 474, Placilla de Peñuelas	51-100
Imas Montajes Industriales	Av. Vergara 1455, Concón	100-500
Mecánica Bacigalupo	Chacabuco 2184, Valparaíso	51-100
Imelca SA	Av. Concón-Reñaca 372, Concón	100-500
Metalúrgica ferrometal Ltda	Las Azucenas 5, Viña del Mar	1-50

Empresa	Ubicación	Empleados
Maestranza Beth y cia Ltda	Amunategui 180, Villa Alemana	100-500
Metalmecánica Lourdes	German Riesco 2097, Valparaíso	1-50
Bettoli SA	Los Carrera 895, Quilpué	+500
Maestranza Nahuel SA	Av. El trabajador 701, Quilpué	1-50
Ingeniería y montajes Gabo SA	Los Almendros 137, Sector Fundo los Arrayanes, Peñablanca	1-50

Fuente: Elaboración propia según listado de empresas del rubro de Mercantil

4.1.4 Horas de servicio

Como es un proyecto para uso compartido, donde se debe priorizar el uso de los alumnos para complementar sus laboratorios, se debe tener en cuenta las horas que son usadas para fines académicos.

Las carreras que serán beneficiadas con el proyecto y horas académicas que se utilizan en cada una se muestran en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2 Horas de uso de laboratorio para asignaturas de carreras de pregrado.

PRIMER SEMESTRE	
Carrera	Horas
Ingeniería de ejecución en mecánica de procesos y mantenimiento industrial	3
Técnico universitario en mecánica industrial	6
Técnico universitario en mantenimiento industrial	12
Técnico universitario en minería y metalurgia	12
Técnico universitario en matricería de moldes y plásticos	3
SEGUNDO SEMESTRE	
Carrera	Horas
Técnico universitario en mecánica automotriz	3
Ingeniería de ejecución en mantenimiento industrial (diurno y residencial)	2

Fuente: Elaboración propia según información del Departamento de Mecánica

De la información anterior se puede concluir que el primer semestre requiere de 36 horas pedagógicas a la semana para uso de laboratorio, mientras que el segundo semestre solo requiere 5 horas a la semana.

Para analizar el tiempo restante que el laboratorio queda a libre disposición se considerará una semana (Lunes a Viernes) de 45 horas, además de que los meses de enero y febrero no serán consideradas, ya que se utilizan para planificación de actividades extras y vacaciones de funcionarios, mientras que el mes de julio solo será considerado con dos semanas.

Por lo tanto, quedan disponibles 9 horas semanales en los meses de marzo a julio y 40 horas semanales de agosto a diciembre.

Sin embargo, para fines extracurriculares, se puede adicionar el día sábado para capacitaciones. Con disponibilidad horario de 8:00 a 17:00. La siguiente información se ve resumida en la Tabla 4-3.

Tabla 4-3 Horas utilizadas y disponibles para laboratorio.

	PRIMER SEMESTRE		
	Semana	Mensual	Adicional
Marzo	9	40,5	16
Abril	9	40,5	16
Mayo	9	40,5	16
Junio	9	40,5	16
Julio	9	18	16
	SEGUNDO SEMESTRE		
	Semana	Mensual	Adicional
Agosto	40	180	16
Septiembre	40	180	16
Octubre	40	180	16
Noviembre	40	180	16
Diciembre	40	180	16

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a información de Departamento de Mecánica

Según la información proporcionada anteriormente, se resumen la disponibilidad en la Tabla 4-4:

Tabla 4-4 Resumen de horas de uso libre de laboratorio.

	Primer semestre	Segundo semestre
Horas académicas	180	900
Horas adicionales	80	80
Horas totales	260	980

Fuente: Elaboración propia según análisis de información

Considerando cursos de 20 horas pedagógicas cada uno, y en relación a la disponibilidad de tiempo libre de uso universitario, se podrían realizar hasta 62 cursos externos. No obstante, al tiempo restante se debe considerar el traslado en casos de que las capacitaciones sean fuera de la institución, tiempo destinado a mantención, disponibilidad de horario de profesor y otros imprevistos. Es por eso que para las proyecciones se utilizará como referencia la demanda actual, y desde ese punto proyectar las posibilidades de acuerdo a la información que se ha obtenido.

El análisis anterior es parte de la proyección y para demostrar las posibilidades que se desean abarcar. No representan necesariamente lo que se puede hacer en la práctica.

4.2 FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO

El termino flujo de caja corresponde a las entradas y salidas de dinero generados en un proyecto, inversión o actividad económica en un periodo dado, y constituye un indicador de liquidez de una empresa. Mediante el flujo de caja se puede analizar la viabilidad de un proyecto.

4.2.1 Costos del proyecto

Los costos del proyecto se consideran todos aquellos ítems que involucren gastos, en estos van incluidos la inversión inicial así como costos de mantención, traslados, comisiones e imprevistos. En la Tabla 4-5 se encuentran los costos de los equipos seleccionados en el capítulo 3.

Tabla 4-5 Valores de equipos e implementos del proyecto.

Ítem	Cantidad	Valor unitario	Valor total [\$]	Valor total [UF]
Container	1	1.570.000 + IVA	1868300	68,7
Horno	1	2.550.000 + IVA	3034500	111,6
Charpy	1	1.000.000 + IVA	1190000	43,8
Microscopio metalográfico	1	2.798.000 + IVA	3329620	122,4
Durómetro	1	525.250 + IVA	625048	23,0
Esmeril	1	102245	102245	3,8
Protección visual	10	1390	13900	0,5
Protección de manos	2	36839	73678	2,7
Ropa de seguridad	2	7490	14980	0,6
Extintor	1	49990	49990	1,8
Botiquín	1	17990	17490	0,6
Aceite	1	89.730 + IVA	106779	3,9
Acero 1045	-	73.416 + IVA	87365	3,2
Acero 1020	-	2.713 + IVA	3228	0,1
Acero Bronce-Latón	-	10.836 + IVA	12895	0,5
Pie de metro	2	40.781 + IVA	97059	3,6
Pedestal esmeril	1	329.658 + IVA	392293	14,4
Estanque de enfriamiento	3	135.000 + IVA	481950	17,7
Tenazas largas	1	8.390	8390	0,3
Mueble con cajones	1	449.568 + IVA	534986	19,7
TOTAL			12044695	442,9

Fuente: Elaboración propia mediante CAD.

En la Tabla 4-6, se encuentran los costos asociados a sueldos, consultados de acuerdo a las actividades que se realizan en la actualidad por concepto de cursos externos.

Tabla 4-6 Egresos por sueldos.

Cargo	UF	
	Tarifa Hora	Tarifa Curso
Profesor	2	40
Ayudante	1	20
Total	3	60

Fuente: Elaboración propia en relación a consulta de personal

La inversión inicial, solo para implementar el laboratorio, asciende a los \$10.000.000, este valor puede ser menor dependiendo de si se encuentran disponibles equipos o implementos que se encuentren en el listado y que la universidad pueda ceder para este proyecto, así como también los valores pueden diferir de otros proveedores que presenten algún convenio con la universidad u otras empresas que oferten.

Dentro de los costos, también se pueden asociar a largo plazo, es el mantenimiento de los equipos que han sido seleccionados para implementar el laboratorio. Este mantenimiento implicará un costo de acuerdo a la frecuencia en que se realicen y las fallas principales. Este costo es principalmente mano de obra y repuesto. En la Tabla 4-7 se señalan los equipos e implementos que se deben evaluar anualmente de acuerdo a lo descrito en el capítulo anterior.

Tabla 4-7 Costos de mantención de equipos.

Ítem	Frecuencia [año]	Mano de obra [\$/h]	Costo insumos [\$]	Costo total [\$]	Costo total [UF]
Horno	1	\$10.000	\$26.000	\$36.000	1,324
Charpy	1	\$10.000		\$10.000	0,368
Microscopio metalográfico	2			\$-	0,000
Durómetro	1			\$-	0,000
Esmeril	2	\$10.000	\$26.000	\$72.000	2,647
Extintor	4		\$9.500	\$38.000	1,397
Pie de metro	2			\$-	0,000
TOTAL				\$156.000	5,737

Fuente: Elaboración propia según catalogo y cotizaciones

4.2.2 Ingresos del proyecto

Los ingresos del proyecto corresponden a lo que se recibirá por concepto de capacitaciones que se realizan a externos, que es uno de los fines del laboratorio móvil. Según la información proporcionada por un profesor de las asignaturas relacionadas a tratamientos térmicos y encargado de realizar talleres externos, en la actualidad se realiza entre 1 a 2 talleres anuales que tienen una duración de 80 horas pedagógicas. El ideal del proyecto es alcanzar a realizar 4 talleres al año antes de los 5 años de iniciado el proyecto.

Cada curso será calculado para 6 personas y constará de un profesor exponente y un ayudante. El valor que tiene el curso está relacionado al cobro que tienen dichos profesores, además del consumo energético y transporte del laboratorio en caso de requerir como han sido detallados en el capítulo 4.1.1.

La tarifa para el curso es fija independiente del número de participantes que este tenga (sin superar el máximo mencionado anteriormente), y el valor puede variar dependiendo de si se realiza en las dependencias de la universidad o si el laboratorio debe ser trasladado a alguna empresa dentro de la zona, por lo que para este caso se realizará un cobro extra por costos de traslado más concepto de viatico para expositores. La Tabla 4-8 señala los valores para cada caso.

Tabla 4-8 Valores de los cursos a realizarse en el laboratorio.

Ítem	Valor hora [UF]	Valor curso [UF]
Sueldo	3	60
Traslado	0,4	8

Ítem	Valor hora [UF]	Valor curso [UF]
Gestión traslado	0,032	0,64
Viático	0,2	4
Total	3,632	72,64
Curso	3	60
Valor curso	6,632	132,64

Fuente: Elaboración propia según necesidades económicas.

Cabe señalar que el concepto de traslado es de acuerdo al valor que cobra una empresa externa de transporte, con un porcentaje adicional por la gestión (+8%).

4.2.3 Depreciación

El concepto “Depreciación” hace referencia la pérdida de valor que sufre un bien o un activo por su uso, edad u obsolescencia durante su vida útil. Esta pérdida que se produce pasa a ser un costo a través de la depreciación.

Al ser utilizado el activo va perdiendo su valor, lo que hace necesario reemplazarlo en un futuro y este reemplazo genera costos en el mes que es reemplazado.

Cada bien tiene una vida útil diferente. Para este caso se utilizara como fuente la información entregada por Servicio de Impuestos Internos que de acuerdo a la Resolución N°43, de 26-12-202 se resumen en la Tabla 4-9.

Tabla 4-9 Vida útil y depreciación de equipos según SII.

DEPRECIACIÓN EN AÑOS								
Ítem	Costo inicial	Vida útil	Tiempo deprecia- ción	1 (UF)	2 (UF)	3 (UF)	4 (UF)	5 (UF)
Estructura metálica	69	20	6	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
Instalaciones en general	5	10	3	1,7	1,7	1,7	-	-
Herramientas pesadas	279	8	2	139,5	139,5	-	-	-
Herramientas livianas	9	3	1	3	-	-	-	-
Muebles y enseres	34	7	2	17	17	-	-	-
Pupitres, sillas, bancos, escri- torios y otros	3	5	1	3	-	-	-	-
Total depreciación	399			175,7	169,7	13,2	11,5	11,5

Fuente: Elaboración propia según información del SII.

4.2.4 Flujo de caja sin financiamiento

El flujo de caja corresponde a un informe financiero que evalúa los ingresos y egresos de dinero que se tienen en un negocio, empresa, o como en este caso, un proyecto durante un tiempo, e indica la liquides de la empresa.

De acuerdo a la información recopilada a lo largo del trabajo se obtienen la siguiente proyección tabulada en la Tabla 4-10.

Tabla 4-10 Flujo de caja del proyecto sin financiamiento.

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
+	Ingresos		265,3	397,9	530,6	663,2	795,8
-	Costos		-124,4	-222,9	-293,9	-361,8	-431,9
=	MARGEN	0,0	140,8	175,0	236,6	301,4	363,9
-	Depreciación		-243,2	-92,1	-17,4	-11,5	-11,5
+	Valor residual						
=	UT. ANTES DE IMPUESTOS	0,0	-102,4	83,0	219,3	289,9	352,4
-	Perdida del ejercicio anterior			-102,4	-19,4		
=	BASE IMPONIBLE	0,0	-102,4	-19,4	199,9	289,9	352,4
-	Impuestos		0,0	0,0	-54,0	-78,3	-95,2
=	UT. DESPUES DE IMPUESTOS	0,0	-102,4	-19,4	145,9	211,6	257,3
+	Depreciación		243,2	92,1	17,4	11,5	11,5
+	Perdida del ejercicio anterior			102,4	19,4		
-	Inversión	-442,9					
-	Intangibles						
-	Puesta en marcha						
-	Imprevistos	-44,3					
+	Valor libro						
-	Capital d trabajo	-145,4					
+	Recuperacion capital de trabajo						145,4
	Flujo de caja Neto	-632,6	140,8	175,0	182,7	223,1	414,2
	FLUJO DE CAJA ACUMULADO	-632,6	-491,8	-316,7	-134,1	89,0	503,2

Tasa de descuento	10%	12%	15%	20%	30%	40%
VAN	187	139	76	-14	-148	-241
TIR	19%					
PRI Simple	3,5					
PRI Actualizado	5,0	-504,6	-359,9	-222,7	-70,3	186,9
IVAN	0,3					

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a evaluación económica por ítems

4.2.5 Valor actual neto (VAN)

El Valor Actual Neto es una herramienta financiera que indica la diferencia de dinero que entra a la empresa y la cantidad que se invierte en la misma, por lo que permite evaluar si el proyecto otorga beneficios .Además, el VAN cuenta con una tasa de interés de corte y se utiliza para actualizar constantemente.

Se obtiene mediante la ecuación

$$VAN = I_o + \sum_{j=1}^n \frac{Fj}{(1 + i)^j}$$

Donde:

Fj: Flujo neto en el periodo j.

Io: Inversión inicial.

i: Tasa de interés.

n: Horizonte de evaluación.

De acuerdo a las evaluaciones económicas, el VAN indica que el proyecto tiene rentabilidad en un periodo de 5 años con una tasa de descuentos de un 10%.

4.2.6 Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno, es la tasa de descuento que se tiene en un proyecto y que nos permite que el VAN sea como mínimo igual a la inversión. Para obtener el TIR de la mejor manera, será necesario conocer el tamaño de la inversión y el flujo de caja proyectado.

Para obtener el TIR se aplica la ecuación

$$0 = I_o + \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1 + TIR)^j}$$

Donde:

Fj: Flujo neto en el periodo j.

Io: Inversión inicial.

n: Horizonte de evaluación.

El proyecto sin financiamiento y a lo largo de 5 años logra tener un TIR positivo de un 19%, lo que da inicio a la viabilidad del proyecto.

4.2.7 Periodo de retorno de la inversión (PRI)

También denominado Payback, es el periodo de tiempo necesario para que el flujo de caja acumulado, cubra el monto total de la inversión, es decir, el tiempo en que el VAN logra ser igual a cero.

Hay dos maneras de obtener el tiempo de recuperación de la inversión. El primero se realiza sumando los flujos de caja neto hasta que esta suma sea mayor o igual a cero, y se aplica en la ecuación

$$\sum_{i=0}^n FN_i \geq 0$$

Donde:

n: Periodo de tiempo donde en VAN se hace cero.

FN: Flujo neto del periodo.

Sí se conoce en qué periodo el VAN es cero, se aplica la siguiente ecuación para obtener un tiempo más preciso para el PRI simple

$$PRI = (n - 1) + \frac{I_o - FNA_{n-1}}{FN_n}$$

Donde:

n: Período de tiempo donde VAN se hace cero.

Io: Inversión inicial.

FNA: Flujo neto acumulado del periodo.

FN: Flujo neto del periodo.

Para obtener los flujos de caja actualizados, se debe tomar en cuenta la tasa de interés y se aplica a la ecuación de PRI actualizado a continuación

$$\sum_{j=0}^{Tp} \frac{F_j}{(1+i)^j} = 0$$

Donde:

Tp: Período de recuperación, tiempo de pago.

Fj: Flujo neto en el periodo “j”.

i: Tasa de descuento del inversionista.

De acuerdo al flujo de caja de la Tabla 4-10, se obtiene que el retorno de la inversión se produce en el año 4, aplicando la ecuación de PRI simple, el retorno es en 3,5 años.

Ahora, aplicando una tasa de interés de un 10% para un PRI actualizado, el retorno se produce entre el cuarto y quinto año.

4.2.8 Índice de valor actual neto (IVAN)

Este indicador relaciona el dinero que genera el proyecto con el que se requiere para ejecutarlo. Se obtiene mediante la ecuación

$$IVAN = \frac{VAN}{I_o}$$

Para el flujo de caja sin financiamiento, el IVAN obtenido es de un 0,3, lo que indica que el proyecto no es rentable económicamente, pero en consideración de que los fines del proyecto son educacionales, el IVAN indica que no se producirán pérdidas en la inversión.

4.2.9 Flujo de caja con financiamiento

Para financiar el proyecto se han simulado créditos con una entidad bancaria como persona natural y se han solicitado montos para el 25% y 50% del valor de la inversión inicial, además, se ha dispuesto de un plazo de 4 años para pagar dicho crédito.

A continuación se presentan los indicadores obtenidos con dichos créditos.

Tabla 4-11 Flujo de caja con 25% de financiamiento externo. Montos en UF

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
+	Ingresos		265,3	397,9	530,6	663,2	795,8
-	Costos		-124,4	-222,9	-293,9	-361,8	-431,9
=	MARGEN	0,0	140,8	175,0	236,6	301,4	363,9
-	Depreciación		-243,2	-92,1	-17,4	-11,5	-11,5
.	Interés préstamo		-43,0	-35,8	-26,6	-14,9	0,0
+	Valor residual						
=	UT. ANTES DE IMPUESTOS	0,0	-145,3	47,2	192,7	275,0	352,4
-	Perdida del ejercicio anterior			-145,3	-98,1		
=	BASE IMPONIBLE	0,0	-145,3	-98,1	94,6	275,0	352,4
-	Impuestos		0,0	0,0	-25,5	-74,3	-95,2
=	UT. DESPUES DE IMPUESTOS	0,0	-145,3	-98,1	69,0	200,8	257,3
+	Depreciación		243,2	92,1	17,4	11,5	11,5
+	Perdida del ejercicio anterior			145,3	98,1		
-	Inversión	-443,0					
-	Intangibles						
-	Puesta en marcha						
-	Imprevistos	-44,3					
+	Valor libro						
-	Capital de trabajo	-145,4					
+	CRÉDITO	158,18					
-	Amortización del crédito		-26,6	-33,8	-43,0	-54,7	0,0
+	Recuperación capital de trabajo						145,4
	Flujo de caja Neto	-474,5	71,2	105,4	141,5	157,5	414,2
	FLUJO DE CAJA ACUMULADO	-474,5	-403,3	-297,9	-156,4	1,1	415,3

Tasa de descuento	10%	12%	15%	20%	30%	40%
VAN	148	108,9	56,1	-17,7	-126,3	-200,3
TIR	19%					
PRI Simple	3,9					
PRI Actualizado	5,0	-409,8	-322,6	-216,3	-108,8	148,4
IVAN	0,3					

Porcentaje de financiamiento	25%
Monto del préstamo	158,18
Tasa de interés del préstamo	27,18%

Amortización crédito	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Saldo insoluto	\$ 158,2	\$ 132,9	\$ 99,8	\$ 56,6	\$ -
Cuota	\$ -	\$ -65,3	\$ -65,3	\$ -65,3	\$ -65,3
Intereses	\$ -	\$ 40,0	\$ 32,2	\$ 22,0	\$ 8,7
Amortización	\$ -	\$ 25,3	\$ 33,1	\$ 43,3	\$ 56,6

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a información económica del proyecto

Tabla 4-12 Flujo de caja con 50% de financiamiento externo. Montos en UF

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
+	Ingresos		265,3	397,9	530,6	663,2	795,8
-	Costos		-124,4	-222,9	-293,9	-361,8	-431,9
=	MARGEN	0,0	140,8	175,0	236,6	301,4	363,9
-	Depreciación		-243,2	-92,1	-17,4	-11,5	-11,5
-	Interés préstamo		-69,3	-56,8	-41,4	-22,8	0,0
+	Valor residual						
=	UT. ANTES DE IMPUESTOS	0,0	-171,7	26,2	177,8	267,1	352,4
-	Perdida del ejercicio anterior			-171,7	-145,5		
=	BASE IMPONIBLE	0,0	-171,7	-145,5	32,4	267,1	352,4
-	Impuestos		0,0	0,0	-8,7	-72,1	-95,2
=	UT. DESPUES DE IMPUESTOS	0,0	-171,7	-145,5	23,6	195,0	257,3
+	Depreciación		243,2	92,1	17,4	11,5	11,5
+	Perdida del ejercicio anterior			171,7	145,5		
-	Inversión	-443,0					
-	Intangibles						
-	Puesta en marcha						
-	Imprevistos	-44,3					
+	Valor libro						
-	Capital d trabajo	-145,4					
+	CRÉDITO	316,36					
-	Amortización del crédito		-57,3	-69,9	-85,2	-103,9	0,0
+	Recuperación capital de trabajo						145,4
	Flujo de caja Neto	-316,4	14,2	48,4	101,2	102,6	414,2
	FLUJO DE CAJA ACUMULADO	-316,4	-302,2	-253,8	-152,6	-50,0	364,2

Tasa de descuento	10%	12%	15%	20%	30%	40%
VAN	140	107	64	4	-83	-141
TIR	20%					
PRI Simple	4,1					
PRI Actualizado	5,0	-303,5	-263,5	-187,4	-117,4	139,8
IVAN	0,4					

Porcentaje de financiamiento	50%
Monto del préstamo	316,4
Tasa de interés del préstamo	21,91%

Amortización crédito	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Saldo insoluto	\$ 316,4	\$ 260,9	\$ 192,0	\$ 106,4	\$ -
Cuota	\$ -	\$ -119,4	\$ -119,4	\$ -119,4	\$ -119,4
Intereses	\$ -	\$ 64,0	\$ 50,5	\$ 33,8	\$ 13,0
Amortización	\$ -	\$ 55,5	\$ 68,9	\$ 85,6	\$ 106,4

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a información económica del proyecto

4.2.10 Rentabilidad del proyecto

Con los flujos de caja para cada propuesta de financiamiento y los resultados de los principales indicadores económicos se puede concluir que proyecto posee mejor rentabilidad.

En la Tabla 4-13, podemos observar que para los tres casos propuestos el periodo de recuperación de la inversión es igual, mientras que el VAN disminuye a mayor financiamiento. El caso del TIR son similares, por lo que no afectará la elección, lo mismo para el caso del PRI donde todos se producirán en un plazo de 5 años.

Tabla 4-13 Resumen de rentabilidad del proyecto con diferentes niveles de financiamiento

	PORCENTAJE DE FINANCIAMIENTO		
	0%	25%	50%
TASA DE DCTO	10%	10%	10%
VAN	187 UF	148 UF	140 UF
TIR	19%	19%	20%
PRI	4	4	5

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a flujos de caja

El proyecto sin financiamiento es el más favorable de los tres casos, por lo que será el elegido para continuar la propuesta de proyecto.

4.3 FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

De acuerdo a los datos obtenidos anteriormente, el proyecto sin financiamiento por una entidad externa es el más adecuado de nuestros casos para poder obtener beneficios.

Para obtener los recursos necesarios para iniciar el proyecto se propone que se obtengan mediante un fondo concursable dentro de la universidad, los que abren su convocatoria el mes de octubre de cada año y constan de dos presupuestos a otorgar, uno de \$5.000.000 y otro de \$20.000.000.

Otra propuesta es que el proyecto sea acogido al departamento de mecánica y sea financiado con los excedentes del departamento, pero este debe ser evaluado al final del periodo académico y con la incertidumbre de si el monto necesario está disponible.

Finalmente, un tercer financiamiento y el más adecuado a este caso por los montos que se han establecido anteriormente, es que sea financiado de manera mixta. Esto quiere decir acoger el fondo concursable de \$5.000.000 y el resto del proyecto financiado por los excedentes del departamento.

4.4 SENSIBILIZACIÓN

El análisis de sensibilización es aquel que evalúa como el cambio de alguna variable del proyecto genera un impacto sobre algún indicador de interés. Se utiliza para evaluar alternativas en el momento de tomar decisiones.

Los supuestos que se plantean para realizar la sensibilización son tres, y las consecuencias que se obtengan de estos cambios se ven reflejadas en los indicadores económicos, principalmente en el VAN y el TIR.

4.4.1 Variación en la cantidad de cursos por año

El primer supuesto consiste en la variación de cursos proyectados anualmente.

Para los flujos de caja e ideal de cursos para realizar, se determinó que durante el primer año se realizarían 2 cursos y aumentaría uno anualmente. En el caso del supuesto se analizará un caso A, donde se realizará un curso el primero año y aumentó de uno anualmente, mientras que para un caso C se determinó que para el primer año se realizaran tres cursos, aumentando uno cada año que pasa. El caso B corresponde a lo proyectado en el flujo de caja. Esto se muestra e n la Tabla 4-14 Resumen de indicadores economicos para variación de cursos anuales.

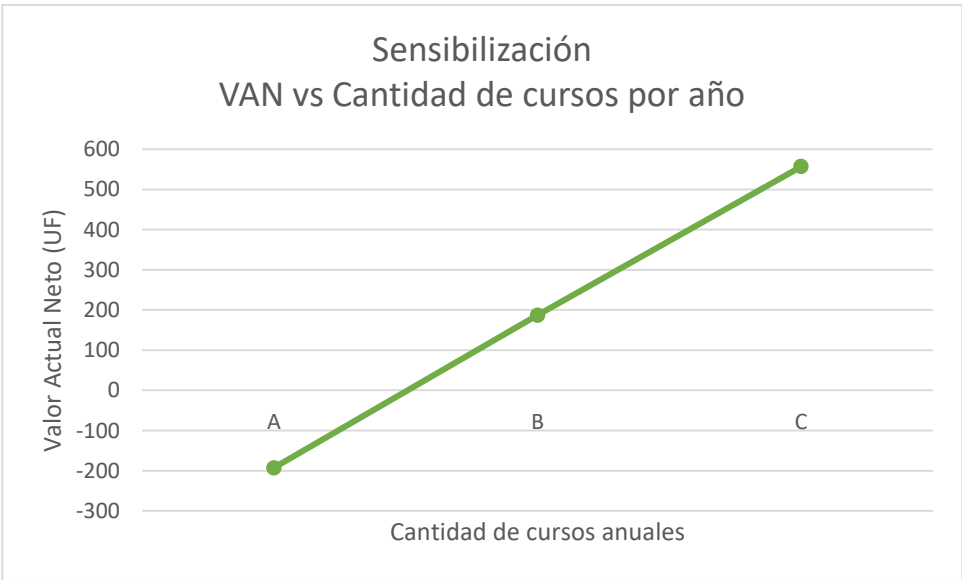
Tabla 4-14 Resumen de indicadores economicos para variación de cursos anuales

Supuesto	A	B	C
VAN	-193	187	557
TIR	1%	19%	37%
PRI Simple	4,9	3,6	2,4
PRI Actualizado	+5	5	3
IVAN	-0,3	0,3	0,9

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a análisis de sensibilización

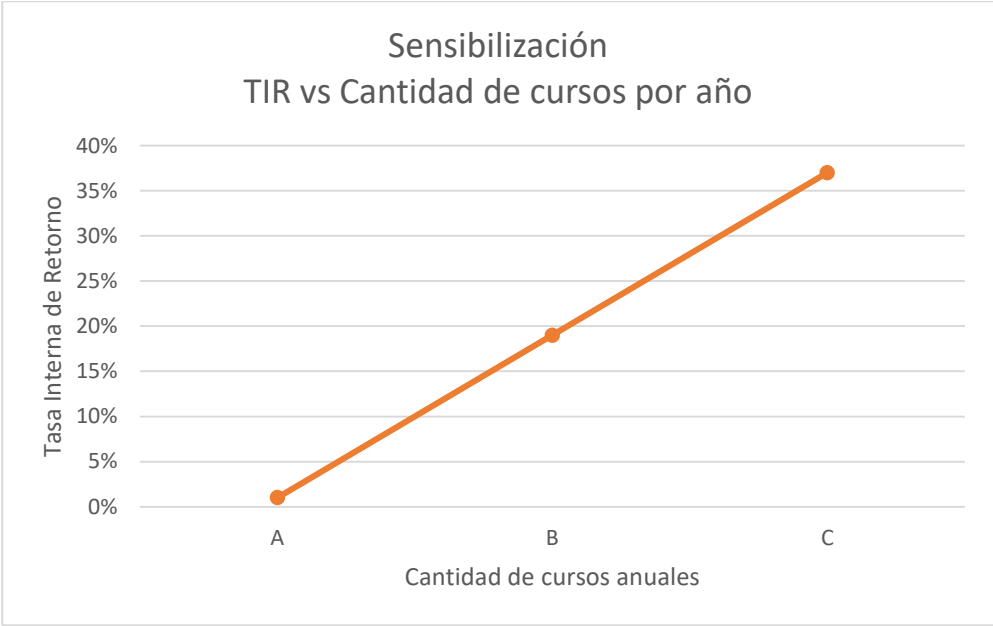
Como se puede observar en el cuadro resumen, el VAN y el TIR aumentan de acuerdo a la cantidad de cursos que se realizan en un año, así como también mientras más cursos el PRI será más pronto. La variación tiene un aumento significativo y comenzando con tres cursos el primer año se puede tener un retorno de la inversión en tan solo 3 años

A continuación se muestran los gráficos correspondientes al análisis anterior, donde se observa un aumento proporcional de los indicadores.



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a análisis de sensibilización

Gráfico 4-1 Sensibilización. VAN vs Cantidad de cursos anuales



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a análisis de sensibilización

Gráfico 4-2 Sensibilización. TIR vs Cantidad de cursos anuales.

4.4.2 Variación del valor de los cursos

El segundo supuesto para este análisis corresponde a una variación en el valor de los cursos que se ha estimado. En este caso D corresponde al precio cobrado inicialmente, mientras que E y F son los nuevos valores supuestos que corresponde a un 10 y 20% del caso D.

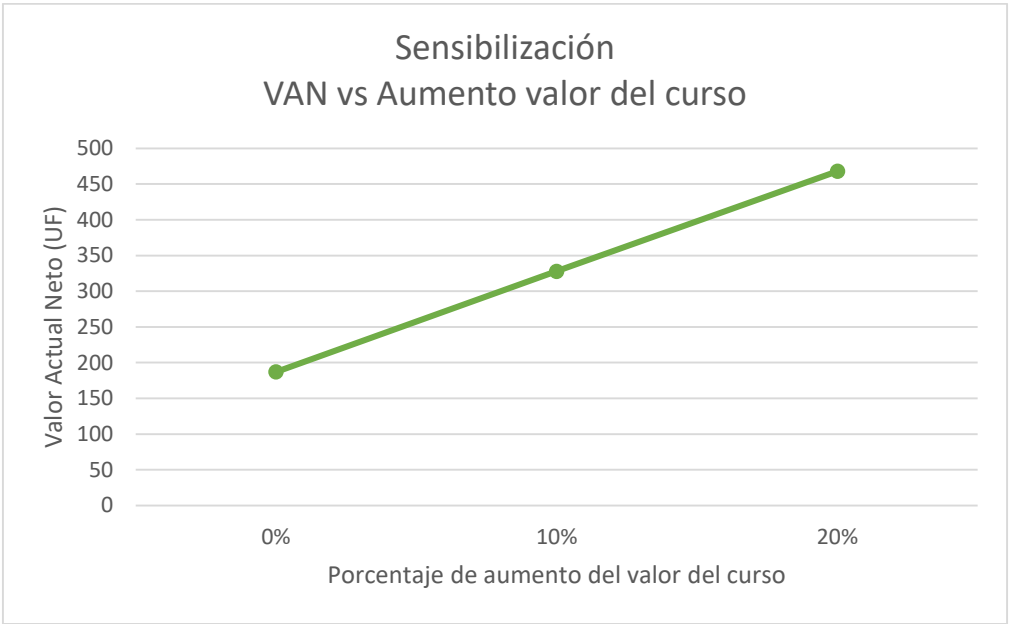
La Tabla 4-15 resume los valores obtenidos para los indicadores económicos, donde se puede observar que mientras más se cobre por el servicio, el VAN y el TIR aumentaran, lo que respecta al PRI solo varía en un año el retorno.

Tabla 4-15 Resumen de indicadores económicos para variación valor del curso anual

Supuesto	D	E	F
VAN	187	328	468
TIR	19%	25%	31%
PRI Simple	3,6	2,8	3,6
PRI Actualizado	5	3	5
IVAN	0,3	0,5	0,7

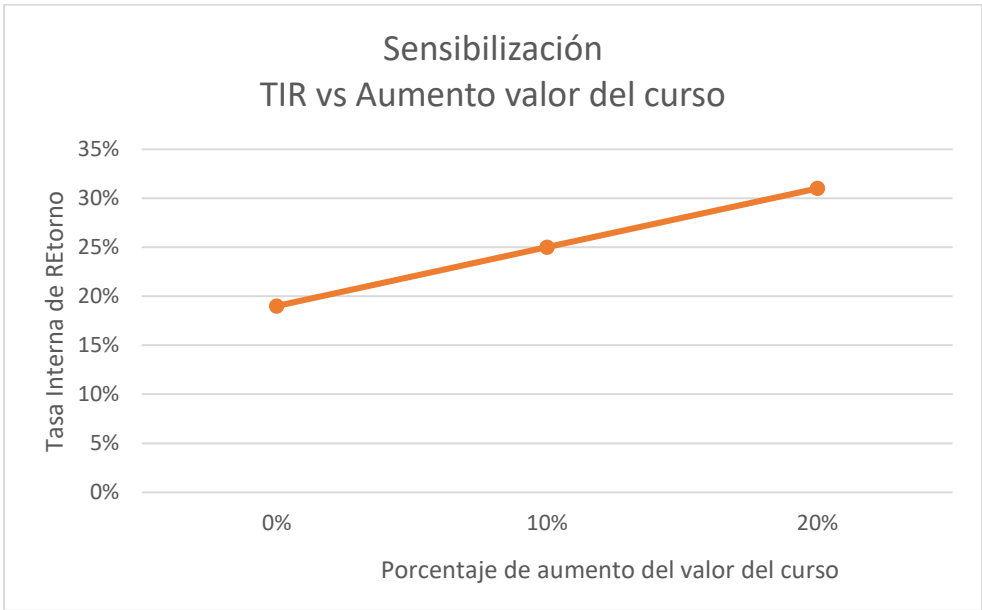
Fuente: Elaboración propia de acuerdo a análisis de sensibilización

Los gráficos que representan el análisis anterior se muestran a continuación.



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a análisis de sensibilización

Gráfico 4-3 Sensibilización. VAN vs Aumento porcentual del valor de los cursos.



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a análisis de sensibilización

Gráfico 4-4 Sensibilización. TIR vs Aumento porcentual de valor de los cursos.

4.4.3 Variación del valor de la inversión inicial

El tercer supuesto corresponde a una variación en la inversión inicial donde G corresponde al valor obtenido en relación a las cotizaciones y H, I y J, corresponden a una variación en esas cotizaciones de un 5, 10 o 15% respectivamente del valor cotizado. En la Tabla 4-16 se resumen los datos obtenidos de los supuestos presentados

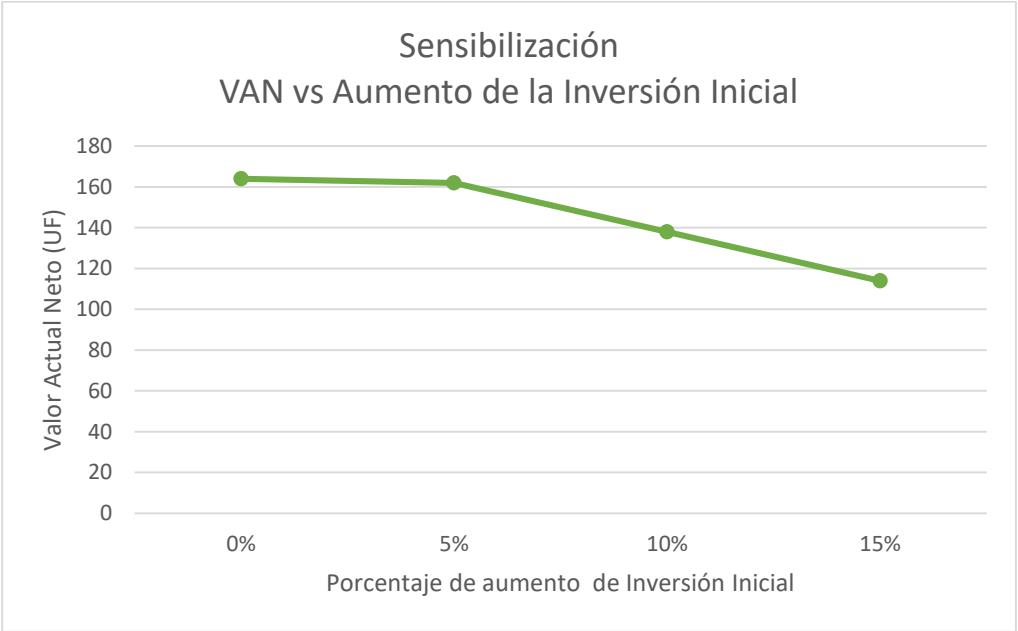
Tabla 4-16 Resumen de indicadores económicos para variación valor de la inversión inicial

Supuesto	G	H	I	J
VAN	164	162	138	114
TIR	18%	18%	16%	15%
PRI Simple	3,5	3,7	3,8	3,9
PRI Actualizado	5	4	4	5
IVAN	0,3	0,2	0,2	0,2

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a análisis de sensibilización

Los gráficos que se representan el análisis anterior se muestran a continuación representan una tendencia inversamente proporcional, mientras mayor sea la inversión inicial, menor será el VAN y el TIR, mientras que el PRI no presenta variaciones.

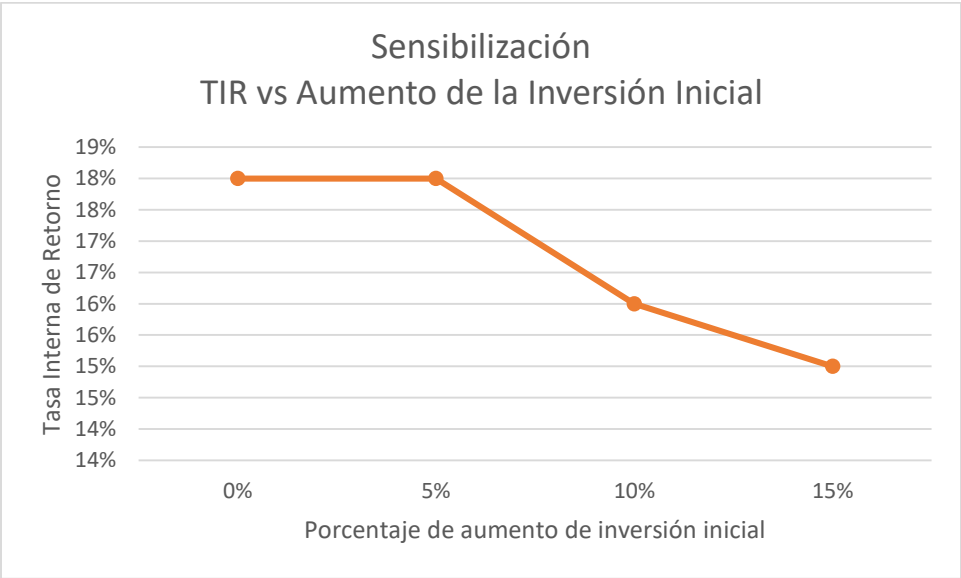
En el Gráfico 4-5 se puede observar que aumentar la inversión en un 5% no representa un cambio significativo con respecto al VAN, pero al aumentar la inversión los valores disminuyen de manera más acelerada.



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a análisis de sensibilización

Gráfico 4-5 Sensibilización. VAN vs Aumento de la inversión inicial.

En el Gráfico 4-6 se presenta una tendencia similar al anterior. El aumento de la inversión inicial aumenta el tiempo en que se producirá el retorno de dinero. Por lo que el aumento es un 5% es aceptable. Los demás indican un riesgo.



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a análisis de sensibilización

Gráfico 4-6 Sensibilización. TIR vs Aumento de la inversión inicial.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Un estudio de pre-factibilidad técnica y económica debe considerar todos los aspectos que se necesitan para llevar a cabo un proyecto. Desde lo que se puede observar directamente como en este caso es el laboratorio, hasta todo lo necesario para que el proyecto se pueda concretar una vez aprobado como lo es costos administrativos, legales, impacto que tiene en la comunidad y marketing.

Se debe estudiar todos los posibles trabajos relacionados al tema, para luego ordenar las ideas y priorizar las actividades que se desean fomentar. Las dos consideraciones más relevantes son que el laboratorio es móvil, por lo que el peso y dimensiones de la estructura influyen. Además de considerar la seguridad, ya que al trabajar con temperatura y en espacio reducido implica un riesgo a evaluar. Este ítem se consideró en la evaluación técnica

La segunda consideración es el público objetivo del proyecto. El laboratorio principalmente está orientado al alumnado de la sede, pero así también para que personas externas obtengas los conocimientos básicos del tema, por lo que los implementos que se tengas deben ser los necesarios para desarrollar la teoría y práctica sin mayor dificultad.

La evaluación económica indica que el proyecto es rentable dentro del plazo estipulado (5 años) y que al cuarto año se pueden apreciar las ganancias de este. Esta evaluación fue considerada aumentado un curso externo al año, sin embargo, realizando una campaña de marketing adecuada se puede lograr realizar más capacitaciones ya que el horario disponible mejora las posibilidades.

El mantenimiento preventivo de los equipos será crucial para mantener la disponibilidad, así cuando sea solicitado un servicio se encuentre disponible.

Respecto a la evaluación técnica, esta puede sufrir variaciones, ya que los proveedores consultados fueron de manera particular y hay empresas que trabajan directamente con la institución y poseen beneficios respecto a valores y garantías.

La evaluación económica está realizada en UF para actualizar los valores de acuerdo a los años, y el impuesto calculado es en relación al último periodo establecido por el SII y está sujeto a reevaluaciones anualmente.

Otro factor que puede afectar la evaluación económica es la disponibilidad de equipos que se encuentran en la universidad y pueden ser reubicados en este laboratorio. Esto disminuiría los gastos por concepto de inversión y aumentaría el mantenimiento, ya que hay que asegurar que se encuentren operativos.

BIBLIOGRAFÍA

- APRAIZ Barreiro, José. Tratamientos térmicos de los aceros. 10ª ed. Madrid: Dossat 2000. 739 p. ISBN 84-95312-56-5
- CALLISTER, WILLIAM D. Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales. 3ª ed. Barcelona 1995: Editorial Reverte SA. 803 p. ISBN 84-29172-53-9
- DEGARMO, Paul, BLACK, Temple y KOHSER, Ronald. Materiales y procesos de fabricación. 2ª ed. Barcelona 2002. Editorial Reverte SA. 1255 p. ISBN 84-291-4822-1
- MORE, HARRY D. Materiales y procesos de fabricación. México 2002: 920 p. ISBN 96-81819-73
- TIMINGS, ROGER. Tecnología de la fabricación: Procesos y materiales de taller. México 2001. 448 p. ISBN 970-15-0748-7
- FERNANDEZ Avila, David. Pre factibilidad de una planta de tratamientos térmicos. Trabajo de título (Ingeniero de Ejecución en Gestión Industrial) Concepción, Chile: UTFSM. Sede Concepción, 1998. 111 h
- UNIVERSIDAD COLOMBIANA DE INGENIERIA. Facultad ingeniería industrial. Laboratorio de producción. Tratamientos térmicos. Protocolo. Curso de materiales.
- UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE. Departamento de Ingeniería Metalúrgica. Capítulo 25: Tratamientos térmicos.
- UNIVERSIDAD DE MALAGA. Ciencia de materiales. Tema 4: Aleaciones Hierro-Carbono. Acero y fundiciones.
- UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE. Departamento de Ingeniería Metalúrgica. Capítulo 20: Diagramas de equilibrio.
- UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE. Departamento de Ingeniería Metalúrgica. Capítulo 6: Aleaciones Hierro-Carbono
- AULAS URUGUAY EDUCA. Estudiando las propiedades mecánicas. [En línea] <<http://aulas.uruguayeduca.edu.uy/mod/book/tool/print/index.php?id=21792>> [consulta: 19 junio 2018]
- NABERTHERM. Tecnología para procesos térmicos II. [En línea] https://www.nabertherm.es/produkte/thermprozessechnik/thermalprocessstechnology2_spanish.pdf [consulta: 14 mayo 2018]
- HORNOS INDUSTRIALES LTDA. Tratamientos térmicos. [En línea] https://hornosindustriales.cl/info_site/Tratamientos%20Termicos%20-%20hornos%20industriales%20ltda.pdf [consulta: 4 junio 2018]
- UNIVERSIDAD DON BOSCO. Ciencia de los materiales, manual de laboratorio. [En línea] <http://www.udb.edu.sv/udb/archivo/guia/mecanica-ingenieria/ciencia-de-los-materiales/2014/ii/guia-1.pdf> [consulta: 24 mayo 2018]

- UNIVERSIDAD DE CHILE. Laboratorio de tratamientos térmicos. [En línea] <http://ingenieria.uchile.cl/investigacion/presentacion/laboratorios/departamento-de-ciencia-de-los-materiales/90895/laboratorio-de-tratamientos-termomecanicos> [consulta: 31 mayo 2018]
- REVISTA MEXICANA DE FÍSICA. Prueba de impacto: Ensayo Charpy. [En línea] https://rmf.smf.mx/pdf/rmf-e/52/1/52_1_51.pdf [consulta: 4 junio 2018]
- PLANTA DE SERVICIOS AHUEL. Alivio de tensiones. [En línea] <http://www.auel.cl/aliviotensiones.html> [consulta: 12 junio 2018]

ANEXOS

ANEXO A: COTIZACIÓN DE CONTAINER

e-mail: containers@arricamsa.cl
fono: 225356031
Dirección: Lumiere 0280, Maipú
Dirección Bodega: Camino Lonquén Parcela 48, Maipú.



COTIZACIÓN DE VENTA

N° 14162
TEL 978013468
Santiago, 19 de Junio 2018

Señor(es)
VALENTINA ALVEAR
Presente

De nuestra consideración:

Tenemos el agrado de cotizar la fabricación y venta de los productos que se detallan a continuación:

1.1.- Sitio web: www.arricamsa.cl

2.- Valor

ITEM	PRECIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
MODULO OFICINA PLANTA LIBRE 20 PIES TIPO CONTAINER	\$ 1.595.000	1	\$ 1.595.000
			\$ 0
VALOR NO INCLUYE TRASLADO			\$ 0
Neto			\$ 1.595.000
19% IVA			\$ 303.050
TOTAL			\$ 1.898.050



Lumiere 0280, Maipú.
Bodega: Camino Lonquén Parcela 48, Maipú
Fono: 225356022 - 225356031
e-mail: containers@arricamsa.cl - www.arricamsa.cl

Instalación eléctrica

- Sistema reglamentario de 220v embutido en tubo PVC de ½ “.
- Conductores THN 12 y 14 acometido a caja exterior con tierra.
- Tapa ciega.
- Protección reglamentaria en tablero sobrepuesto con un automático de 16amp., dos automáticos de 10amp. (Luminarias y Enchufes) y un diferencial de 25amp.
- Dos luminarias 2x40 w sobrepuestas
- Dos enchufes dobles más dos puntos de conexión telefónica y dos puntos de conexión de red. (Internet)

Oferta

últ.
stock

Oficinas planta libre
20" para entrega
inmediata

\$1.570.000 + IVA

Solicitar unidad

Recomendación de usos

✓ oficina ✓ sala de reuniones ✓ recepción ✓ oficina planta libre

Medidas:



Altura exterior:
2.79 mts
Altura interior:
2.59 mts



Largo: 6.00 mts



Ancho: 2.44 mts



Superficie total:
14.64 mts²

Requisitos para el despacho



Entregar dirección exacta de
lugar de despacho, con región
y comuna



6 mts



12 mts

El lugar de destino debe permitir el acceso expedito
de un camión, cuya rampla tiene una extensión
máxima de 12 mts.

4,5 mts



El portón de acceso debe tener al
menos 4 mts. de ancho por 4,5
mts. de altura.

Fuente: www.contemar.cl

Venta Contenedor Oficina 15 M2, Usada, Santiago



VENTA \$1 395 000	
Valor mas IVA	
CIUDAD	Santiago
VENTA Ó ARRIENDO	Venta
NUEVO Ó USADO	Usados
OFICINA, BODEGA, BAÑO U OTRO	CONTAINER OFICINA
LARGO	6 Metros
ANCHO	2,5 Mts
MODELO DE CONTAINER	MMH1-6252
M2 (METROS CUADRADOS)	15 M2
TIPO DE ACERO	Comercial 1 y 1,5 mm
COLOR	Gris
PUERTAS DE ACCESO	1 de 750 x 2000
TECHO	Plano
COLOR INTERIOR	Madera

ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	LOCACIÓN	MÁS INFORMACIÓN	CONTACTO
------------------	--------------------------	----------	-----------------	----------

- Container construido en base a contenedor marítimo modificado, Oficina de 15 metros cuadrados totales, según medidas exteriores.
- El diseño de este container considera techo plano. No permite la instalación de otro contenedor sobre su techo.

DESTACADOS

- ✓ Acero Corten y Acero Comercial.
- ✓ Aislación térmica 40 mm
- ✓ 2 ventanas de Aluminio
- ✓ Protecciones metálicas en ventanas
- ✓ 1 puerta de acceso.
- ✓ Instalación Eléctrica
- ✓ Tablero eléctrico con Protecciones
- ✓ 2 Enchufes dobles
- ✓ 1 Interruptor
- ✓ Techo plano.
- ✓ Revestimiento de Piso con palmetas vinílicas
- ✓ Pintura Exterior Anticorrosivo Gris.
- ✓ Revestimiento Interior Durloc color madera
- ✓ Cielo de Poliestireno Estucado 40 mm.

Fuente: www.meldic.cl

TEMPERATURA

Baños Termostáticos
Hornos de Calibración
Termómetros Patrones
Termómetros Infrarrojos
Termómetros
Bimetálicos de Proceso
SPRTs y Termocuplas
Patrones

PRESIÓN

Balanzas de Pesos
Muertos,
Comparadores
Kits de Calibración
Calibradores Digitales
Manómetros Patrones y
de Proceso

ULTRASONIDO

Medidores de Espesor
Analizadores de Fallas
Palpadores
Bloques Patrones

MEDIO AMBIENTE

Analizadores para
Calidad del Aire
Material Particulado
Meteorología
Sistemas de Adquisición
de Datos (DAS)
Higiene Ambiental

METALMECANICA

Durómetros para
Metales, Gomas y
Plásticos
Medidores de Vibración,
Rugosímetros
Máquinas de Ensayo
Universal

RECUBRIMIENTOS

Medidores de Espesor
Húmedo y Seco
Detectores de Poros
Psicrómetros
Termómetros
Magnéticos
Rugosidad
Adherencia
Punto de Rocio

INSTRUMENTACIÓN

Tacómetros
Dinamómetros
Higrómetros
Anemómetros
Conductímetros
Amperímetros de
Tenaza
Luxómetros
Humedad en Maderas
Decibelímetros

MICROBIOLOGÍA

Autoclave

SERVICIOS

Reingeniería de Equipos
Sistemas de Monitoreo
Mediciones Especiales
in situ: Tensiones,
Torque, Presión
Registro de Señales
Dinámicas de Corta
Duración

**GARANTIA Y
ASISTENCIA TÉCNICA**

3. Mufla de alta temperatura marca **Jung**, modelo **LF0912**, con las siguientes características:

- Rango Máximo de Temperatura: 1.200°C
- Tipo de controlador: Digital, precisión 1°C
- Volumen: 9 Litros
- Dimensiones útiles: 16x16x35cms (Alto, largo, profundidad)
- Dimensiones ext: 59x36x60cms (Alto, largo, profundidad)
- Potencia: 3kW
- Energía: 220V
- Peso: 70kg
- Conexión: Bifásica



Accesorios incluidos:

- Controlador de temperatura automático con mostrador digital, precisión de 1°C.
- Programador digital con sistema PID (proporcional integral derivativo), permite programar hasta 9 segmentos (rampas y/o niveles), o sea, la temperatura que el horno debe alcanzar (set point), en cuanto tiempo debe llegar a esa temperatura (rampa) y el tiempo que debe permanecer en ella (nivel). El horno se apaga automáticamente tras este ciclo. Posee display indicando la temperatura deseada y la temperatura en que el horno se encuentra.
- Aislamiento térmico de fibra cerámica compactada para durabilidad y máxima eficiencia en economía de energía
- Termopar (pirómetro) tipo "k" para medición de temperatura.
- Accionamiento de resistencias por contator electromagnético;
- Resistencias en espiral Kanthal con disipación de calor optimizada.
- Dispositivo que apaga las resistencias al abrir la puerta para mayor seguridad.
- Puerta lateral con cierre ajustable.
- Panel acoplado al horno.
- Estructura galvanizada con pintura electrostática para mayor durabilidad.

PRECIO NETO: \$ 2.550.000 + IVA

4. Mufla de alta temperatura marca **Meldic**, modelo **SX-10-12**, con las siguientes características:

- Rango Máximo de Temperatura: 1.200°C
- Volumen: 16 Litros
- Dimensiones útiles: 400x250x160
- Dimensiones externas: 880x600x635
- Potencia: 10kW
- Energía: 380V
- Peso: 203kg



PRECIO NETO: \$ 1.250.000 + IVA



DIVISION INSTRUMENTACION

MELDIC LTDA.
RUT: 79.732.700-K
Los Avellanos 2375, Nuñoa
Fono: 56 2 239 8283 Fax: 56 2 239 2520
E-mail: meldic@meldic.cl
Sitio web: www.meldic.cl
Santiago – Chile

TEMPERATURA

Baños Termostáticos
Hornos de Calibración
Termómetros Patrones
Termómetros Infrarrojos
Termómetros
Bimetálicos de Proceso
SPRTs y Termocuplas
Patrones

PRESIÓN

Balanzas de Pesos
Muertos,
Comparadores
Kits de Calibración
Calibradores Digitales
Manómetros Patrones y
de Proceso

ULTRASONIDO

Medidores de Espesor
Analizadores de Fallas
Palpadores
Bloques Patrones

MEDIO AMBIENTE

Analizadores para
Calidad del Aire
Material Particulado
Meteorología
Sistemas de Adquisición
de Datos (DAS)
Higiene Ambiental

METALMECANICA

Durómetros para
Metales, Gomas y
Plásticos
Medidores de Vibración
Rugosímetros
Máquinas de Ensayo
Universal

Medidores de Espesor
Húmedo y Seco
Detectores de Poros
Psicrómetros
Termómetros
Magnéticos
Rugosidad
Adherencia
Punto de Rocío

INSTRUMENTACIÓN

Tacómetros
Dinamómetros
Higrómetros
Anemómetros
Conductímetros
Amperímetros de
Tensión
Luxómetros
Humedad en Maderas
Decibelímetros

MICROBIOLOGÍA

Autoclave

SERVICIOS

Reingeniería de Equipos
Sistemas de Monitoreo
Mediciones Especiales
in situ: Tensiones,
Torque, Presión
Registro de Señales
Dinámicas de Corta
Duración

GARANTÍA Y
ASISTENCIA TÉCNICA

CONDICIONES GENERALES:

Validez de la oferta: Hasta el 30/06/2018.
Formas de pago: Efectivo / Transferencia Electrónica Contado / RedCompra / Tarjeta de Crédito / Cheque a 30 días fecha de factura (Sólo para Empresas sin anotaciones en Boletín Equifax).
Entrega: Item 1 al 2: 10 días una vez recibida la Orden de Compra.
Item 3: Inmediata una vez recibida la Orden de Compra.
Item 4: 90 días una vez recibida la Orden de Compra.
Lugar de Entrega: Sus dependencias en Concon vía LIT Cargo.
Garantía: 6 meses a contar de la emisión de la factura, excepto daños por uso inadecuado del equipo.
Servicio Técnico: Propio y permanente del Meldic Ltda. en Santiago.

Datos Bancarios para Transferencias:

Razón Social: MELDIC LTDA.
Rut: 79.732.700-K
Cta. Cte. N° 63853372
Banco: Santander
Email contacto: mleiva@meldic.cl

MARCO LEIVA RIQUELME
mleiva@meldic.cl



Santiago, miércoles 27 de junio de 2018

COTIZACIÓN N° 5902 H18

USM

At: Srta. Valentina Alvear

Mail valentina.alvear.r@gmail.com
Tel +56 9 7801 3468

Con mucho agrado hacemos llegar a usted nuestra propuesta comercial, respondiendo a su solicitud de horno para tratamiento térmico.

Descripción

1. Dimensiones de cámara interior (aprox. 50 litros):

Ancho	410 mm
Alto	230 mm
Fondo	510 mm
2. Calentamiento: por medio de resistencias eléctricas de Kanthal instaladas en ladrillo aislante. Temperatura de trabajo hasta 1.100 °C.
3. Trifásico 380 VAC. Potencia total 7,4 KW. Corriente de línea 11,2 A.
4. Estructura: se fabrica en perfiles y plancha de acero estructural tratado superficialmente con anticorrosivo y esmalte de terminación.
5. Aislamiento: piso y paredes de ladrillo aislante reforzado con fibra cerámica. Muy bajas pérdidas.
6. Piso: con placa cerámica de sacrificio 16 mm para protección.
7. Accesorios: cubre conexión posterior ventilada de seguridad, salida de vapores por respiradero en el techo.
8. Sensor de temperatura tipo K (1150°C), ubicado en techo del horno para ingreso a cámara.
9. Sensor seguridad: Sensor inductivo para seguridad de apertura y cierre de puerta con **corte inmediato de energía a resistencias**.
10. Control:
 - Control de temperatura: Mediante controlador microprocesado, programable, con indicación de temperatura de proceso y set point. Regulación de temperatura con variación +/- 5 °C sobre SET POINT en forma permanente.
 - Comando de resistencias mediante contactor electromagnético.
11. Tablero: en gabinete metálico adosado a un costado del horno, incluyendo todos los elementos de protección, control, comando y señalización de estatus que garantiza una operación y funcionamiento confiables.
12. Formato: de sobremesa. Fácilmente desarmable para efectos de futuras reparaciones o mantención. Disponibilidad de repuestos post venta.
13. Se incluye: Información de componentes y manual de uso, circuito eléctrico. Traslado del equipo y puesta en marcha, entrenamiento en el uso y mantención del horno, dentro de Santiago.
14. Se incluye enchufe volante trifásico 3x16 A, cordón 3 metros longitud.
15. Valorización oferta de acuerdo a lo descrito **\$ 1.780.000 + IVA**
(Precio normal \$ 2.006.000 + IVA)



HORNOS INDUSTRIALES LTDA.

Diseño y fabricación de hornos para la industria

Opción 2, mayor precisión con controlador para rampa tiempo temperatura

16. Control de activación de circuito de salida mediante relé de estado sólido SSR, otorgando al circuito ventajas tales como:

- ✓ Funcionamiento silencioso.
- ✓ Mayor eficiencia y rapidez en respuesta a las variaciones requeridas para Ramp Soack a través de pulso de control VCC o VAC.
- ✓ Sin arcos ni rebotes al no existir partes móviles.
- ✓ Mayor vida de trabajo que contactores electromagnéticos.

17. Control de temperatura: mediante controlador microprocesado, programable, con indicación de temperatura de proceso y de set point. Rampas programables.

Control programable con opción RAMP SOACK, 7 segmentos por rampa, 8 rampas linkeables entre sí. Fácil ejecución de programa de tiempo t° preconfigurado.

18. Valor oferta de acuerdo a opción 2

\$ 1.980.000 + IVA

19. Forma de pago: **50% con OC**. Saldo contra entrega.

20. Validez de la presente cotización: 30 días, salvo venta previa.

21. Plazo de entrega: 15 días hábiles desde OC y pago de anticipo.

22. Garantía: Se garantiza que el producto entregado cumplirá con las especificaciones operativas y técnicas ofrecidas por el proveedor.

Se garantiza el correcto funcionamiento durante el período de tres meses para las resistencias y doce meses para la estructura, a contar de la fecha de facturación y entrega formal. Cualquier falla atribuible al diseño o fabricación será de responsabilidad del oferente que suscribe.

23. Imágenes de hornos similares, sólo referenciales



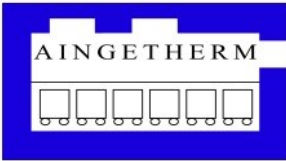
Cordialmente,
Gabriel Herrera Pinto
Proyectos e Ingeniería
Hornos Industriales Ltda.

Volcán Láscar Oriente 720 B2, Parque Ind. Lo Boza, Pudahuel – Santiago – T: (56 2) 2237 3217 – www.hornosindustriales.cl
HORNOS INDUSTRIALES LTDA. – Diseño y fabricación de hornos para la industria – RUT: 76.159.284-K

Fuente: www.hornosindustriales.cl

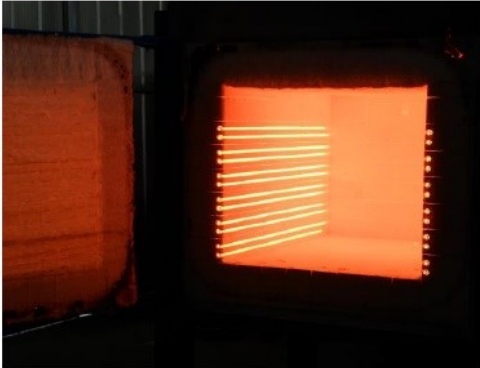
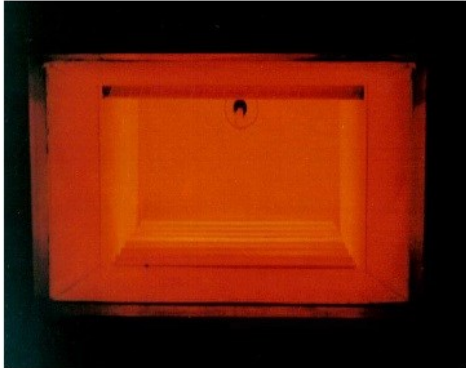
AINGETHERM		INGENIERIA TERMICA LTDA. M R. Proyecto Diseño Construcción - Hornos Industriales y Laboratorio Briones Luco 0973, La Cisterna, Sgto. Celular: 9 – 840 90 462 Fono: 22- 523 72 48 Email: ventas6@hornos.cl	
ITEM		COTIZACION	Nº 6454 NL - 1090 Santiago, 28 de Junio 2018
	SEÑORES: Valentina Alvear Dirección: Río Loa 499, Concón - Chile Fono: 978013468 Email: valentina.alvear.r@gmail.com At: Sr. Valentina Alvear Ref.: Horno tratamiento térmico Estimados Señores: De acuerdo a lo solicitado, nos es muy grato hacerle llegar nuestra oferta por la construcción del equipo mencionado en la referencia y definido con relación a los siguientes parámetros y especificaciones técnicas.		
UNO	HORNO ELECTRICO TRATAMIENTO TERMICO Modelo : HM 1200 G Carga : Sobre cubierta Capacidad : 30 kilos Tiempo de proceso : 30 minutos en temperatura. Fabricación : Ingeniería Térmica Aingetherm Ltda. - Dimensiones aprox. hogar: 300 x 300 x 350 mm. (Alto, Ancho, Fondo) - Gabinete en perfil estructural y plancha de acero tratado y pintado - Puerta ancha y abatible para permitir carga frontal - Aislación en fibra en sus cuatro costados, piso y techo del hogar - Calefacción eléctrica 380 V, fase, neutro y tierra de protección - Sistema de calefactores contruidos en aleación de Cromo-Niquel - Control automático de temperatura digital, con termocupla tipo "k " - Temperatura de trabajo 900 °C máximo regulables - Potencia eléctrica estimada en calefacción aprox. 4.5 KW. - Considera tablero eléctrico de controles - Considera protector diferencial de seguridad - Interruptores, Protecciones termo magnéticas, Indicadores - Criterio de diseño de alta eficiencia y utilización permanente VENTAJAS TECNOLOGICAS - Alta eficiencia y gran productividad - Distribución homogénea de la temperatura - Gran rapidez en el calentamiento del producto - Bajo costo operacional - Garantía extensa de calidad de tres años - Stock permanente de repuestos		
		NOTA: Para mayor información, le invitamos a visitar nuestra página Web: www.aingetherm.cl	
		SECADO - CURADO – DESHIDRATADO - CAMARAS - HORNOS ESPECIALES - TRATAMIENTO TÉRMICO - SALES	

Fuente: www.aingetherm.cl



INGENIERIA TERMICA LTDA.MR.

Proyecto Diseño Construcción - Hornos Industriales y Laboratorio
Briones Luco 0973, La Cisterna, Sgto. Celular: 9 – 840 90 462
Fono: 523 72 48 Email: ventas6@hornos.cl

ITEM	COTIZACION N° 6454 NL - 1090 Santiago, 28 de Junio 2018
	Valor del equipo consultado: ITEM UNO) \$ 2.950.000 Valores + IVA Condiciones de pago : 60% Orden de compra y 40 % depósito previo a la entrega. Plazo de entrega : 30 días hábiles aprox. según disponibilidad Lugar de entrega : Nuestras instalaciones en Santiago sobre camión Validez de la oferta : Siete días Garantía del equipo : Tres Años (Treinta y seis meses)  Les saluda atentamente, Gabriel Núñez Gerente Técnico NOTA: Para mayor información, le invitamos a visitar nuestra página Web: www.aingetherm.cl

SECADO - CURADO - DESHIDRATADO - CAMARAS - HORNOES ESPECIALES - TRATAMIENTO TÉRMICO - SALES

COTIZACION JUG004-18

Santiago, 03 de Julio de 2018

Señorita
Valentina Alvear
PRESENTE

De acuerdo a su solicitud, me es grato cotizar a Ud. lo siguiente:

Cant.	DESCRIPCION	Valor Unit.	Valor Total
1	Horno para tratamiento térmico, 1000 °C, Capacidad: 23 lts Potencia 4 Kw Peso: 80 kgs Dimensiones internas útiles: 250 x 300 x 300 mm. No incluye opcionales Alimentación eléctrica bifásica 220V Modelo: LF2310 Marca: JUNG Origen: Brasil	\$1.890.000	\$1.890.000
1	Programador de tiempo y temperatura para rampas y niveles Para operar con varias rampas y niveles el controlador J400 que viene con el horno debe ser sustituido por el modelo N1200. El controlador N1200 es un programador electrónico microprocesado de tiempo y temperatura, con posibilidad de configuración de 20 programas de 9 segmentos (rampas o niveles), con la posibilidad de interconexión entre ellos, tanto para el calentamiento como para el resfriamiento. Posee sistema PID (proporcional integral derivativo) autoadaptativo, monitorizando constantemente el proceso y volviendo a calcular los parámetros de ajuste para obtener la mejor respuesta posible para el control. El display digital muestra la temperatura en que el horno se encuentra en el calentamiento y en el enfriamiento.	\$290.000	\$290.000
1	Accionamiento de las resistencias Relay de Estado Sólido (RES) Este opcional sustituye la contactora, cambiando un sistema electromagnético por uno electrónico. El RES recibe la señal del programador para prender o apagar los elementos de calentamiento, manteniendo así la temperatura deseada. Por tratarse de un dispositivo electrónico, no sufre desgaste mecánico y reduce el efecto de la inercia térmica por ser más rápido, mejorando la homogeneización de temperatura y economizando energía durante la permanencia en el nivel.	\$216.150	\$216.150
1	Informes de Tiempo x Temperatura a través de software Software para generación de informes (en forma de tablas y gráficos) de tiempo versus temperatura de cada quema, a través de una computadora conectada al horno. Los datos se obtienen de dos termopares extra instalados en el horno. La computadora no acompaña al horno y deberá ser suministrada por el cliente. Configuraciones mínimas: Microcomputador K6-2-450 MHz o Pentium II con 64 MB de RAM, 10 MB libres de disco rígido e una	\$580.000	\$580.000

Providencia 2653 Of. 901 – Santiago – Tel.: 222315241 – Cel.:998229845 - Fax 222326622
E-mail: giancarlo@bordoni.cl

	pantalla VGA con resolución mínima de 640 x 480 y ratón. Sistema Operacional Windows XP o superiores. Una puerta serial RS-232 libre para realizar la comunicación con el adquirente.		
1	Caballote para soporte del horno Cuando no se dispone de una bancada para poner el horno, una estructura de acero equipada con ruedillas sirve como mesa y facilita el desplazamiento.	\$300.000	\$300.000
	TOTAL BODEGA SANTIAGO		\$3.276.150

NOTAS

Condiciones de pago: 50% al momento de la orden. Saldo contra entrega.

Plazo de entrega: aprox. 60 días.

Valor neto. No incluye IVA.

La conexión a la energía eléctrica, son por cuenta y responsabilidad del cliente.

Puesta en marcha e instrucción de operación: a convenir

COTIZACION VÁLIDA POR 10 DIAS

Giancarlo Bordoni

Providencia 2653 Of 901 – Santiago – Tel.: 222315241 – Cel.:998229845 - Fax 222326622
E-mail: giancarlo@bordoni.cl

MELDIC
DIVISION INSTRUMENTACION

TEMPERATURA

Baños Termostatados
Hornos de Calibración
Termómetros Patrones
Termómetros Infrarrojos
Termómetros
Bimetalicos de Proceso
SPRTs y Termocuplas
Patrones

PRESIÓN

Balanzas de Pesos
Muertos,
Comparadores
Kits de Calibración
Calibradores Digitales
Manómetros Patrones y
de Proceso

ULTRASONIDO

Medidores de Espesor
Analizadores de Fallas
Palpadores
Bloques Patrones

MEDIO AMBIENTE

Analizadores para
Calidad del Aire
Material Particulado
Meteorología
Sistemas de Adquisición
de Datos (DAS)
Higiene Ambiental

METALMECANICA

Durómetros para
Metales, Gomas y
Plásticos
Medidores de Vibración
Rugosímetros
Máquinas de Ensayo
Universal

RECURRIMIENTOS

- Medidores de Espesor
- Húmedo y Seco
- Detectores de Poros
- Psicrómetros
- Termómetros
- Magnéticos
- Rugosidad
- Adherencia
- Punto de Rocío

INSTRUMENTACIÓN

- Tacómetros
- Dinamómetros
- Higrómetros
- Anemómetros
- Conductívimetros
- Amperímetros de Tenaza
- Luxómetros
- Humedad en Maderas
- Decibelímetros

MICROBIOLOGIA

Autoclave:

SERVICIOS

Reingeniería de Equipos
Sistemas de Monitoreo
Mediciones Especiales
In situ: Tensiones,
Torque, Presión

RODRIGO AGUILAR V.
raguilar@meldic.cl





Nuevo Probador de impacto con péndulo Izod & prueba de Charpy - mostrar título original

Vendedor: **testingequipments** (14 ⭐)

Guardar este vendedor | Contactar al vendedor | Ver otros artículos | Visitar tienda

Estado: **Nuevo**

Cantidad: 4 disponible(s)

Precio: **AUD1 850.00**
Aproximadamente CLP \$881 586.51

¡Cómpralo ahora!

Agregar al carro de compras

Mejor oferta:

Hacer oferta

Agregar a Lista de favoritos

60 días para devoluciones

Usuario antiguo

Envío: Es posible que no se hagan envíos a Chile - Para conocer las opciones de envío, lee la descripción del artículo o contacta al vendedor. | [Ver detalles](#)

Ubicación del artículo: DELHI, DL, India

Realiza envíos a: Australia

Entrega: Varía

Pagos: **PayPal** | **VISA** | **MasterCard** | **Discover**
Procesado por PayPal

Devoluciones: 60 días solamente cambio por otro artículo, el comprador paga por la devolución del artículo | [Ver detalles](#)

Garantía: **ebay** DEVOLUCIÓN DE TU DINERO | [Ver detalles](#)

Características del artículo

Estado: Nuevo

Marca: Banbros

Modelo: AMT-8

MPN: BMITM

Estado del artículo: Nuevo

Impact energy: 30Kgm (300J) & 16.4Kgm (164J)

Min. Graduation: 2J

UPC: NA

IMPACT TESTING MACHINE

Technical Specifications:

The Pendulum Impact Tester is designed for conducting CHARPY, IZOD and IMPACT TENSION test. The test method conform to IS: 1757-1973, and IS: 1499-1977, and BS: 131 Part 2&3- 1972 IS: 1598-1977, BS: 131 Part 1-1972.

Easy operation, high efficiency.

Charpy and Impact	Tension Test	Izod Test
Pendulum drop angle	140°	85°21'
Effective weight	20.59 kg.	21.79 kg.
Speed	5.3465 m/sec	3.857 m/sec
Impact energy	30Kgm (300J)	16.4Kgm (164J)
Min. Graduation	2J	2J
Distance of axis of hammer rotation and center of test piece/point of test piece hit by hammer.	825 mm	825 mm
Max. Permissible loss by friction	0.5 of max. impact energy	

Accessories:-

Tool Kit	1 No.
Operating Manual	1 No.

Fuente: www.ebay.com



Charpy V & u Muesca pruebas de impacto, prueba de tensión Charpy y el impacto & Izod prueba - mostrar título original

Vendedor: **testingequipments** (14 ★)
♥ Guardar este vendedor | Contactar al vendedor | Ver otros artículos | Visitar tienda

Estado: **Nuevo**

Cantidad: 3 disponible(s) / 1 vendido

Precio: **US \$2 480.00**
Aproximadamente
CLP \$1 601 032.92

¡Cómpralo ahora!

Agregar al carro de compras

Mejor oferta:

Hacer oferta

➤ Agregar a Lista de favoritos

Envío gratis

Usuario antiguo

Envío: **GRATIS** Economy International Shipping | [Ver detalles](#)
Los artículos internacionales pueden estar sujetos a trámites de aduana y tarifas adicionales. ⓘ
Ubicación del artículo: DELHI, DELHI, India
Realiza envíos a: todo el mundo [Ver excepciones](#)

Entrega: **Previsto entre el mar. 7 ago. y el lun. 17 sep.**
El vendedor hace el envío en 10 días después de haber hecho efectivo el pago. ⓘ

Pagos:    
Procesado por PayPal

Devoluciones: 14 día devoluciones. El comprador paga por la devolución del artículo | [Ver detalles](#)

Garantía:  **DEVOLUCIÓN DE TU DINERO** | [Ver detalles](#)
Recibe el artículo que compraste o te devolvemos tu dinero.

Características del artículo

Estado:

Nuevo: Un artículo totalmente nuevo, sin usar, sin abrir y sin daños, en su envase original (en los casos ... [Más información](#)

Modelo:

BVU-2S & AMT-8

Country/Region of Manufacture:

India

Driving Model:

Manual

Standard Broach:

V

Estado del artículo:

Nuevo

Optional Broach:

U

Blade Stroke:

350mm

Peso:

90 Kg approx

V NOTCH BROACHING MACHINE & IMPACT TESTING MACHINE

Brief Description:

Notch Broaching machine suitable for ferrous & nonferrous material for sample preparation of 'V' notches for Impact Testing Machine.

Notch Broaching Machine can cut correct "V" notches in Charpy or Izod specimen by means of multi-toothed broach

Easy operation, high efficiency. One cut action can notch two specimens.

Impact Testing Machine:

The Pendulum Impact Tester is designed for conducting CHARPY, IZOD and IMPACT TENSION test. The test method conform to IS: 1757-1973, and IS: 1499-1977, and BS: 131 Part 2&3- 1972 IS: 1598-1977, BS: 131 Part 1-1972.

Charpy and Impact	Tension Test	Izod Test
Pendulum drop angle	140°	85°21'
Effective weight	20.59 kg.	21.79 kg.
Speed	5.3465 m/sec	3.857 m/sec
Impact energy	30Kgm (300J)	16.4Kgm (164J)
Min. Graduation	2J	2J
Distance of axis of hammer rotation and center of test piece/point of test piece hit by hammer.	825 mm	825 mm
Max. Permissible loss by friction	0.5 of max. impact energy	

Shipping Policy:

Shipping is FREE WORLDWIDE by Sea to the nearest seaport.

All Items are Shipped from INDIA.

International Buyers might have to pay Import Custom Duties/Taxes.

All the formalities of documents, customs will be taking care by buyer's only.

Fuente: www.ebay.com

MELDiC
DIVISION INSTRUMENTACION

TEMPERATURA

Baños Termostáticos
Hornos de Calibración
Termómetros Patrones
Termómetros Infrarrojos
Termómetros
Bimetallicos de Proceso
SPRTs y Termocuplas
Patrones

PRESIÓN

Balanzas de Pesos
Muertos,
Comparadores
Kits de Calibración
Calibradores Digitales
Manómetros Patrones y
de Proceso

ULTRASONIDO

Medidores de Espesor
Analizadores de Fallas
Palpadores
Bloques Patróns

MEDIO AMBIENTE

Analizadores para
Calidad del Aire
Material Particulado
Meteorología
Sistemas de Adquisición
de Datos (DAS)
Higiene Ambiental

METALMECANICA

Durómetros para
Metales, Gomas y
Plásticos
Medidores de Vibración
Rugosímetros
Máquinas de Ensayo
Universal

RECUBRIMIENTOS

Medidores de Espesor
Húmedo y Seco
Detectores de Poros
Pícnómetros
Termómetros
Magnéticos
Rugosidad
Adherencia
Punto de Rocío

INSTRUMENTACIÓN

- Tacómetros
- Dinamómetros
- Higrómetros
- Anemómetros
- Conductívimetros
- Amperímetros de Tenaza
- Luxómetros
- Humedad en Maderas
- Decibelímetros

MICROBIOLOGIA

Autoclave

SERVICIOS

Reingeniería de Equipos
Sistemas de Monitoreo
Mediciones Especiales
In situ: Tensiones,
Torque, Presión
Registro de Señales
Dinámicas de Corta
Duración

GARANTIA Y ASISTENCIA TÉCNICA

COTIZACION N° M-1998-18
T-TMM4XC

SEÑORA
VALENTINA ALVEAR
FONO: 978013468
CONCON
E-mail: valentina.alvear.r@gmail.com

Estimados señores,

De acuerdo a lo solicitado, tenemos el agrado de cotizarles el siguiente equipo:

Microscopio metalográfico trinocular invertido modelo TMM-4XC, fabricado por TIME Group con las siguientes características:

Ángulo de inclinación: 30°
Rango ajustable: 55 a 75mm
Ocular: 10X (16mm)
Lentes: 10X, 25X, 40X y 100X
Base: 150 x 200mm
Desplazamientos de la base: Vertical:
15mm: Horizontal: 15mm

VALOR NETO: \$ 2.798.000 + IVA (sólo el microscopio)

El mismo equipo incluyendo además la cámara digital, un adaptador de imagen de alta resolución, software de análisis de imágenes e impresora de inyección de tinta:

VALOR NETO: \$ 7.438.000 + IVA

Opcionales disponibles:

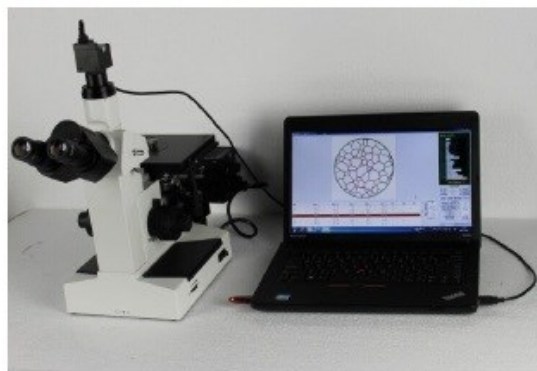
- Oculares de 12.5X, 16X, 20X y 10X con reticulado (grilla de 0.1mm)
- Lentes de 60X y 80X

CONDICIONES GENERALES:

Validez de la cotización:	15 días.
Forma de pago:	50% de anticipo con la orden de compra y saldo con cheque a 30 días fecha de factura.
Entrega:	5 semanas a contar de la recepción de la Orden de compra
Lugar de Entrega:	Oficinas de Meldic Ltda.
Garantía:	1 año, salvo daños ocasionados por mala operación del equipo

Sin otro particular les saluda muy atentamente.

RODRIGO AGUILAR V.
raguilar@meldic.cl



Microscopio Binocular metalúrgico metalográficas invertida 100X-1250X con Lámpara

Vendedor: **opticsworld2016** (2270 ★) 99.3% Comentarios positivos Vendedor excelente

Guardar este vendedor | Contactar al vendedor | Ver otros artículos | Visitar tienda

Estado: **Nuevo**

Cantidad: 2 disponible(s)

Precio: **GBP 776.00**
Aproximadamente CLP \$658 648.16

¡Cómpralo ahora!

Agregar al carro de compras

➤ Agregar a Lista de favoritos

Usuario antiguo

Envío: **GBP 1.30 (aprox. CLP \$1 103.41)** Envío Económico | Ver detalles
Los artículos internacionales pueden estar sujetos a trámites de aduana y tarifas adicionales.

Ubicación del artículo: Nanyang, Henan Province, China
Realiza envíos a: todo el mundo Ver exclusiones

Entrega: **Previsto entre el lun. 6 ago. y el vie. 7 sep.**
El vendedor hace el envío en 4 días después de haber hecho efectivo el pago.

Pagos:
Procesado por PayPal

Características del artículo

Estado:	Nuevo: Un artículo totalmente nuevo, sin usar, sin abrir y sin daños, en su envase original (en los casos ... <a>Más información	Estado del artículo:	Nuevo
Tipo:	Microscopes	Achromatic objective:	40X(S)
Marca:	Sin marca/genérico	Eyeiece:	WF10X, WF12.5X
MPN:	Does Not Apply	Micro-ruler:	0.01mm/scale
45mm DIN Achromatic Objective:	10X, 100X(S, Oil)	EAN:	Does not apply

100X-1250X Binocular Metallurgical Metallographic Inverted Microscope with Built-in Adjustable Brightness Halogen Lamp

- 45mm DIN Achromatic Objective: 10X, 100X(S, Oil)
- Metallurgical plane-scope achromatic objective:40X(S)
- Wide Field Plane-Scope Eyepiece: WF10X, WF12.5X
- Wide Field Plane-Scope Eyepiece with 0.1mm cross micrometer:WF10X
- Micro-ruler: 0.01mm/scale
- Articulated free binocular h, interpupillary distance: 55-75mm, 45 degree Inclined
- Total Magnification: 100X-1250X
- Double Layers Mechanical Stage(200X180mm) with two plates(10 and 20mm)
- Moving range X-Y: 70x50mm
- Coaxial Coarse And Fine Focusing Adjustable Mechanism by rack and pinion with tension adjustment and stage height limited knob
- Focusing range:25mm
- Precision:0.002mm
- Built-in Adjustable Brightness Halogen Lamp 6V/20W and Kohlar Illumination System with blue, green, yellow and ground glass filters

Package

Inner packing: Foamed Plastic + Inner Carton
Outer packing:
Net Weight/Set: 8 kg
Package:1 set/carton 42x35x52cm
Gross Weight/Carton: 10kg

Fuente: www.ebay.com

ANEXO E: ESMERIL DE PEDESTAL

* Imágenes referenciales



BALDOR

A MEMBER OF THE ABB GROUP

HERRAMIENTAS ELECTRICAS

ESMERIL DE SOBRE MESA

3/4HP 380V 50HZ 8"

Precio lista

Descuento

Precio web

\$870.086

-15%

\$ 739.573

MAS IVA

MARCA : BALDOR

MODELO : 8123W

CODIGO : 760.4630

1

^

v

AÑADIR AL





Precio contado

Producto a retirar en bodega

Santiago (no incluye despacho)

ESPECIFICACIONES TECNICAS

MARCA	BALDOR	MONTAJE	F1
MODELO	8123W	ELECTRICAL SPECIFICATION NUMBER	G8wg0013
BALDOR TYPE	3524m	SPEC NUMBER	G8-166-13
NUMERO DE POLOS	2	DIAMETRO X ANCHO X EJE DE LA PIEDRA	8 x 1 x 3/4
MECHANICAL SPECIFICATION NUMBER	G8-166	FRECUENCIA NOMINAL	50/60 Hz
PESO	45 Kg	NÚMERO DE FASES	3
ENCLOSURE	TENV	POTENCIA NOMINAL	0,75 Hp
CLASE DE AISLACIÓN	B	REVOLUCIONES POR MINUTO	3,000/3,600 rpm
DIAMETRO	8 "	TENSIÓN NOMINAL	208-230/460 V
BASE O ANCLAJE	Rg	CORRIENTE NOMINAL	1.5 - 1,4/7 A
MONTAJE	F1	DIAMETRO DE LAS PIEDRAS	8 "

Fuente: www.herramientas.cl

* Imágenes referenciales



HERRAMIENTAS ELECTRICAS
ESMERIL DE SOBRE MESA
3/4HP 220V 50HZ 8"

Precio lista \$898.287
Descuento -15%
Precio web **\$ 763.544**
MAS IVA

MARCA : BALDOR
MODELO : 8107W-50
CODIGO : 760.4535

1



Precio contado
Producto a retirar en bodega
Santiago (no incluye despacho)

ESPECIFICACIONES **TECNICAS**

MARCA	BALDOR	MECHANICAL SPECIFICATION NUMBER®	G8-165
MODELO	8107W-50	PESO	45 <u>Kg</u>
BALDOR TYPE	3524c	ENCLOSURE	TENV
NUMERO DE POLOS	2	CLASE DE AISLACIÓN	B
MECHANICAL SPECIFICATION NUMBER	G8-165	DIAMETRO	8 <u>"</u>
PESO	45 <u>Kg</u>	BASE O ANCLAJE	Rg
ENCLOSURE	TENV	ELECTRICAL SPECIFICATION NUMBER	G8wg0320
CLASE DE AISLACIÓN	B	SPEC NUMBER	G8-0165-0320g1
DIAMETRO	8 <u>"</u>	DIAMETRO X ANCHO X EJE DE LA PIEDRA	8 x 1 x 3/4 <u>"</u>
BASE O ANCLAJE	Rg	FRECUENCIA NOMINAL	50 <u>Hz</u>
ELECTRICAL SPECIFICATION NUMBER	G8wg0320	NÚMERO DE FASES	1
SPEC NUMBER	G8-0165-0320g1	POTENCIA NOMINAL	0,75 <u>Hp</u>
DIAMETRO X ANCHO X EJE DE LA PIEDRA	8 x 1 x 3/4 <u>"</u>	REVOLUCIONES POR MINUTO	3,000 <u>rpm</u>
FRECUENCIA NOMINAL	50 <u>Hz</u>	TENSIÓN NOMINAL	220 <u>V</u>
NÚMERO DE FASES	1	CORRIENTE NOMINAL	3,3 <u>A</u>

Fuente: www.herramientas.cl



FERRETERIA
O'HIGGINS
VILLAR HNOS. S.A.

TENEMOS LO QUE NECESITAS
VISÍTANOS AQUÍ



Detalles del Producto

Descripción Del Artículo:

ESMERIL DE BANCO 550 W. DE POTENCIA, DIAM. DISCO: 8", 3/4 HP., ARBOL: 5/8", DIMENSIONES: 395 X 265 X 333 MM., VELOCIDAD SIN CARGA: 2.850 (50 HZ), 3.450 (60 HZ), PESO NETO: 19.8 KGS.

Código Fábrica:GB801

Marca: MAKITA

Origen: NACIONAL (Sin Descuento Extra)

Código FO:8764000



*Imagen Referencial

Stock Internet:3

Precio Neto : \$ 102.254

NOTA: PRECIO YA TIENE APLICADO UN DESCUENTO DE : 7%

Precio NO incluye I.V.A

Esmeril de Banco

Modelo: **GB801** 205mm (8")

Esmeril leve y estable que da mantenimiento duradero a sus herramientas.

- Nuevo diseño cosmético.
- Peso equilibrador embutido.
- 2 discos para facilitar sus trabajos de esmerilado.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Potencia de entrada:	550W
Diámetro de disco:	205mm (8")
Velocidad sin carga:	2.850 (50Hz) 3.450 (60Hz)
Dimensiones:	395x265x333mm
Peso neto:	19,8kg (43,6lbs)

Fuente: www.villar.cl

ANEXO F: DURÓMETRO



[zoom]
Imagen del durómetro PCE-3500



Durómetro PCE-3500

Referencia: PCE-3500

Precio (sin IVA) **2.269.080 CLP\$**

Precio (con IVA) **2.700.205 CLP\$**

GTIN (EAN) 4250348714275

Precio sin IVA ni gastos de envío (7.000 CLP\$ + IVA)

Modelo

-10: Incluye sonda de 10 N

Pedido

1

AÑADIR AL CARRO

CONSÚLTENOS

Plazo de entrega: 2 Semanas

Descripción

Características

Especificaciones

Contenido del envío

Descargas

- Medición según el método UCI

- Mide en HRC, HRB, HV, HB, MPa

- Dirección de medición de 360°

- Gran pantalla LCD a color

- Registro a través de tarjeta SD

- Sondas de medición intercambiables

- Calibrado para distintos materiales

- Análisis de datos a través del software, lo puede descargar en la sección de descargas

Descripción

Características

Especificaciones

Contenido del envío

Descargas

Contenido del envío

1 x Durómetro UCI PCE-3500

1 x Sonda UCI de 50 N

1 x Tarjeta SD de 2 GB

1 x Cable USB

1 x Instrucciones de uso

Fuente: www.pce-instruments.com



[zoom]
Imagen del durómetro para metales PCE-2500



Durómetro para metales PCE-2500

Referencia: PCE-2500

Precio (sin IVA) **654.175 CLP\$**

Precio (con IVA) **778.468 CLP\$**

GTIN (EAN) 4250348702982

Precio sin IVA ni gastos de envío (7.000 CLP\$ + IVA)

Pedido

1

AÑADIR AL CARRO

CONSÚLTENOS

Plazo de entrega: 1-3 Días (Salvo fin Stock)

Descripción	Características	Especificaciones	Contenido del envío	Descargas
-------------	-----------------	------------------	---------------------	-----------

Especificaciones técnicas

Precisión	±10 HL @ 523 HL ±15 HL @ 789 HL
Método de medición	Ensayo de dureza por rebote
Percusor	Tipo D
Dirección del impacto	No necesita configurar la dirección de impacto manualmente, la reconoce de forma automática
Dureza máx.	940 HV
Unidades de medición	HL, HRC, HRB, HB, HV, HS, ob
Material	10 distintos
Calibración	A través del propio usuario
Peso mínimo de la pieza a medir	2 kg (sobre superficie estable / 50 g con gel de acoplamiento)
Espesor mínimo de la pieza a medir	3 mm con gel de acoplamiento
Pantalla	Pantalla digital con alto contraste LED
Memoria interna de datos	De 400 bloques de 900 valores
Alarma	Valores máx. y mín.
Función de auto apagado	Si
Alimentación	Acumulador ion-litio recargable de 3,7V
Carga de la batería	Vía USB
Temperatura ambiental	-40 ... +80 °C

Fuente: www.pce-instruments.com



[zoom]
Imagen del durómetro PCE-2000



Durómetro PCE-2000

Referencia: PCE-2000

Precio (sin IVA) 950.225 CLP\$

Precio (con IVA) 1.130.768 CLP\$

GTIN (EAN) 4250348700247

Precio sin IVA ni gastos de envío (7.000 CLP\$ + IVA)

Pedido

AÑADIR AL CARRO

CONSÚLTENOS

Plazo de entrega: 15-20 Días

Descripción	Características	Especificaciones	Contenido del envío	Descargas	Accesorios	Artículos similares
-------------	-----------------	------------------	---------------------	-----------	------------	---------------------

Especificaciones técnicas

Rangos de medición en diferentes superficies de materiales (campos con --- = sin medición)

Nº.	Material	HRA	HRC	HRB	HB	HSD	HV
1	Acero / acero moldeado en frío	59,1 ... 85,8	20 ... 68,5	38,4 ... 99,6	127 ... 651	32,2 ... 99,5	83 ... 976
2	Herramientas de aleación de acero	---	20,4 ... 67,1	---	---	---	80 ... 898
3	Acero noble	---	---	46,5 ... 101,7	85 ... 655	---	85 ... 802
4	Fundido gris	---	---	---	93 ... 334	---	---
5	Fundido esferoidal	---	---	---	131 ... 387	---	---
6	Fundido de aluminio	---	---	23,8 ... 84,6	19 ... 164	---	---
7	Latón	---	---	13,5 ... 95,3	40 ... 173	---	---
8	Bronce	---	---	---	60 ... 290	---	---
9	Cobre	---	---	---	45 ... 315	---	---

Precisión ±10 HL @ 523 HL
±15 HL @ 789 HL

Fuente: www.pce-instruments.com



[zoom]



Durómetro PCE-950

Referencia: PCE-950

Precio (sin IVA) 525.250 CLP\$

Precio (con IVA) 625.048 CLP\$

Precio sin IVA ni gastos de envío (7.000 CLP\$ + IVA)

Pedido

1

AÑADIR AL CARRO

CONSÚLTENOS

Plazo de entrega: 1 Semana

Descripción	Características	Especificaciones	Contenido del envío	Descargas	Accesorios
Material					
Acero y fundido de acero	HRC: 19,8 ... 68,5	Latón	HRB: 13,5 ... 95,3		
	HRB: 59,6 ... 99,6		HB: 40 ... 173		
	HRA: 59,1 ... 85,8	Bronce	HB: 60 ... 290		
	HB: 80 ... 651				
	HV: 83 ... 976				
HS: 32,2 ... 115	Aleación de cobre forjado	HB: 45 ... 315			
Acero martillado	HB: 143 ... 650	Precisión	±6 HLD entre 730 ... 790 ±10 HLD entre 490 ... 570		
Acero laminado en frío	HRC: 20,4 ... 67,1	Repetibilidad	6 HLD entre 730 ... 790 10 HLD entre 490 ... 570		
	HV: 80 ... 898				
Acero inoxidable	HRB: 45,5 ... 101,7	Rango de medición (total)	170 ... 960 HLD		
	HB: 85 ... 655				
	HV: 85 ... 802	Unidades de dureza	HL - Leeb HB - Brinell HRC - Rockwell C HRB - Rockwell B HRA - Rockwell A HV - Vickers HS - Shore		
Fundición gris	HB: 93 ... 334	Tipo de percutor Dirección de medición Pantalla Memoria Alimentación Tiempo operativo Interfaz Dimensiones Peso			
Fundición esferoidal	HB: 131 ... 387				
Aleación de fundido de aluminio			HRB: 23,8 ... 84,6		

Fuente: www.pce-instruments.com



[zoom]

Durómetro PCE-900 con certificado de calibración ISO







Durómetro PCE-900

Referencia: PCE-900

ISO calibrated

Precio (sin IVA)

625.525 CLP\$

Precio (con IVA)

744.375 CLP\$

GTIN (EAN)

4250348715869

Precio sin IVA ni gastos de envío (7.000 CLP\$ + IVA)

Pedido

1

AÑADIR AL CARRO

CONSÚLTENOS

Plazo de entrega: 2 semanas

Término de búsqueda

Descripción	Características	Especificaciones	Contenido del envío	Descargas	Accesorios
-------------	-----------------	------------------	---------------------	-----------	------------

Especificaciones técnicas

Rango	200 ... 900 HL
Precisión	± 0,8 % bei HLD=900
Materiales	9 diferentes materiales
Escalas de dureza	Leeb: HL Rockwell C: HRC Rockwell B: HRB Brinell: HB Vickers: HV Shore: HSD
Pantalla	LCD de 12,5 mm con iluminación de fondo
Percutor	Tipo D
Memoria	50 valores
Interfaz	RS-232
Alimentación	4 x pilas 1,5 V AAA
Condiciones ambientales	Temperatura operativa: -10 ... +50 °C Temperatura de almacenamiento: -30 ... +60 °C Humedad relativa: <90 %
Dimensiones	142 x 77 x 40 mm
Peso	Equipo de mano: aprox. 130 g Percutor: 75 g
Longitud cable	Aprox. 1,2m

Fuente: www.pce-instruments.com



[zoom]
Imagen del durómetro PCE-3000UL



Durómetro PCE-3000UL

Referencia: PCE-3000UL

Precio (sin IVA) 1.890.900 CLP\$

Precio (con IVA) 2.250.171 CLP\$

Precio sin IVA ni gastos de envío (7.000 CLP\$ + IVA)

Pedido

AÑADIR AL CARRO

CONSÚLTENOS

Plazo de entrega: Code.ArtLieferZeit.x-en-3

Descripción	Características	Especificaciones	Contenido del envío	Descargas	Accesorios
-------------	-----------------	------------------	---------------------	-----------	------------

- Medición no destructiva
- Diferentes escalas de dureza
- Ensayo de 5 materiales
- Acumulador
- Interfaz USB
- Conexión de diferentes tipos de sonda
- Análisis de datos a través del software, lo puede descargar en la sección de descargas

Descripción	Características	Especificaciones	Contenido del envío	Descargas	Accesorios
-------------	-----------------	------------------	---------------------	-----------	------------

Especificaciones técnicas

Rango	Rockwell 20 ... 70 HRC
	Brinell 90 ... 450 HB
	Vickers 230 ... 940 HV
	Resistencia tracción 370 ... 1740 MPa
Precisión	± 1,5 % HRC
	± 3 % HB
	± 3 % HV
Rugosidad máxima del material	Sonda 10 N : 1,5 Ra
	Sonda 50 N : 2,5 Ra
	Percutor : 3,2 Ra
Radio de curvatura máximo de la superficie	Sonda UCI: 5,0 mm
	Sonda percutor: 10 mm
Peso mínimo de la pieza de ensayo	Sonda UCI: 0,1 kg
	Sonda percutor: 5 kg
Espesor mínimo de la pieza de ensayo	Sonda UCI: 1 mm
	Sonda percutor: 10 mm
Condiciones de trabajo	-20 ... +40 °C
Dimensiones	Aparato: 122 x 65 x 33 mm
	Sonda UCI: Ø25 x 140 mm
	Sonda percutor: Ø20 x 150 mm
	Aparato: 200 g

Fuente: www.pce-instruments.com

ANEXO G: COTIZACIÓN DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

Producto	Métodos de entrega	Cantidad	Precio Unitario	Total
 Fire Master Extintor de incendios ABC 6 kg SKU: 64018-2	☒ Despacho a domicilio ☒ Retiro en tienda	1 + - Eliminar Guardar para después	\$52.990 C/U	\$52.990
 Aerokit Kit de botiquín 75 piezas blanco SKU: 289929-9	☒ Despacho a domicilio ☒ Retiro en tienda	1 + - Eliminar Guardar para después	\$17.990 C/U	\$17.990
 Redline Colete para soldar talla única SKU: 10690-9	☒ Despacho a domicilio ☒ Retiro en tienda	1 + - Eliminar Guardar para después	\$7.490 C/U	\$7.490
 Redline Lente de seguridad Spy Claro SKU: 86493-5	☒ Despacho a domicilio ☒ Retiro en tienda	1 + - Eliminar Guardar para después	\$1.390 C/U	\$1.390
 Redline Guante de soldador SKU: 33103-1	☒ Despacho a domicilio ☒ Retiro en tienda	1 + - Eliminar Guardar para después	\$3.790 PAR	\$3.790
 Redline Guante de soldador SKU: 33025-6	☒ Despacho a domicilio ☒ Retiro en tienda	1 + - Eliminar Guardar para después	\$2.490 PAR	\$2.490

Fuente: www.sodimac.cl

✕		Lente Flashback UVEX Color: CLARO		1	\$3.264
✕		Guante Aramida Aluminizado 43cm AL-165		1	\$36.836
✕		Guante Soldador Azul Palma Amarilla 16 pulgadas		1	\$3.004
✕		Extintores PQS 10 Kilos		1	\$34.103
✕		Colete de cuero		1	\$9.692

Fuente: www.easy.com

	Guante Soldador Rojo - Steelpro <i>Talla Única</i>	\$2.590	3	\$7.770	✖
	Anteojo Classic Gris o Claro- Us Eagle <i>Claro</i>	\$472	12	\$5.664	✖
	BOTIQUIN PRIMEROS AUXILIOS 25 Personas <i>25 Personas</i>	\$14.990	1	\$14.990	✖
	ANTIPARRA DE SEGURIDAD ONE <i>Claro</i>	\$3.192	12	\$38.304	✖
Subtotal:				\$66.728	

Fuente: www.easy.com

Cotización, RacCh

SOLICITUD DE COTIZACIÓN

N° 31582

Nombre Comprador

Valentina Alvear

E-Mail

valentina.alvear.r@gmail.com

Datos Empresa

Nombre Empresa

-

Rut Empresa

-

Fecha

2018-06-30

Dirección

-

Ciudad

Viña del Mar

Región

Valparaíso

Teléfono

-

Fax

-

Observaciones

Detalle Solicitud De Cotización

Código	Producto	Cantidad	Unitario	Sub Total
	ANTIPARRA POLICARBONATO CLARO PITON	12	\$ 490	\$ 5.880
110-020	Coleto soldador de cuero flor	1	\$ 8.900	\$ 8.900
106-006	GUANTE SOLDADOR ROJO HILO KEVLAR DELTA PLUS	1	\$ 2.650	\$ 2.650
NETO				\$ 17.430
IVA				\$ 3.312
TOTAL				\$ 20.742

Respuesta Rac

COTIZADO POR ELIZABETH VIDAL evidal@racchile.cl 996770919



Racchile

Fuente: www.racchile.cl

ANEXO H: COTIZACIÓN DE OTROS IMPLEMENTOS



Industrial Solutions Advanced Lubricant

TEMPLING OIL

Descripción:

Aceite mineral de naturaleza parafínica y baja viscosidad, preparado con aceites base refinada y aditiva especialmente seleccionada, que le proporcionan las propiedades necesarias para superar las difíciles condiciones requeridas en el temple normal de acero. El Ibertem-15 está especialmente indicado para utilizarlo en trabajos con velocidad de temple normal, en frío; donde la temperatura del baño está comprendida entre 40 y 80°C. Este tipo de aceite se utiliza con aceros aleados y está preparado para una larga vida en servicio.

Cualidades:

- Está convenientemente aditivado para conseguir una buena resistencia a la oxidación y a la formación de lodos y depósitos.
- Gran estabilidad térmica y baja volatilidad, que permite disminuir la formación de humos y el riesgo de incendio.
- Resistencia a la formación de espumas.
- Capacidad de temple uniforme y duradero.

Características técnicas:

Aspecto	: Brillante y Transparente
Color ASTM D 1500	: < 2,5
Densidad a 15°C g/ml ASTM D 4052	: 0,865
Viscosidad a 40°C cSt ASTM D 445	: 24
Viscosidad a 100°C cSt ASTM D 445	: 4,5
Índice de viscosidad ASTM D 2270	: 100
Inflamabilidad V/A °C ASTM D 92	: 200
Punto de anilina °C ASTM D 611	: 95
Índice de neutralización mg KOH/g ASTM D 974	: 0,1
Volatilidad Noack, 1 h A 150°C DIN 51581	: 0,85
Corrosión al cobre ASTM D 130	: 1b

Identificación de peligros

Este producto no está clasificado como tóxico ni peligroso según la legislación vigente.

Precios

1 balde (5 litros) TEMPLING OIL \$ 39.640 + IVA
1 balde (10 litros) TEMPLING OIL \$ 63.960 + IVA
1 balde (20 litros) TEMPLING OIL \$ 89.730 + IVA
1 tambor(208 litros) TEMPLING OIL \$ 484.650 + IVA

Santa Victoria Nº 0372 - Providencia Fonos: 22635 26 40 - 22635 26 41- 22 635 26 42

Email:contacto@texas.cl

Fuente: www.texas.cl

De: Aceros Muller [mailto:jqueupul@acerosmuller.cl]
Enviado el: jueves, 28 de junio de 2018 16:43
Para: Gonzalo Arancibia <gonzalo.arancibia@usm.cl>
CC: rmuller@acerosmuller.cl
Asunto: RV: cotización aceros
Importancia: Alta

Estimado buenas tardes

Junto con saludar, se cotiza y ofrece lo siguiente:

Barra acero 1045 CD 1.1/2" x 3000 mm\$ 73.416.- más iva c/u
Barra acero 1045 Ø 1" x 3000 mm\$ 19.152.- más iva c/u
Barra acero 1045 Ø 1.1/8" x 3000 mm \$ 24.259.- más iva c/u
Barra acero 1020 tref Ø 3/8" x 3000 mm\$ 2.713.- más iva c/u
Barra bronce latón Ø 3/8" x 3000 mm\$10.836.- más iva c/u
Pletina acero a 36 38 x 6 x 3000 mm\$ 4.642.- más iva c/u

Saluda atte.

Jorge Queupul L.
ACEROS MÜLLER LTDA.
FONOS : 22 665 1445 / 22 665 9470
Cel: + 56 9 5371 1981
[Coquimbo # 228 Santiago](#)
www.acerosmuller.cl

Fuente: www.acerosmuller.cl

Sector	Precio por traslado	Observaciones
Viña del Mar / Valparaíso / Concon	25.000 x Hora	Minimo 4 Horas.
	30.000 x Hora	Minimo 4 horas. Incluye canasto.

Fuente: www.thenoux.cl



FELIPE QUIRÓS RETAMALES
ARQUITECTO
contacto@felipequiros.cl

MUEBLE LABORATORIO SOLICITANTE: VALENTINA ALVEAR UBICACIÓN: CONCON FECHA: JULIO 2018

Detalle	Valor
---------	-------

1	CUERPO		
	PLACA MELAMINA BLANCA 18mm	g	1
	TAPACANTOS	g	1
	FIJACIONES	g	1
	QUINCALLERIA	g	1
2	CUBIERTA		
	ACERO INOXIDABLE	g	1

MATERIALES / MANO DE OBRA	\$	374.640
UTILIDADES	\$	74.928
VALOR NETO	\$	449.568
19% IVA	\$	85.418
VALOR TOTAL	\$	534.986

Fuente: www.felipequiros.cl

ANEXO I: IMPUESTO A LA RENTA DE PRIMERA CATEGORÍA

■ Impuesto a la Renta de Primera Categoría (Artículo 20 Ley de Impuesto a la Renta)

El Impuesto de Primera Categoría grava las rentas provenientes del capital, entre otras, por las empresas comerciales, industriales, mineras, servicios, etc. En los años que se indican a continuación dicho tributo se ha aplicado con las siguientes tasas:

Año Tributario	Año Comercial	Tasa	Circular SII
2002	2001	15%	Nº 44, 24.09.1993
2003	2002	16%	Nº 95, 20.12.2001
2004	2003	16,5%	Nº 95, 20.12.2001
2005 al 2011	2004 al 2010	17%	Nº 95, 20.12.2001
2012 al 2014	2011 al 2013	20%	Nº 63 30.09.2010 Nº 48 19.10.2012
2015	2014	21%	Nº 52, 10.10.2014
2016	2015	22,5%	Nº 52, 10.10.2014
2017	2016	24%	Nº 52, 10.10.2014
2018 y sgtes.	2017 y sgtes.	25%	Nº 52, 10.10.2014
2018	2017	25,5%	Nº 52, 10.10.2014
2019 y sgtes.	2018 y sgtes.	27%	Nº 52, 10.10.2014

Fuente: www.sii.cl

ANEXO J: TABLA DE DEPRECIACIÓN DE BIENES, SII

NUEVA TABLA DE VIDA ÚTIL DE LOS BIENES FÍSICOS DEL ACTIVO INMOVILIZADO		
Nueva Tabla de Vida Útil fijada por el Servicio de Impuestos Internos para bienes físicos del activo inmovilizado, según Resolución N°43, de 26-12-2002, c partir del 01-01-2003.		
NÓMINA DE BIENES SEGUN ACTIVIDADES	NUEVA VIDA ÚTIL NORMAL	DEPRECIACIÓN ACCELERADA
A.- ACTIVOS GENÉRICOS		
1) Construcciones con estructuras de acero, cubierta y entrepisos de perfiles acero o losas hormigón armado.	80	26
2) Edificios, casas y otras construcciones, con muros de ladrillos o de hormigón, con cadenas, pilares y vigas hormigón armado, con o sin losas.	50	16
3) Edificios fábricas de material sólido albañilería de ladrillo, de concreto armado y estructura metálica.	40	13
4) Construcciones de adobe o madera en general.	30	10
5) Galpones de madera o estructura metálica.	20	6
6) Otras construcciones definitivas (ejemplos: caminos, puentes, túneles, vías férreas, etc.).	20	6
7) Construcciones provisionarias.	10	3
8) Instalaciones en general (ejemplos: eléctricas, de oficina, etc.).	10	3
9) Camiones de uso general.	7	2
10) Camionetas y jeeps.	7	2
11) Automóviles	7	2
12) Microbuses, taxibuses, furgones y similares.	7	2
13) Motos en general.	7	2
14) Remolques, semirremolques y carros de arrastre.	7	2
15) Maquinarias y equipos en general.	15	5
16) Balanzas, hornos microondas, refrigeradores, conservadoras, vitrinas refrigeradas y cocinas.	9	3
17) Equipos de aire y cámaras de refrigeración.	10	3
18) Herramientas pesadas.	8	2
19) Herramientas livianas.	3	1
20) Letreros camineros y luminosos.	10	3
21) Útiles de oficina (ejemplos: máquina de escribir, fotocopidora, etc.).	3	1
22) Muebles y enseres.	7	2
23) Sistemas computacionales, computadores, periféricos, y similares (ejemplos: cajeros automáticos, cajas registradoras, etc.).	6	2
24) Estanques	10	3
25) Equipos médicos en general.	8	2
26) Equipos de vigilancia y detección y control de incendios, alarmas.	7	2
27) Envases en general.	6	2
28) Equipo de audio y video.	6	2
29) Material de audio y video.	5	1
H.- OTRAS		
1) Enseres, artículos de porcelana, loza, vidrio, cuchillería, mantelería, ropa de cama y similares, utilizados en hoteles, moteles y restaurantes.	3	1
2) Redes utilizadas en la pesca.	3	1
3) Sistemas o estructuras físicas para criaderos de especies hidrobiológicas.	3	1
4) Pupitres, sillas, bancos, escritorios, pizarrones, laboratorios de química, gabinetes de física, equipos de gimnasia y atletismo, utilizados en establecimientos educacionales.	5	1
5) Aviones monomotores con cabida hasta seis personas.	10	3

Fuente: www.sii.cl

