

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

PASANTÍA REALIZADA EN ANGLO AMERICAN – FUNDICIÓN CHAGRES

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Técnico Universitario en
ELECTRÓNICA

Alumno:

Rodrigo Alberto Lanas Gil

Profesor Guía:

Ing. Sergio Riquelme Bravo

Profesor Correferente:

Ing. Loreto Marín Carcey

2015

RESUMEN

Keywords: ANGLO AMERICAN, FUNDICIÓN, CHAGRES, COBRE, INSTRUMENTACIÓN, MANTENCIÓN.

La empresa Anglo American es una de las empresas mineras líder en el mundo, dentro de sus operaciones trabaja con diversos minerales como el diamante, el carbón, el hierro, el cobre entre otros. En Chile posee una fundición ubicada en Chagres en la V Región en la Comuna de Catemu, a 100km de Santiago. La cual se encarga de procesar todo el mineral de cobre extraído de sus otras operaciones en Los Bronces y El Soldado con el fin de producir ánodos de cobre con un 99,7% de pureza, además reaprovechando los gases que emana el cobre al ser fundido también produce ácido sulfúrico de grado A.

El estudiante dada su formación ha sido asignado al área de mantención, en el taller de instrumentación en el cual se encarga de aprender los distintos procesos de la fundición y realizar tareas de mantención en conjunto con los especialistas de cada área.

A lo largo del periodo de estadía profesional en la fundición se adquieren conocimientos que se complementan con los adquiridos en la Universidad en el área de instrumentación y control. De lo aprendido se destaca el mantenimiento, calibración, configuración de equipos, el uso de manuales, ya sea en español o en inglés, manejo de sistemas de control distribuido (SCD). También se destacan los estándares de seguridad de la fundición, el trabajo de equipo, la convivencia y el buen ambiente laboral.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

- 1.1. ANGLO AMERICAN FUNDICIÓN CHAGRES
- 1.2. HISTORIA
- 1.3. MISIÓN
- 1.4. VISIÓN
- 1.5. ORGANIGRAMA
 - 1.5.1. Gerencia General
 - 1.5.2. Gerencia de Administración y Finanzas
 - 1.5.3. Gerencia de Producción
 - 1.5.4. Gerencia de Sustentabilidad
 - 1.5.5. Gerencia de Proyectos
 - 1.5.6. Gerencia de Seguridad y Salud
 - 1.5.7. Gerencia de Recursos Humanos
- 1.6 FUNDICIÓN CHAGRES
 - 1.6.1. Almacenamiento de Concentrado
 - 1.6.2. Tolva Mezcla
 - 1.6.3. Secadores
 - 1.6.4. Tolva de alimentación
 - 1.6.5. Horno Flash
 - 1.6.6. Convertidores
 - 1.6.7. Rueda de Moldeo
- 1.7. METODOLOGÍA DE TRABAJO
- 1.8. INSTRUMENTOS A UTILIZAR
 - 1.8.1. Multímetro “Fluke”
 - 1.8.2. Medidor de Presión “DRUCK”
 - 1.8.3. Manómetros
 - 1.8.4. Flujómetro Magnético “Rosemount”
 - 1.8.5. Termocupla Tipo K
 - 1.8.6. Field Communicator HART

CAPÍTULO 2: ESTADÍA PROFESIONAL EN FUNDICIÓN CHAGRES

2.1. IDENTIFICACIÓN DEL ROL ASIGNADO POR LA EMPRESA

- 2.1.1. Procedimiento de trabajo
- 2.1.2. Habilitar quemadores de aire-gas (QAG)
- 2.1.3. Configuración de analizador de gases ABB
- 2.1.4. Reemplazo de termocuplas en las “sangrías”

2.2. INTRODUCCIÓN A LOS FLUJÓMETROS

- 2.2.1. Principios Generales

2.3. TIPOS DE FLUJÓMETROS

- 2.3.1. Volumétricos
- 2.3.2. Velocidad
- 2.3.3. Medición de Flujo Inferencial
- 2.3.4. Masa

2.4. FLUJÓMETROS ROSEMOUNT

- 2.4.1. Modelo 8707
- 2.4.2. Instalación de sensor
- 2.4.3. Instalación del transmisor
- 2.4.4. Configuración

2.5. PRUEBAS

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN CUALITATIVA

3.1. CONOCIMIENTOS OCUPADOS Y ADQUIRIDOS EN LA CARRERA

- 3.1.1. Circuitos de Corriente Continua y Corriente Alterna
- 3.1.2. Sensores y Transductores Industriales
- 3.1.3. Control de Procesos
- 3.1.4. Control Automático
- 3.1.5. Instrumentación Industrial
- 3.1.6. Tecnología de la información
- 3.1.7. Inglés

3.2. CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS EN LA ESTADÍA PROFESIONAL

- 3.2.1. Utilización de instrumentos
- 3.2.2. Prevención de Riesgos
- 3.2.3. Calibración de equipos

3.3. DESTREZAS Y HABILIDADES ADQUIRIDAS

- 3.3.1. Relaciones interpersonales y comunicación
- 3.3.2. Adaptabilidad y autoaprendizaje
- 3.3.3. Puntualidad
- 3.3.4. Ser Responsable

- 3.3.5. Capacidad para trabajar bajo presión
- 3.3.6. Expresión Oral
- 3.3.7. Proactividad
- 3.3.8. Constancia
- 3.3.9. Orden y pulcritud
- 3.3.10. Satisfacción laboral
- 3.3.11. Predisposición
- 3.3.12. Capacidad para redactar
- 3.3.13. Capacidad para respuestas rápidas
- 3.4. HERRAMIENTAS QUE DEBIERA ENTREGAR LA CARRERA PARA MEJORAR LA ENTRADA AL TRABAJO DE EQUIPO
 - 3.4.1. Liderazgo
 - 3.4.2. Actividades de desarrollo personal y psicológico
 - 3.4.3. Capacidad de realizar una crítica constructiva
 - 3.4.4. Nuevas Tecnologías

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1-1. Fundición Chagres
- Figura 1-2. Organigrama general de anglo American Chagres
- Figura 1-3. Esquema general de fundición Chagres
- Figura 1-4. Ánodos de cobre en la rueda de moldeo
- Figura 1-5. Ánodos listos para salir de la fundición
- Figura 1-6. Multímetro "Fluke"
- Figura 1-7. Medidor de presión "Druck"
- Figura 1-8. Field Communicator 475 HART
- Figura 2-1. Flujómetro de placa orificio
- Figura 2-2. Tobera venturi (arriba) tubo venturi (abajo)
- Figura 2-3. Flujómetro de turbina
- Figura 2-4. Funcionamiento de flujómetro vortex
- Figura 2-5. Principio de tiempo de tránsito
- Figura 2-6. Principio de efecto Doppler
- Figura 2-7. Principio de flujómetro magnético

- Figura 2-8. Funcionamiento flujómetro depresión diferencial
- Figura 2-9. Funcionamiento flujómetro de área variable
- Figura 2-10. Flujómetro masa Coriolis
- Figura 2-11. Flujómetro masa transferencia de calor
- Figura 2-12. Modelo 8707 con transmisor 8712, modelo 8705 y modelo 8711
- Figura 2-13. A la izquierda la posición vertical, a la derecha posición horizontal
- Figura 2-14. Gráfica de posición del sensor
- Figura 2-15. Gráfica de cableado de equipos Rosemount
- Figura 2-16. Diagrama de conexión de sensor 8705
- Figura 2-17. Conexión en terreno
- Figura 2-18. Equipo HART 475 usado en terreno
- Figura 2-19. Equipos instalados en terreno
- Figura 3-1. Representación de liderazgo

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1-1. Comparativa de tipos de termocupla
- Tabla 2-1. Reglas de oro

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

Siglas

PLC	:	Programmable Logic Controller
plc.	:	Public Limited Company
QAG	:	Quemador Aire-Gas
SCD	:	Sistema de Control Distribuido

INTRODUCCIÓN

La fundición del cobre es un proceso industrial donde el cobre extraído de las mineras es procesado para obtener un cobre fundido de una concentración cercana al 100%. En la V Región opera la fundición Chagres, la cual pertenece en parte a Codelco, Mitsubishi y Anglo American, donde este último es dueño de la mayoría de acciones. Esta fundición es capaz de procesar anualmente alrededor de 150.000 toneladas de ánodos de cobre y 500.000 toneladas de ácido sulfúrico. La fundición recibe concentrado de cobre de las operaciones Los Bronces y El Soldado, operaciones que pertenecen a Anglo American, también recibe concentrado de terceros.

La fundición Chagres opera desde el año 1917, en este tiempo la fundición ha experimentado cambios tanto físicamente en el proceso como también cambios en el propietario, en 1946 la fundición estuvo detenida hasta 1960, en 1972 se instala la primera planta de ácido logrando recuperar un 70% de azufre, en 1978 se instala la primera estación de monitoreo para impacto ambiental, 1995 se moderniza el sistema de fundición y se instala un horno de tecnología flash, en 1998 se amplía la planta de ácido y se logra una recuperación de 98% de azufre, en 2001 la fundición Chagres pasa a ser parte de Anglo American.

La estadía profesional se desarrolla en el área de mantención, en la división de instrumentación con el objetivo de adquirir conocimientos y emplear los obtenidos en la Universidad. La fundición cuenta con una amplia gama de instrumentos, ya que cuenta con varios procesos para lograr fundir el cobre, todos estos instrumentos conllevan tareas de calibración, de limpieza, reemplazo, entre otras. Estas tareas son realizadas por el equipo de instrumentación incluyendo a los aprendices y a los estudiantes en práctica o pasantía. Además, se espera que en esta estadía profesional surjan otros objetivos tales como: interpretación de planos, desarrollar análisis, resolución de problemas, trabajo en equipo, etc.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

En este capítulo se describirá la empresa en la cual se realizó la pasantía, en este caso Anglo American Sur S.A., la cual es filial de Anglo American plc, así como también las distintas áreas de trabajo de ésta y los materiales utilizados a lo largo de la estadía en la empresa.

1.1. ANGLO AMERICAN FUNDICIÓN CHAGRES

Se encuentra ubicada en la V Región, en la comuna de Catemu, a 100 kilómetros al norte de Santiago y a 400 metros sobre el nivel del mar. Su proceso productivo (fusión de concentrados de cobre) se realiza mediante el moderno horno flash, una tecnología que destaca por sus bajas emisiones y que hace de esta fundición la líder en materia medio ambiental en Chile.

Actualmente Anglo American - Fundición Chagres produce 138.671 toneladas de cobre anódico y 461.400 toneladas de ácido sulfúrico. Chagres cuenta con una dotación aproximada de 500 trabajadores, entre personal propio y contratistas de operación y proyectos.

En la figura 1-1 se presenta la fundición desde una vista panorámica.



Fuente:

Archivo Anglo American

Figura 1-1. Fundición Chagres

1.2. HISTORIA

Anglo American plc es una compañía minera global con sede en Londres, Reino Unido. Es un gran productor de diamantes, cobre, níquel, hierro mineral, carbón térmico y metalúrgico, y el mayor productor mundial de platino, con alrededor del 40% de la producción mundial. Tiene operaciones en África, Asia, Australasia, Europa, Norteamérica y Sudamérica

Sir Ernest Oppenheimer junto con el americano J.P. Morgan, fundó la Anglo American Corporation, una compañía de minería aurífera, en 1917 con £1 millón, con fondos británicos y americanos, y de este modo derivó el nombre de la compañía.

En 1945, la AAC se desplazó a la industria del carbón con la adquisición de la Coal Estates. Doce años más tarde, en 1957, Sir Ernest Oppenheimer y fue sucedido por su hijo.

En 1961, la AAC se expandió desde el Sur de África por primera vez. En 1967, se desplazó al sector de la industria siderúrgica con la adquisición de Scaw Metals. De 1967 a 1975, continuó creciendo y estableciendo una serie de empresas.

Anglo American Corporation se fusionó con Minorco el 24 de mayo de 1999 para formar Anglo American plc. En 2002, un decreto del gobierno sudafricano fue aprobado y Anglo American y otras empresas mineras con operaciones en el país recibieron el mandato de transferir un porcentaje de su producción sudafricana a los sudafricanos históricamente desfavorecidos. Anglo American desde entonces ha llevado a cabo operaciones de fortalecimiento de la población de negra en Sudáfrica.

En 2007, Cynthia Carroll fue la primera mujer y el primer no sudafricano en convertirse en director ejecutivo de Anglo American. Actualmente posee operaciones en 45 países con una dotación total aproximada de 100.000 empleados y entre sus operaciones Anglo American extrae cobre, carbón, diamante, platino, entre otros.

1.3. MISIÓN

“Ser la compañía minera líder en el mundo.”

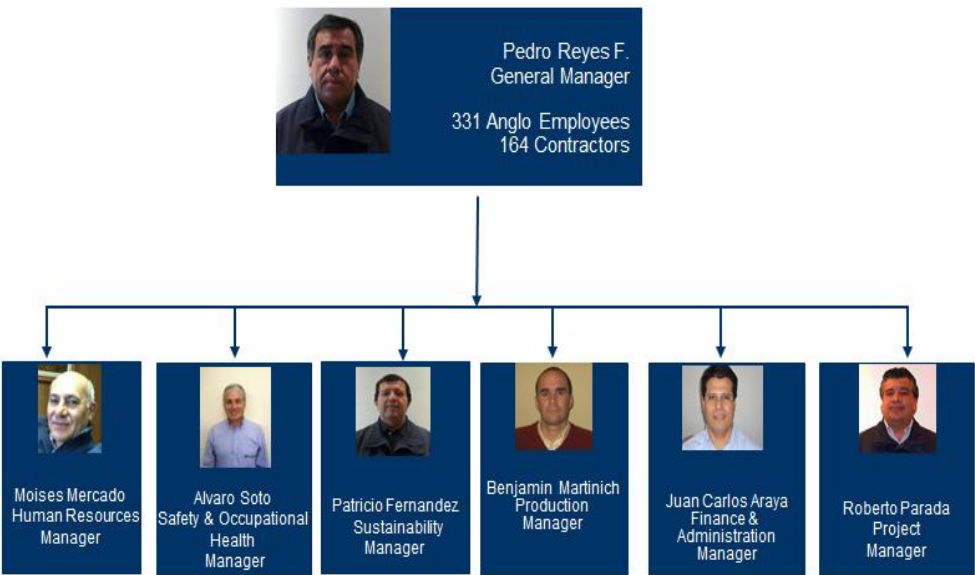
1.4. VISIÓN

“Queremos ser la empresa minera global líder a través de activos de clase mundial en los “commodities” más atractivos, de excelencia operativa y de un compromiso absoluto con la minería segura y sostenible”.

1.5. ORGANIGRAMA

Con el fin de tener una buena comunicación y coordinación, se debe tener un sistema que promueva este ambiente, es por esto que en Anglo American Sur S.A posee un sistema jerárquico mediante el cual a pesar de que sean áreas diferentes poseen una comunicación entre áreas y logran un buen ambiente laboral facilitando el trabajo en equipo y la buena convivencia de las áreas.

En la figura 1-2 se presenta de forma gráfica la estructura de la empresa.



Fuente: Archivo Anglo American

Figura 1-2. Organigrama general de Anglo American Chagres

1.5.1. Gerencia General

Departamento que mantiene contacto directo con las demás operaciones de Anglo American y el cual está encargado de coordinar, dirigir y supervisar el trabajo de toda la operación.

1.5.2. Gerencia de Administración y Finanzas

Este departamento se encarga de la adquisición, facturación, pago, cobros y ordenamiento de la empresa. También se encarga de idear estrategias para obtener mayores ganancias a menores costos.

1.5.3. Gerencia de Producción

Esta Gerencia se encarga del cumplir con la producción requerida de cobre fundido en Chagres, también coordina las áreas de mantención de la fundición.

1.5.4. Gerencia de Sustentabilidad

Vela porque la fundición pueda operar minimizando los efectos de ésta hacia las comunidades cercanas, y en lo posible trabajar en conjuntos con éstas últimas.

1.5.5. Gerencia de Proyectos

Se encargada de la generación y realización de nuevos proyectos que ayuden a un mejor funcionamiento de la planta y/o ampliación de ésta.

1.5.6. Gerencia de Seguridad y Salud

Se preocupa de la correcta operación de la planta al igual que los trabajadores cumplan con las políticas de seguridad de la empresa, además de preocuparse que sus trabajadores no reciban lesiones durante su estadía en la fundición.

1.5.7. Gerencia de Recursos Humanos

Se encarga de la contratación y asignación de sueldos y beneficios para todos los trabajadores de la planta, incluyendo a los contratistas y además se encarga de los programas con estudiantes tales como práctica y memorias.

1.6 FUNDICIÓN CHAGRES

Una vez llegado los camiones con concentrado de cobre de las minas “El Soldado”, “Los Bronces” (ambas minas de Anglo American) y de terceros. Pasan por un control de calidad, en el cual miden la calidad del concentrado que les llega y cuanta es su humedad, luego de este proceso se procede a ingresar el concentrado para su almacenamiento y su próxima preparación.

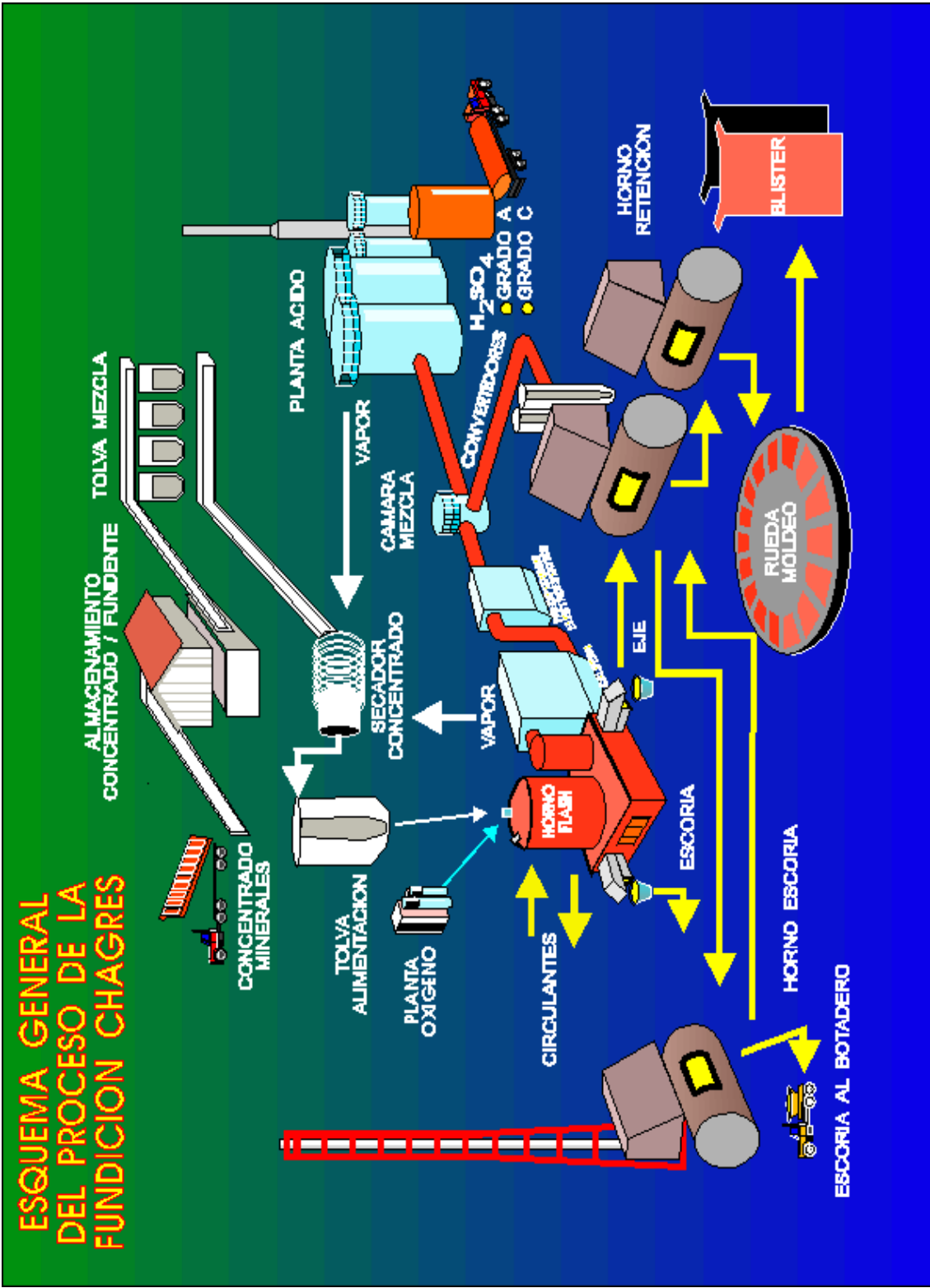
En la figura 1-3 se presenta el esquema general de la fundición Chagres.

1.6.1. Almacenamiento de Concentrado

Una vez que el concentrado supera el control de calidad pasa a ser almacenado en la “Nave”, el cual es un galpón hermético donde se guardan los concentrados de las minas y la sílice para el proceso.

1.6.2. Tolva Mezcla

En este proceso el operador se encarga de mezclar los concentrados de cobre para realizar la mejor mezcla posible, además de tener en cuenta las impurezas que trae el concentrado como el sulfuro, el cual al entrar al horno a muy alta temperatura puede dañar el producto final.



Fuente: Archivo Anglo American

Figura 1-3. Esquema general de Fundición Chagres

1.6.3. Secadores

Luego de que la mezcla este lista, ésta pasa a los secadores cuya función es la de bajar la humedad del concentrado de cobre hasta un 0.02%, para cumplir con esta tarea el

concentrado pasa a través de unos anillos que giran a alta velocidad como una centrífuga, por donde anillos pasa vapor a altas temperaturas.

1.6.4. Tolva de alimentación

Esta tolva almacena el concentrado que está listo para ser fundido, que proviene de la etapa de secado, para que el proceso de fundido sea de inmediato la tolva se encarga de expandir el concentrado en una fina capa de polvo.

1.6.5. Horno Flash

En este proceso llega el concentrado ya en forma de polvo muy fino al cual se le agrega oxígeno en altas concentraciones para que el fundido sea instantáneo, de ahí el nombre de horno flash. De aquí sale cobre fundido llamado “eje” el cual tiene una ley alta de cobre y “escoria” el cual tiene una baja ley, vapor el cual es recuperado y se utiliza para el proceso de secado y SO₂ el cual se envía a la planta de ácido para convertirlo en ácido sulfúrico.

1.6.6. Convertidores

El eje que sale del horno Flash llega a parar aquí, donde vuelve a ser tratado y se vuelve a quitar la escoria remanente. Luego de esto, pasa al horno de retención donde está a un paso de transformarse en un ánodo de cobre.

1.6.7. Rueda de Moldeo

Este es el proceso final de la planta, el cobre que ya fue tratado por los convertidores para a un horno de retención, hasta alcanzar un nivel determinado el cual le indica al operador de la zona que es posible realizar una etapa de moldeo.

Luego el cobre que está en el horno es distribuido a la cuchara de moldeo a través de una red de canaletas, luego la cuchara procede a vaciar su contenido en los moldes, una vez que éstos hayan obtenido un estado sólido, son llevados a unos estanques con agua para disminuir su temperatura, finalizado este paso son llevados por horquilla al control de calidad final en la cual unos inspectores revisan el estado del molde, en el caso de que el molde tenga alguna imperfección es rechazado y enviado a fundir otra vez, los moldes aprobados son cargados a un tren, el cual finalmente los lleva a sus respectivos compradores.

En las figura 1-4 se presenta la rueda de moldeo en funcionamiento, en la figura 1-5 se presentan los ánodos que ya pasaron la etapa final de la fundición.



Fuente: Archivo Anglo American

Figura 1-4. Ánodos de cobre en la rueda de moldeo



Fuente: Archivo Anglo American

Figura 1-5. Ánodos listos para salir de la fundición

1.7. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El área asignada en la empresa es el área de mantención en la sección de Instrumentación, la cual es transversal a todas las áreas de la fundición, es por esto que el taller de Instrumentación cuenta con especialistas del área, los cuales tienen asignada una área específica, no obstante también apoyan a las demás áreas cuando sea necesario. La modalidad de trabajo consta de periodos de 2 semanas con cada especialista para tener un registro de cada área existente en la fundición.

1.8. INSTRUMENTOS A UTILIZAR

Durante la estadía se utilizaran los siguientes instrumentos con los cuales se realizaran las tareas de mantención de la planta.

1.8.1. Multímetro “Fluke”

Multímetro de la marca “FLUKE” el cual nos permite poder medir voltajes y sensor corriente, entre varias funciones comunes de los multímetros.

En la figura 1-6 se presenta multímetro Fluke.



Fuente: <http://www.cedesa.com.mx/imagenes/productos/1/lightbox/fluke-787.jpg>

Figura 1-6. Multímetro “Fluke”

1.8.2. Medidor de Presión “DRUCK”

Medidor de presión Druck, cuenta con pantalla digital y permite la visualización de 2 mediciones al mismo tiempo, además de contar con una gama alta de medidas de presión como PSI, Bar, Kpa, mmH₂O, entre otros. También sirve para calibrar otros instrumentos porque cuenta con una salida con la que se puede generar presión.

En la figura 1-7 se presenta Medidor Druck.



Fuente: <http://www.jmtestequipmentrental.com/pictures/4342-DPI610PC.jpg>

Figura 1-7. Medidor de presión “Druck”

1.8.3. Manómetros

El manómetro sensa la presión en un determinado punto, éstos se instalan comúnmente en tuberías de gas o aire. También existen manómetros que sensan presión en negativo llamados vacuómetros.

1.8.4. Flujómetro Magnético “Rosemount”

Flujómetro de la marca “Rosemount”, mide la velocidad del fluido que pasa a través de la cañería y sensa voltaje a través de 2 electrodos que reaccionan con el volumen del fluido. Para poder acceder a alguna configuración o revisar el estado del equipo, se puede realizar mediante su teclado integrado con pantalla, o conectándose a través de un equipo de comunicación HART.

1.8.5. Termocupla Tipo K

Las termocuplas son el sensor de temperatura más usado en la industria. Ésta está compuesta de dos tipos de metales unidos en un extremo que cuando se le aplica temperatura, éste genera un voltaje del orden de los mili volts.

En la tabla 1.1 se presentan los distintos tipos de termocupla.

Tabla 1-1. Comparativa de tipos de termocupla

TC	Cable + Aleación	Cable - Aleación	°C
J	Hierro	Cobre/Nickel	(-180,750)
K	Nickel/Cromo	Nickel/Aluminio	(-180,1372)
T	Cobre	Cobre/Nickel	(-250, 400)
R	87% Platino 13% Rhodio	100%Platino	(0,1767)
S	90% Platino 10% Rhodio	100%Platino	(0,1767)
B	70% Platino 30% Rhodio	94% Platino 6% Rhodio	(0,1820)

Fuente: Elaboración Propia en base a datos del fabricante

1.8.6. Field Communicator HART

El equipo de comunicación HART, es un instrumento portable y sirve para poder comunicarse con otros instrumentos que posean este tipo de comunicación, para así poder realizar cambios en la configuración de estos equipos en terreno más rápido.

En la figura 1-8 se presenta Field Communicator HART.



Fuente: Google imágenes

Figura 1-8. Field Communicator 475 HART

CAPÍTULO 2: ESTADÍA PROFESIONAL EN FUNDICIÓN CHAGRES

2. ESTADÍA PROFESIONAL EN FUNDICIÓN CHAGRES

En este capítulo se describirá lo aprendido por el estudiante en el periodo de 3 meses en la cual realizó su estadía profesional en la fundición Chagres de Anglo American, se presentarán algunas de las tareas que el estudiante realizó, además se abarcara en detalle la instalación y posterior configuración de equipos Rosemount y las pruebas que se realizaron en este proceso, los cuales fueron implementados por el estudiante.

2.1. IDENTIFICACIÓN DEL ROL ASIGNADO POR LA EMPRESA

Durante el proceso de Pasantía en Anglo American fundición Chagres se desarrollaron múltiples trabajos del ámbito electrónico, control e instrumentación en las distintas áreas que de la fundición.

El rol asignado por la empresa, específicamente por la superintendencia del área de mantención, es ser parte del grupo de trabajo del taller a modo de técnico instrumentista de apoyo. El taller de instrumentación está conformado por un grupo de técnicos especialistas del área, un grupo de instrumentistas de turno y un coordinador general, los cuales van cumpliendo con sus pautas semanales de trabajo, así como también con emergencias que se puedan presentar.

Cuando un instrumentista sale a terreno con el fin de realizar alguna labor de mantenimiento, llevan a algún aprendiz o estudiante como modo de apoyo, para que vaya adquiriendo experiencias en terreno, para que más adelante se pueda tener mayor participación, pero siempre estando acompañado, ya que en el tema de seguridad hay normas estrictas que hay que cumplir en el trabajo.

2.1.1. Procedimiento de trabajo

Para poder realizar algún trabajo en el área de mantención se debe seguir ciertas normas de seguridad, además de contar con el EPP correspondiente para realizar cualquier trabajo. La fundición actualmente posee un estándar de seguridad para todas sus operaciones, las cuales consisten en 10 reglas de oro y también posee un método de seguridad para las tareas diarias, el cual consiste en 5 pasos a seguir antes de realizar alguna tarea. Estos 5 pasos consisten en 5 preguntas: ¿Qué tengo que hacer?, ¿Cómo lo voy a hacer?, ¿Qué necesito para hacerlo?, ¿Cómo me podría accidentar?, ¿Qué puedo

hacer para evitarlo?. Una vez que se hayan tomado en cuenta estos 5 pasos se puede proceder a realizar la pauta o tarea de mantención.

En la tabla 2-1 se presentan las Reglas de Oro.

Tabla 2-1. Reglas de Oro

Regla de oro N° 1	Vehículos Livianos
Regla de oro N° 2	Equipos Móviles de Superficie
Regla de oro N° 3	Manejo de Sustancias Peligrosas
Regla de oro N° 4	Manejo de Materiales Fundidos
Regla de oro N° 5	Protecciones de Equipos
Regla de oro N° 6	Aislamiento
Regla de oro N° 7	Trabajo en Altura
Regla de oro N° 8	Operaciones de Levante
Regla de oro N° 9	Minería Subterránea
Regla de oro N° 10	Equipos de Minería Subterránea

Fuente: Elaboración Propia en base a procedimientos

Durante la estadía en la fundición el estudiante se ha desempeñado en diversas áreas y en conjunto con los instrumentistas del área ha realizado varias tareas de manera óptima, algunas de estas tareas se detallan a continuación.

2.1.2. Habilitar quemadores de aire-gas (QAG)

Durante la estadía en el área del horno Flash una de las tareas más importante fue la habilitación de los QAG, la cual fue pedida con carácter urgente debido a que la fundición está en una marcha blanca, la cual consiste en utilizar gas para caldera en vez de petróleo como hacía hasta el momento. En esta tarea se emplearon válvulas on-off Maxxon, válvula proporcional Masoneilan, límites electro-mecánico de presión y manómetros; además, se emplearon conocimientos en el área de control para poder configurar la lógica asociada a estos instrumentos.

Los quemadores consistían en una línea de gas que contenía dos válvulas on-off en serie para efectos de seguridad, además, contaba con límites electro-mecánicos por alta y baja presión, también se instalaron manómetros en la línea para conocer la presión en

terreno, todo este sistema es controlado por una válvula proporcional la cual controla el operador remotamente.

2.1.3. Configuración de analizador de gases ABB

Se requería cambiar los rangos de un equipo analizador de gas perteneciente a la chimenea de la planta de ácido, por ley el rango del equipo debía ser modificado para que operara desde 0 – 1000 ppm, al momento de intentar cambiar el rango el equipo en terreno no lo permitía, por lo tanto se utilizó un software para poder cambiar el rango directamente en la configuración interna del equipo vía Ethernet.

2.1.4. Reemplazo de termocuplas en las “sangrías”

La sangría es el nombre que se le da un canal por el cual se extrae el eje o escoria de la caldera, consiste en una placa de cobre macizo con un tapón al medio de ésta, por el cual se extrae el cobre fundido. La termocupla se ubica dentro de esta placa y sirve para determinar la vida útil de la placa, a mayor temperatura significa que la placa tiene menor grosor debido al deterioro por la alta temperatura del cobre fundido de la caldera, a menor temperatura significa que la placa tiene un grosor que permite una operación segura.

A pesar de ser una tarea de índole menor es realizada de a dos a tres veces por semana, debido a que esta termocupla es alcanzada por el eje o escoria y esto causa que la termocupla sufra una ruptura y no pueda seguir operando.

2.2. INTRODUCCIÓN A LOS FLUJÓMETROS

En la industria una de las variables de proceso más importantes es el flujo. Es usado para cuantificar ya sea transferencia de algún producto para la venta, para determinar la razón de una reacción o una producción, entre otras cosas. En el caso de la fundición Chagres no es distinto, en ésta se encuentran medidores de flujo en casi todos los procesos.

2.2.1. Principios Generales

El flujo puede ser expresado en distintas formas, varía según la unidad deseada para expresarlo. La medición de flujo es posible tanto en líquidos, gases y sólidos, aunque esta última no suele darse en la mayoría de las industrias.

La medición de cierto flujo se puede deber a un control de proceso o a un control de inventario de cierto producto. En Chagres tenemos el ejemplo sobre el control del ácido sulfúrico cuando se cuantifica cuando se le carga a un camión de transporte y poder cobrar acorde a eso.

2.3. TIPOS DE FLUJÓMETROS

Los flujómetros pueden ser definidos en cuatro grupos, cada grupo tiene una forma de medición distinta.

2.3.1. Volumétricos

Los flujómetros volumétricos determinan el flujo ya sea de manera directa, como por ejemplo desplazamiento, o de manera indirecta por deducción, ya sea por presión u otras variables.

Normalmente en la industria se realizan mediciones de flujo con elementos que dan lugar a una presión diferencial respecto al paso de un fluido, como por ejemplo placa-orificio, tubo venturi o diafragma.

2.3.1.1. Flujómetro de desplazamiento positivo

Los flujómetros volumétricos miden el flujo rompiendo el flujo en determinados volúmenes conocidos. Un ejemplo son los de desplazamiento positivo. Es importante destacar que las mediciones de flujo obtenidas a partir del tipo desplazamiento positivo siempre son en condiciones de línea.

Los flujómetros con desplazamiento positivo son instrumentos que realizan la medición pasando un volumen exacto de fluido con cada revolución. Son instrumentos de precisión cuyos componentes móviles internos se mueven instantáneamente cuando hay movimiento de fluido y se detiene de inmediato cuando se detiene el fluido. El resultado es que se puede medir flujos intermitentes, caudales muy bajos y líquidos de casi cualquier viscosidad.

2.3.1.2. Flujómetro Placa-orificio

Los flujómetros de placa-orificio consisten en una placa perforada instalada en la tubería. Esta placa causa una presión diferencial, la cual es captada por 2 tomas ubicadas en la parte posterior y anterior de la placa.

En la figura 2-1 se muestra un flujómetro placa-orificio.



Fuente:

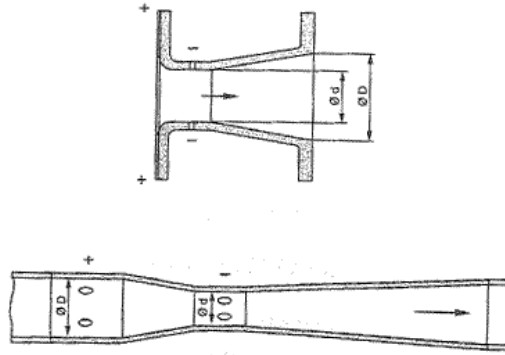
http://i00.i.aliimg.com/photo/v1/60109155202_1/standard_orifice_plate_for_flow_meter_and.jpg_220x220.jpg

Figura 2-1. Flujómetro de placa orificio genérico

2.3.1.3. Flujómetro Tubo Venturi

Los tubos venturi se emplean principalmente para medir flujos de líquidos, por ejemplo en sistemas de distribución de agua procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales. Estos equipos originan pérdidas de carga mucho menores que las placas orificio o toberas, por lo que requieren menor presión de bombeo. Sin embargo, su precisión es ligeramente inferior que los equipos que cuentan con sistema de placas orificio por las presiones diferenciales inferiores que suelen producir.

En la figura 2-2 se muestra el esquema de un tubo y tobera venturi.



Fuente: http://www.instrumentacionycontrol.net/images/stories/Curso_Medicion_Caudal/fig26.gif

Figura 2-2. Tobera venturi (arriba) tubo venturi (abajo)

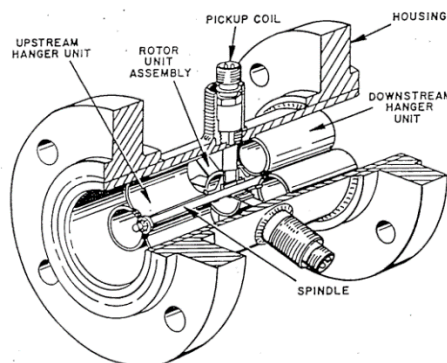
2.3.2. Velocidad

Los flujómetros de velocidad determinan el flujo midiendo la velocidad promedio y el área que atraviesa el flujo. Algunos ejemplos de estos son los flujómetros de turbina, los vortex, los magnéticos, los ultrasónicos, etc.

2.3.2.1. Flujómetro de Turbina

Un flujómetro de turbina consiste en un rotor multi-cuchilla suspendido en la corriente de fluido sobre cojinetes que giran libremente. El fluido que impacta contra las cuchillas del rotor imparte una fuerza que causa la rotación del rotor. La velocidad de rotación es directamente proporcional al paso del flujo.

En la figura 2-3 se muestra un flujómetro de turbina



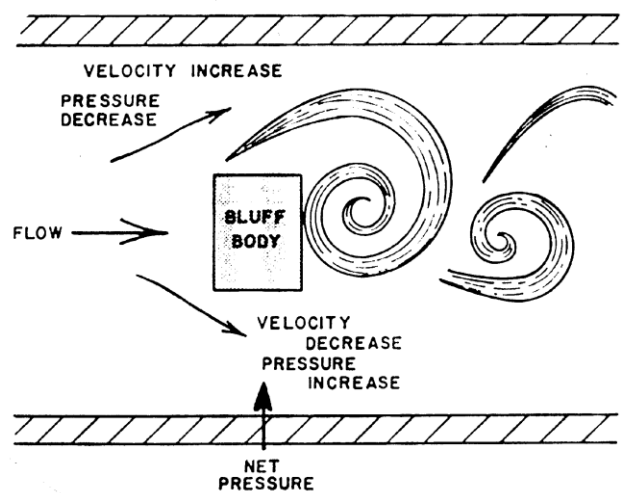
Fuente: <http://educaciones.cubaeduca.cu/medias/pdf/2454.pdf>

Figura 2-3. Flujómetro de turbina

2.3.2.2. Flujómetro Vortex

Cuando un fluido se encuentra con un cuerpo de forma no aerodinámica, el flujo no puede continuar el contorno del obstáculo. Por consiguiente, el flujo se enrolla en un vórtice o espiral bien definida, primero de un lado y luego del otro lado. La frecuencia a la cuál estos vórtices se forman es directamente proporcional a la velocidad del fluido dentro de ciertos límites.

En la figura 2-4 se muestra el principio de un flujómetro vortex



Fuente: <http://educaciones.cubaeduca.cu/medias/pdf/2454.pdf>

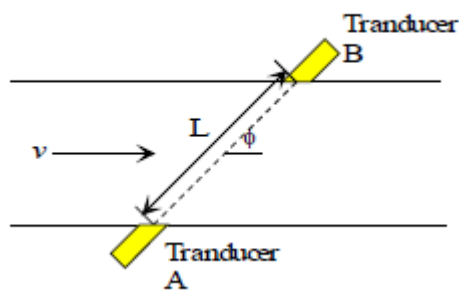
Figura 2-4. Funcionamiento de flujómetro vortex

2.3.2.3. Flujómetro Ultrasónico

Los flujómetros por ultrasonido están basados en la propagación de ondas de sonido en un fluido. Existen dos principios básicos para esta medición: Tiempo de Tránsito y Efecto Doppler.

En los flujómetros por tiempo de tránsito, la velocidad de flujo se determina por la diferencia entre la velocidad de propagación de una onda de sonido a favor y otra en contra del flujo. Los elementos emisores y receptores pueden instalarse por fuera de la tubería sostenidos por abrazaderas.

En la figura 2-5 se muestra un flujómetro ultrasónico



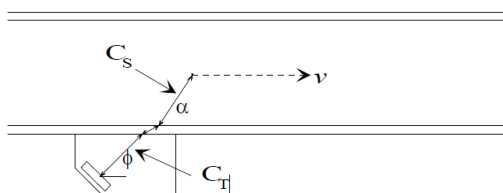
Fuente: <http://educaciones.cubaeduca.cu/medias/pdf/2454.pdf>

Figura 2-5. Principio de tiempo de tránsito

El instrumento de efecto Doppler tiene un generador de ultrasonido que emite ondas sónicas a lo largo del flujo del fluido y se mide el corrimiento de frecuencia que experimenta la señal de retorno al reflejarse con las partículas contenidas en el fluido.

La frecuencia depende de la velocidad de la partícula productora del eco, por lo que midiendo el corrimiento de frecuencia se puede determinar la velocidad del fluido y por lo tanto el caudal instantáneo.

En la figura 2-6 se muestra funcionamiento de un flujómetro por efecto Doppler.



Fuente: <http://educaciones.cubaeduca.cu/medias/pdf/2454.pdf>

Figura 2-6. Principio de efecto Doppler

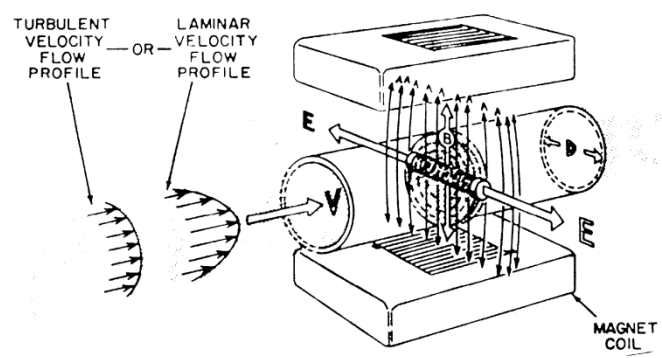
2.3.2.4. Flujómetro magnético

Este flujómetro opera bajo el principio de la ley de Faraday, el cual consiste en que cuando un conductor se mueve a través de un campo magnético constante, se genera un voltaje que es proporcional a la velocidad del conductor.

Este fenómeno se reproduce en un flujómetro electromagnético, que consta de bobinas que crean el campo magnético, un conductor que lo atraviesa, que en este caso es el fluido a medir sobre el cual se induce la diferencia de potencial y los electrodos que

miden esta diferencia de potencial. Ésta será proporcional a la velocidad del fluido, con lo que el caudal se determina sencillamente multiplicando esta velocidad por la sección de la cañería. Para que esto se cumpla se requiere que el líquido a medir tenga un mínimo de conductividad.

En la figura 2-7 se muestra el principio de un flujómetro magnético.



Fuente: Creus 6ª Edición

Figura 2-7. Principio flujómetro magnético

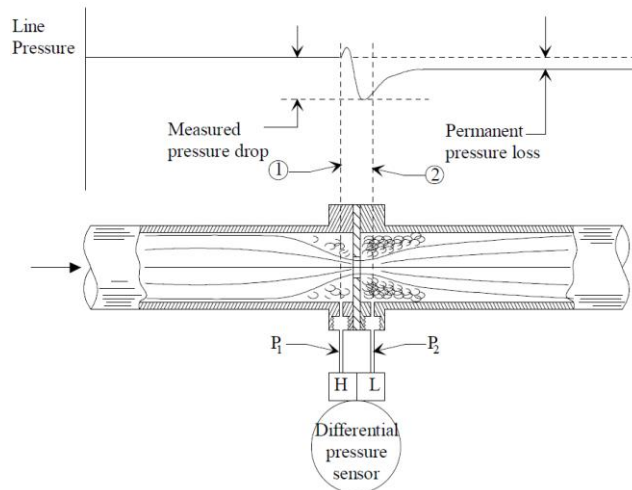
2.3.3. Medición de Flujo Inferencial

Son aquellos que obtienen la medición del flujo por medio de la medición de otras variables, las cuales son una función de la cantidad de flujo que pasa por la tubería. Las variables medidas son generalmente la presión diferencial o la velocidad.

2.3.3.1. Flujómetros de presión diferencial

Los flujómetros de presión diferencial o flujómetros del tipo de presión constituyen un gran porcentaje de los flujómetros utilizados en la industria. Éstos miden la presión diferencial causada por una restricción en el flujo. Esta presión diferencial es entonces relacionada con datos experimentales para determinar la razón de flujo a través del metro. En este principio se basan muchos flujómetros utilizados actualmente.

En la figura 2-8 se muestra un esquema de este tipo de flujómetro.



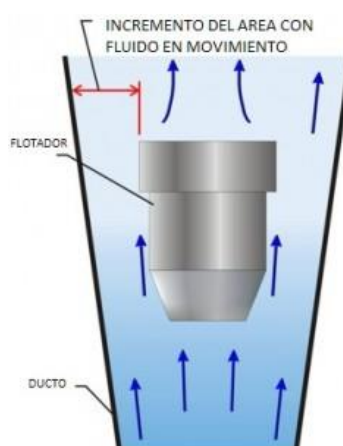
Fuente: <http://educaciones.cubaeduca.cu/medias/pdf/2454.pdf>

Figura 2-8. Funcionamiento flujómetro depresión diferencial

2.3.3.2. Flujómetros de área variable

Un incremento en el flujo resulta en una fuerza hacia arriba debido a que el fluido ha incrementado la velocidad alrededor del flotante. Esta fuerza hace que el flotante suba. Cuando el flotante sube, el área anular entre el flotante y el tubo exterior rotulado aumenta hasta que las fuerzas hacia arriba y hacia abajo estén nuevamente en equilibrio. Así, cada posición del flotante inferirá una razón de flujo a través del metro.

En la figura 2-9 se muestra el principio de operación de este flujómetro.



Fuente: <http://www.sotermic.cl/wp-content/uploads/2011/04/esquema-area-variable-235x300.jpg>

Figura 2-9. Funcionamiento flujómetro de área variable

2.3.4. Masa

Los flujómetros másicos miden la masa del producto que pasa por su interior bajo el principio físico de coriolis. Pueden medir con gran precisión la masa del cual infieren el volumen, además miden la densidad y la temperatura.

Estos flujómetros pueden medir cualquier tipo de líquido con gran precisión, en especial cuando se trata de pequeñas cantidades.

Hay dos grandes familias de medidores. Los más clásicos son de tubo curvo. Estos flujómetros pueden medir pequeñísimas cantidades como también hay opciones para altas temperaturas. La otra gran familia son los de tubo recto. Estos equipos permiten operar con menor pérdida de presión y, además, son más fáciles de limpiar.

2.3.4.1. Flujómetro de Masa Coriolis

En muchos ámbitos de la industria se necesita medir flujos másicos en vez de volumétricos. En algunos procesos de la industria alimentaria, por ejemplo, productos como las pastas, las pulpas o el yogur se suelen envasar por peso y no por volumen. El motivo de ello es que el volumen de la mayoría de líquidos puede variar notablemente por influencia de las condiciones físicas de presión, temperatura y densidad.

En la figura 2-10 se muestra un flujómetro de masa Coriolis.



Fuente: http://img.directindustry.es/images_di/photo-m2/caudalimetro-efecto-coriolis-masico-19033-2640873.jpg

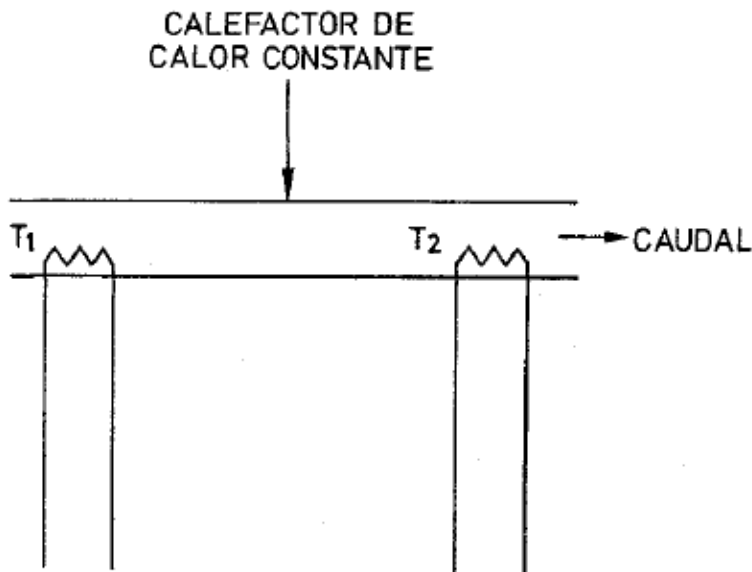
Figura 2-10. Flujómetro masa Coriolis

Cuando no hay flujo, no hay movimiento lineal en el tubo por lo tanto, no se observan fuerzas de Coriolis. Por el contrario, cuando hay flujo, el movimiento inducido por la oscilación del tubo de medición se superpone al movimiento lineal del fluido en circulación, los efectos de la fuerza de Coriolis "retuercen" los tubos de medición, y los sensores a la entrada y a la salida registran una diferencia de tiempos en este movimiento, es decir, una diferencia de fase. Cuanto mayor sea el caudal másico, mayor será la diferencia de fase.

2.3.4.2. Flujómetros de masa de transferencia de calor

Los medidores térmicos de flujo se fundamentan en la medición del efecto que se produce en un fluido cuando dentro de éste se introduce una cantidad conocida de calor. Cuando a un flujo de fluido que circula por una tubería se le introduce una cantidad conocida de calor, éste se calienta y el aumento de temperatura depende del flujo másico. Midiendo el aumento de temperatura y el flujo de calor introducido se puede obtener el flujo másico que circula por la tubería.

En la figura 2-11 se muestra una gráfica sobre este tipo de flujómetro.



Fuente: Creus 6ª Edición

Figura 2-11. Flujómetro masa transferencia de calor

2.4. FLUJÓMETROS ROSEMOUNT

El sistema de flujómetros magnéticos Rosemount de la serie 8700 mide flujo volumétrico detectando la velocidad del líquido que pasa a través del campo magnético de éste. Este sistema consiste de dos partes, primero un flujómetro magnético del modelo 8705, el modelo 8707 o el modelo 8711y segundo un transmisor de flujómetro magnético modelo 8712C/U/H.

En la figura 2-12 se muestra a la izquierda el modelo 8707 junto con un transmisor 8712, al centro se muestra el modelo 8705 y a la derecha se encuentra el modelo 8711.



Fuente: Emerson Process management

Figura 2-12. Modelo 8707 con transmisor 8712, modelo 8705 y modelo 8711

El flujómetro se instala directamente en la línea del proceso a medir, puede ir tanto de manera vertical como horizontal. Las bobinas ubicadas en los extremos del sensor crean el campo magnético necesario para efectuar la lectura. El líquido conductivo que atraviesa el campo magnético genera un voltaje, el cual es detectado por dos electrodos.

El transmisor controla las bobinas del sensor y electrónicamente acondiciona el voltaje percibido por los electrodos para así reducir el ruido que se pueda provocar en la lectura. También, el transmisor produce una salida análoga de 4 -20 mA y una frecuencia de salida proporcional al voltaje producido por el líquido en la línea.

2.4.1. Modelo 8707

Los sensores Rosemount 8707 son fabricados con acero inoxidable y soldados de forma que tengan un sello hermético que protege al sensor de humedad y otros contaminantes. El sellado del encapsulado asegura una fidelidad del sensor protegiendo todos los componentes internos y cableados de agentes externos del ambiente de la industria. Todos los sensores magnéticos Rosemount operan con un tren de pulsos DC, el cual les provee una corrección automática y continua a la medición.

Los sensores de la serie 8700 son ideales para medir cualquier líquido que contenga un mínimo de conductividad. Existe una amplia gama de materiales para construir el sensor, lo cual permite que se puedan adaptar a distintos procesos y aplicaciones en la industria, desde líquidos altamente corrosivos a líquidos con material particulado que con otros dispositivos no sería posible medir.

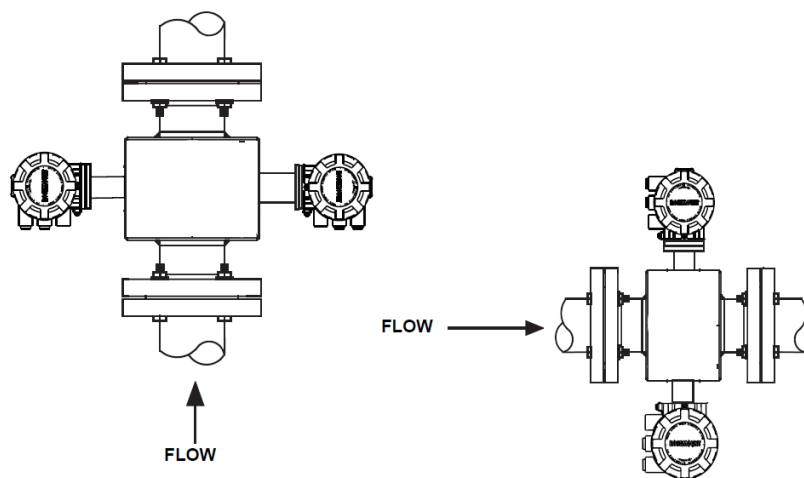
2.4.2. Instalación de sensor

Antes de instalar el sensor en la tubería, se recomienda instalar el sensor en un tramo de un mínimo de cinco diámetros de tubería recta aguas arriba y dos diámetros de tubería aguas abajo, con el fin de asegurar que el equipo trabaje correctamente bajo diversas condiciones. No obstante es posible realizar la instalación aunque no se disponga de un tramo de esa longitud para la instalación la pérdida de precisión del sensor es inferior al 0,25%.

El sensor debe ser montado acorde al sentido del flujo, esto se puede determinar en la placa de identificación que indica el sentido del sensor. Si no se realiza este procedimiento es posible que la lectura resulte errónea.

El sensor debe ser instalado en una posición en la cual se asegure que el tramo donde se instale esté lleno durante la operación. Una instalación vertical permite una lectura de flujo ideal donde la línea fluye hacia arriba y mantiene la sección completa de la línea llena, sin importar la cantidad de flujo. La instalación horizontal solo se recomienda en tuberías bajas, donde normalmente están llenas.

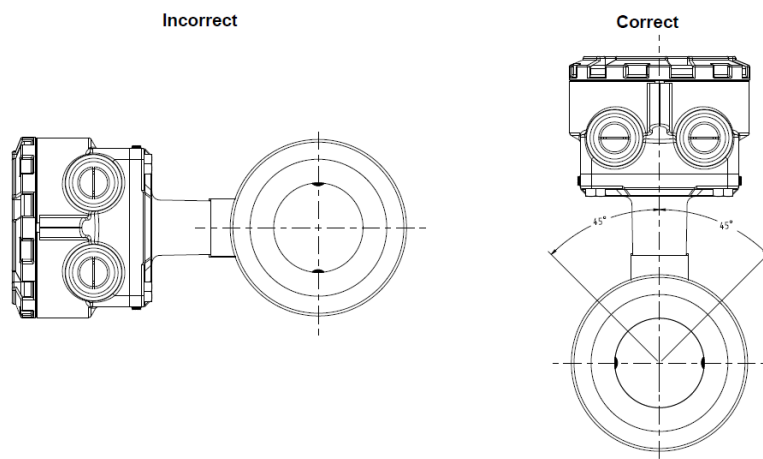
En la figura 2-13 se muestran las respectivas formas de instalación.



Fuente: Emerson Process management

Figura 2-13. A la izquierda la posición vertical, a la derecha posición horizontal

Los electrodos del sensor deben estar orientados cuando están a 45° de la vertical como se muestran figura 2-14. Si no se realiza de esta forma la lectura del sensor no será exacta.

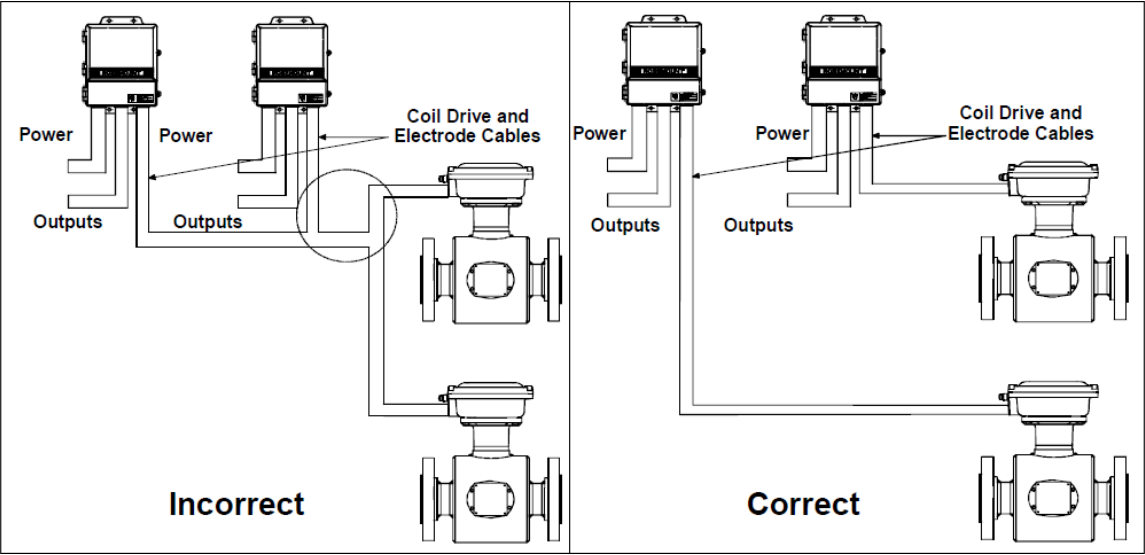


Fuente: Emerson Process management

Figura 2-14. Gráfica de posición del sensor

2.4.3. Instalación del transmisor

El transmisor modelo 8712C/U/H puede ser montado en una tubería de hasta 2 pulgadas de diámetro o puede ser montada en una superficie plana.



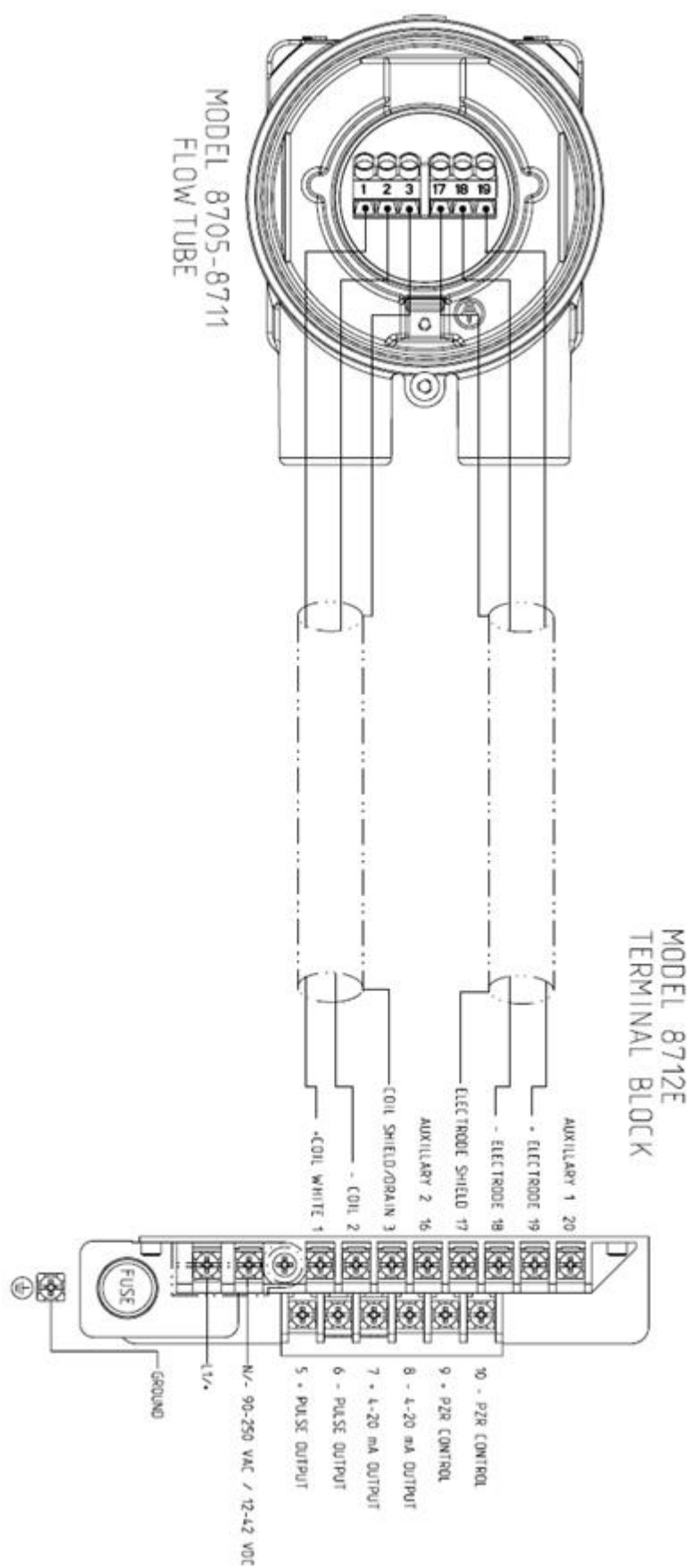
Fuente: Emerson Process management

Figura 2-15. Gráfica de cableado de equipos Rosemount

Finalmente se procede a conectar los equipos.

En la figura 2-16 se muestra esquema de conexionado de sensor modelo 8707 con transmisor modelo 8712.

En la figura 2-17 se muestra conexionado en terreno.



Fuente: Emerson Process management

Figura 2-16. Diagrama de conexión de sensor 8705



Fuente: Fotografía tomada en terreno

Figura 2-17. Conexionado en terreno

2.4.4. Configuración

La configuración de estos equipos es posible el panel incorporado en los transmisores Rosemount o a través de un comunicador de campo con protocolo HART, como es el caso del “Field Communicator 475”. HART es un estándar de comunicación muy extendido para aparatos de campo. El estándar HART extiende la señal analógica de 4 a 20 mA a la transmisión de señales digitales, moduladas, probadas en aplicaciones industriales.

En la figura 2-18 se muestra el uso de este equipo en terreno junto al trasmisor 8712.



Fuente: Fotografía tomada en terreno

Figura 2-18. Equipo HART 475 usado en terreno

2.5. PRUEBAS

Las pruebas de los flujómetros instalados en el sector oriente y poniente de la red de incendio, el pozo n°1 y la purga de la torre de Baltimore se coordinaron con el operador del área de la planta de agua correspondiente al turno A.

Para poder probar los equipos es necesario que una persona esté en terreno revisando la lectura del flujómetro mientras el operador abre las válvulas correspondientes a cada sector. Este trabajo se realiza en conjunto con un comunicador de campo HART, el cual permite trabajar directamente con el flujómetro en caso de ser necesario algún ajuste, además permite graficar y crear un registro de la lectura tomada en el momento.

En la figura 2-19 se muestra los equipos instalados en sector poniente de la red de incendios (1), sector oriente de la red de incendios (2), sector del pozo n°1(3) y sector de la purga de la torre de Baltimore (4).



Fuente: Elaboración propia, fotografías tomadas en terreno

Figura 2-19. Equipos instalados en terreno

Finalizadas las pruebas se procede a ingresar los equipos en el SCD, para poder agregar los nuevos puntos al sistema, primero se fija un Tag a cada instrumento para su posterior reconocimiento, luego se ingresa en la estación del SCD donde se carga la plantilla de planta de aguas y torre Baltimore, se agrega el flujómetro a la plantilla y se asocia a su respectiva tarjeta de control. Este procedimiento permite que se puedan realizar cambios “offline” para que en el caso de existir algún error en la configuración, no afecte al proceso. Luego, pasado el chequeo final se carga al servidor y se conecta al sistema en tiempo real, finalizado este paso el instrumento queda entregado y operativo.

Trabajar con estos flujómetros magnéticos es bastante sencillo debido a que el instrumento ya viene calibrado y rara vez se descalibra, lo que lo hace libre de mantención, solo se debe configurar acorde a lo que uno necesite como el diámetro de la cañería, la densidad del fluido que transitará la línea, unidades de medida, etc.

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN CUALITATIVA

3. EVALUACION CUALITATIVA

Este capítulo trata sobre los conocimientos entregados y aprendidos en la carrera de Técnico Universitario en Electrónica, en como ayudan al estudiante a enfrentar el mundo laboral, en como esos conocimientos sirvieron de base para los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas en la estadía profesional.

3.1. CONOCIMIENTOS OCUPADOS Y ADQUIRIDOS EN LA CARRERA

Si bien la Universidad entrega conocimientos en instrumentación y control, es posible que en el mundo laboral se encuentre con instrumentos, software y conocimientos que la Universidad no abarcó o la tecnología avanzó más rápido dejando obsoleto ese conocimiento. Esto implica que el alumno necesitará una constante actualización de conocimientos durante su vida profesional.

3.1.1. Circuitos de Corriente Continua y Corriente Alterna

En la Carrera de Técnico en Electrónica se impartieron conocimientos fundamentales como la ley de Ohm, leyes de voltaje y corriente, entre otros. Los cuales conforman la base del estudiante que le permite adentrarse en análisis de circuitos, tareas de mantención y/o diseño de circuitos.

3.1.2. Sensores y Transductores Industriales

Los conocimientos adquiridos en esta asignatura permiten tener una referencia de lo que se utiliza en la industria. En todos los procesos de la fundición realizan sus mediciones en base a un sensor. Por ejemplo, el sector de moldeo cuenta con sensores para los levantadores de ánodos, los estanques y la propia rueda de moldeo cuenta con 4 sensores solo para determinar si llega a la posición requerida.

El estudio de los distintos tipos de sensores, su funcionamiento, la descripción y sus aplicaciones fueron un gran aporte a la formación como técnico en electrónica, así mismo estos conocimientos se vieron potenciados en la industria.

3.1.3. Control de Procesos

Conocimientos como análisis de bloques fueron clave en la estadía profesional en Chagres, al momento de salir a terreno a realizar la mantención de equipos críticos. Ya que permitía reducir sistemas complejos y trabajarlos como pequeños circuitos, además tener conocimiento sobre lógica de control para cuando se necesitaba crear nuevos puntos en el SCD o modificar los existentes.

3.1.4. Control Automático

La fundición Chagres está pasando por un momento de modernización de equipos. Es por esto que el manejo de conocimientos y de software acerca de PLC fue vital para poder implementar y operar estos equipos.

3.1.5. Instrumentación Industrial

Como su nombre lo indica, los conocimientos adquiridos en esta asignatura fueron ampliamente usados. Tener una base sobre las variables existentes como el flujo, temperatura, presión, entre otros, permitió al estudiante desempeñarse con mayor facilidad en el área de trabajo.

Además, otro conocimiento importante adquirido en la asignatura fue el saber reconocer y entender las simbologías y diagramas de instrumentación P&ID. En estos planos se especifica el proceso, instrumentos, señales de control, alimentación y comunicación.

3.1.6. Tecnología de la información

El uso de recursos computacionales también fue necesario en la empresa, ya sea al momento de recopilar datos, realizar informes técnicos y/o presentaciones con las novedades del área de mantención.

3.1.7. Inglés

Es bien sabido que tener un nivel de dominio en inglés potencia el desempeño laboral, ya sea inglés básico o inglés técnico. El dominio de este idioma fue indispensable en todo momento, ya que cada nuevo instrumento trae toda su información en hojas de datos en inglés, por lo cual se requiere una interpretación correcta de sus datos y a veces realizar una traducción completa de algún manual.

3.2. CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS EN LA ESTADÍA PROFESIONAL

La carrera de Técnico en Electrónica de la Universidad Técnica Federico Santa María entrega los conocimientos necesarios para poder desempeñarse en el área laboral. No obstante, existen conocimientos específicos que se adquieren a medida que el estudiante progresa como profesional y adquiere experiencia. Es por esto que hay que adaptarse a cada lugar en el que se trabaje o forme parte para ir a la par con el resto del personal, a través de capacitaciones de la empresa o por vías de estudio personal.

3.2.1. Utilización de instrumentos

Es normal que en algunas tareas de mantención se utilicen instrumentos tales como multímetro para la medición de voltajes, corrientes, etc. pero existían casos en los que se necesitaba instrumentos más específicos para ciertos procesos, como por ejemplo calibradores de presión, de termocuplas, comunicador de protocolo HART, entre otros.

3.2.2. Prevención de Riesgos

Es necesario tener conocimientos básicos de cómo actuar frente a algún accidente y más aún sobre cómo evitarlos, durante la estadía profesional al estudiante se le capacitó sobre estos aspectos. Son conocimientos claves que debe saber cualquier profesional que trabaje en algún ambiente con riesgos. Planificación del trabajo, determinar riesgos en el área, correcta utilización de equipos, certificación de instrumentos y personal de trabajo son algunos de los pasos a seguir para disminuir las probabilidades de algún accidente laboral.

3.2.3. Calibración de equipos

Parte de las tareas realizadas en la fundición, es la calibración de instrumentos y/o equipos, ya sea mediante alguna opción mecánica, configuración en display de equipo o mediante algún puerto con uso de software.

3.3. DESTREZAS Y HABILIDADES ADQUIRIDAS

A medida que se adquiere experiencia en la zona de trabajo, se adquieren habilidades y destrezas que son necesarias para realizar algún trabajo o que permiten una optimización de algún proceso, también se refuerzan destrezas y habilidades que el estudiante posee ya sea desde su ámbito de personal como también los obtenidos en la Universidad.

3.3.1. Relaciones interpersonales y comunicación

Desde un comienzo de la estadía profesional el estudiante debe desplegar todo su potencial en cuanto a las relaciones humanas; necesarias a la hora de trabajar, gestionar y resolver, saber desenvolverse en un ambiente laboral nuevo.

El continuo aprendizaje y el querer entender los procesos de sus compañeros son factores que ayudan al estudiante a mejorar las relaciones profesionales dentro del área.

Mantener un buen ambiente laboral hace la diferencia a la hora de optimizar tiempos, recursos y material humano, lo que permite que a la hora de trabajar el trabajo sea rápido, conciso y sin problemas.

3.3.2. Adaptabilidad y autoaprendizaje

Durante la carrera universitaria, se da espacio para que el estudiante pueda comprobar lo aprendido de la teoría, tanto en forma individual como grupal lo que fomentó la adaptabilidad a las diferentes opiniones e ideas, con la posibilidad de que se llegara a un resultado erróneo. Estas situaciones permiten que se desarrollen cualidades en el estudiante como reconocer una equivocación, asumir responsabilidades, tomar cargos dentro de un grupo de trabajo, saber comunicar una idea a otros, etc.

3.3.3. Puntualidad

Conducta muy importante que debe tener el estudiante desde sus primeros aprendizajes, el cumplir con los horarios estipulados significa dotar al estudiante con carácter, orden y eficacia. En la empresa se evalúa mucho esto y en procesos de gran magnitud es un punto crítico a tener en cuenta.

Cuando se es parte de un equipo de trabajo, ya sea en la Universidad o en el trabajo se espera que se realice de manera óptima y sin puntualidad no sería posible.

3.3.4. Ser Responsable

Cumplir con una responsabilidad significa que la persona cumple con sus obligaciones o que pone cuidado y atención en lo que hace o decide.

Trabajar dentro de la fundición Chagres ya es una responsabilidad en si misma, porque el estudiante tiene la responsabilidad de cumplir con los estándares y normas de seguridad al momento de colocar un pie dentro de la faena. A esto se le suman las distintas tareas que se le asignan, como certificar que la mantención de cierto equipo se realizó en óptimas condiciones y, a su vez, registrar las falencias del proceso y corregir los errores de este.

3.3.5. Capacidad para trabajar bajo presión

Es imprescindible manejar los niveles de estrés provocados por la presión, ya que al no hacerlo afecta el rendimiento laboral con malestares, ineficiencias y malos resultados. El estudiante debe ser capaz de manejar cuerpo y mente, controlar emociones y preocupaciones, para así conseguir un mejor desarrollo personal.

Saber cómo reaccionar frente a diferentes eventos que puedan suceder en un ambiente de trabajo, no solo determina su capacidad de trabajar bajo presión sino que también demuestra que tan capaz es la persona de tener responsabilidades y gente a cargo.

3.3.6. Expresión Oral

Saber expresarse es vital al momento de entablar una relación de trabajo aun teniendo hoy en día diferentes alternativas, la comunicación oral sigue siendo la más utilizada al momento de enfrentar alguna situación como una entrevista, entrega de datos, explicar un proceso, entre otros.

Suele pasar que la información entregada de forma escrita no sea suficiente para realizar una tarea. El correcto uso de gestos y expresiones logran una mejor forma de entender los contenidos.

3.3.7. Proactividad

La empresa siempre está en búsqueda de personas que sean proactivas. La proactividad en un sujeto implica la toma de iniciativa en el desarrollo de acciones creativas y audaces para generar mejoras, estas mejoras a veces son tomadas por los empresarios. La proactividad no significa solo que la persona tome la iniciativa, sino que

pueda asumir la responsabilidad de asegurarse que las cosas sucedan; decidir en cada momento lo que se realizará a continuación y cómo es que se realizará.

3.3.8. Constancia

La capacidad de no rendirse y de poder volver a intentarlo es importante debido a que puede suceder que en la empresa o en algún otro ámbito las cosas simplemente no suceden a como están acordadas, como por ejemplo que no se cumplan plazos de entrega, mala comunicación a la hora de trabajar entre otros. Es por esto que el estudiante aprende a mantenerse centrado en un objetivo que debe cumplir, para esto debe mantener una actitud firme que no flaquee ante algún error, que tenga la capacidad de analizar que falló y que pueda volver intentarlo hasta conseguir su objetivo.

3.3.9. Orden y pulcritud

El ser ordenado conlleva a un ahorro de tiempo ya sea al momento de reconocimiento de herramientas y/o realizar una mantención. Es importante que el estudiante mantenga siempre su lugar de trabajo ordenado tanto en terreno como en el taller. De esta manera el estudiante si necesitaba alguna herramienta o alguno de sus compañeros, estaría todo al alcance.

3.3.10. Satisfacción laboral

Un gran factor en un trabajador y/o estudiante, es que al momento de iniciar su jornada posea un actitud positiva con su puesto laboral, si bien una persona puede realizar alguna tarea y completarla sin complicaciones, una persona que está feliz con su puesto de trabajo tiene la capacidad de realizar esa misma tarea, pero de manera más eficiente.

3.3.11. Predisposición

Es bien visto tener una respuesta positiva ante los superiores al momento de aceptar nuevas tareas y/o responsabilidades, ésto da una buena imagen al estudiante y permite que sea considerado en futuras tareas de la misma o mayor envergadura, asimismo mismo le abre las puertas a nuevas oportunidades como pueden ser trabajos o proyectos.

3.3.12. Capacidad para redactar

Una de las habilidades importantes es saber redactar un informe técnico y asimismo saber leer uno, ser capaz de realizar algún manual de algún instrumento. Es por esto que una buena redacción y expresión son primordiales para el buen entendimiento, considerando que se pueda requerir en un idioma que no es el nativo.

3.3.13. Capacidad para respuestas rápidas

Al momento de solucionar una falla existente en un equipo, ya sea en planta o taller, se necesita una capacidad reactiva de búsqueda de solución para agilizar la maniobra. Ésta habilidad fue aumentando a medida que transcurrió la estadía profesional, conllevando a una fácil reparación de equipos, al tener el conocimiento de errores comunes repetidos en distintos equipos, para lograr una búsqueda de solución de manera mucho más rápida y precisa.

3.4. **HERRAMIENTAS QUE DEBIERA ENTREGAR LA CARRERA PARA MEJORAR LA ENTRADA AL TRABAJO DE EQUIPO**

Durante la estadía profesional en el taller de instrumentación, se interactúa con personal de la empresa de distintos cargos, abarcando desde el gerente general hasta un aprendiz de algún área. El formar parte del área de mantención, implica que la mayoría de la veces se debe realizar trabajos en conjunto con otras áreas, para de esta forma agilizar, realizar mantenciones de equipos o compartir opiniones sobre fallas poco comunes presentes en algún equipo o instrumento a la hora de la reparación, también hay ciertos equipos en los cuales no se puede trabajar por cuenta propia debido a que están insertos en algún proceso de otra área.

Si bien el trabajo de equipo y comunicación dentro del área propia no produce problemas a la hora de realizar algún trabajo, si ocurren cuando se interactúa con alguien externo al área, ya que al momento de explicar y/o coordinar el trabajo, no se suele manejar el mismo nivel de conocimientos y ésto dificulta la agilidad de los trabajos, es por ésto que se deben optar por otros modos de comportamiento y formas de expresar las ideas.

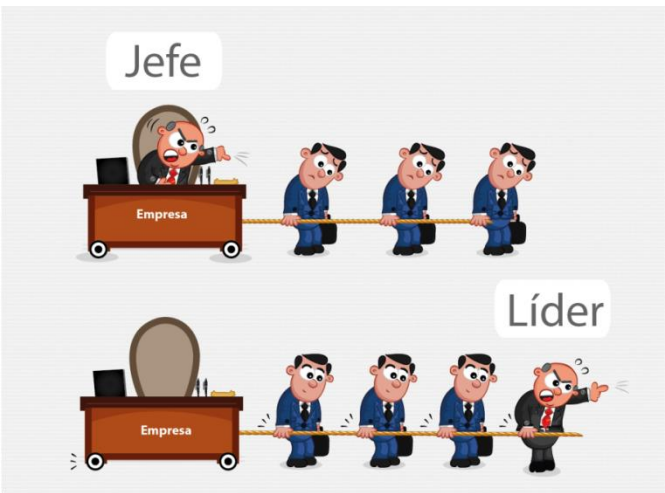
Teniendo en cuenta que la Carrera cuenta con la asignatura de Cultura y Comunicación, ésta no apunta a interactuar con otros pares o en fortalecer rasgos que al estudiante le permitan estar mejor preparado para las situaciones que se puedan dar en la

estadía profesional, para lograr mejorar la integración y la adaptación de los alumnos a un equipo de trabajo, la Carrera debería considerar algunos aspectos que se mencionarán a continuación.

3.4.1. Liderazgo

El liderazgo es el conjunto de habilidades gerenciales o directivas que un individuo tiene para influir en la forma de ser de las personas o en un grupo de personas determinado, haciendo que este equipo trabaje con entusiasmo, en el logro de metas y objetivos.

Un individuo que desarrolle la capacidad de liderar a un grupo, puede llegar a ser una figura preponderante dentro de un equipo de trabajo, con la capacidad de tomar la iniciativa, gestionar, convocar, promover, incentivar, motivar y evaluar a un grupo o equipo y/o motivar al resto a sacar adelante las tareas que les han sido encomendadas al grupo. En la figura 3-1 se aprecia la representación de una persona con liderazgo.



Fuente: <https://emprendiendomexico.files.wordpress.com/2013/07/jefe-lc3adder.png>

Figura 3-1. Representación de liderazgo

Por las razones expuestas en este punto, se considera necesario que la Carrera pueda formar profesionales con gran capacidad de liderazgo, para lo cual se propone que sea tratado como parte del contenido obligatorio de alguna asignatura del tronco común de la malla curricular de manera teórica y que también puedan ser realizada con ejercicios didácticos, donde el estudiante pueda emplear liderazgo con sus compañeros.

3.4.2. Actividades de desarrollo personal y psicológico

Muchas veces las personas pueden encontrarse en situaciones donde la personalidad puede ser un factor positivo o negativo. Una persona psicológica y emocionalmente fuerte está mejor preparada para asumir roles y responsabilidades, que muchas veces implican situaciones de mucha dificultad. Existen personas que por el hecho de no tener personalidad o de no sentirse seguros, no opinan ni exponen sus puntos de vista por miedo a equivocarse o ser objeto de burla, pudiendo en ocasiones dar solución a algún problema planteado.

Para evitar este tipo de situaciones, la Universidad debiera realizar talleres o actividades de desarrollo personal y psicológico para crecer como persona y poder enfrentar todo tipo de situaciones en las que los estudiantes se ven envueltos en la vida laboral y cotidiana, de esta forma podrán perder ese miedo e inseguridad y serán capaces de involucrarse en equipos de trabajos y poder resolver problemas.

Se recomienda buscar situaciones que hayan sucedido en alguna empresa y replicarlas con los estudiantes y que junto a un docente puedan analizar todas circunstancias que se dan dentro de la situación y que los estudiantes tengan la posibilidad de analizar cada punto presentado, reflexionando sobre como actuarían ellos frente a esa situación y de ser posible que puedan dar con una solución mejor a la planteada

3.4.3. Capacidad de realizar una crítica constructiva

Ser capaz de realizar una crítica de manera constructiva no es algo que cualquiera domine, se necesita reconocer que al momento de emitir o recibir una crítica es una forma de mejorar una situación angustiosa por lo tanto, se obtienen resultados positivos de ella. También se debe considerar un lugar oportuno, resguardando la discreción y a su vez contar con el tiempo necesario para hacerlo.

Además, se deben manejar bien las emociones y no perder el objetivo de la crítica, ya que ésta es para mejorar algún aspecto, no para minimizar a la persona que se le realiza la crítica, de lo contrario puede generar situaciones negativas donde pueden surgir emociones tales como el enojo, frustración, etc.

En síntesis, si bien es cierto que los aspectos nombrados anteriormente son conceptos que sabemos que existen en la vida cotidiana, están relacionados con el trabajo laboral, en la relación con los jefes y subalternos, en la relación con distintos profesionales. Es por esto que se debe considerar que tener presente estos conceptos puede ser fundamental en nuestra carrera profesional, especialmente si nos toca liderar equipos de trabajo o alguna tarea en específico.

Sin embargo, para lograr un desempeño laboral excelente no basta con poseer y dominar una o dos rasgos dentro de los muchos que existen para desempeñarse mejor en la empresa, sino que es necesario dominar una combinación de sub-aptitudes de cada rasgo, saber potenciar los puntos fuertes y reforzar los puntos débiles.

3.4.4. Nuevas Tecnologías

Ya que las empresas mejoran sus equipos con las nuevas tecnologías que dispone actualmente el mercado, es importante que el estudiante tenga conocimientos de estas tecnologías y de ser posible poder manipularlas y/o operarlas. Esto sucede tanto en el ámbito de instrumentación como en el área de electrónica, por esto la Carrera debe considerar integrar estas nuevas tecnologías a la Carrera en sus respectivas asignaturas, si bien la carrera puede abarcar algunas de estos equipos de manera teórica, el estudiante no tiene la posibilidad de aplicar estos conocimientos de forma práctica porque la Carrera no dispone de estos equipos tales como sensores de presión, sensores de humedad, entre otros.

También existe la falta de implementación en los nuevos tipos de comunicación como el protocolo Fieldbus, comunicación Hart, etc. ya que estos son ampliamente usados en las empresas y en la Carrera solo se entregan estos conocimientos de forma teórica y no de forma práctica.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante el transcurso de la estadía profesional en la fundición Chagres de Anglo American, se presentan diversos desafíos, que para ser sobrellevados se requiere de conocimientos teóricos y prácticos, conocimientos y capacidades que en parte han sido adquiridos en el periodo de estudio en la Universidad Técnica Federico Santa María, como también por algún medio personal del estudiante. Gracias a la estadía profesional en la fundición, se puede comprobar que el nivel de enseñanza entregado por parte de la Carrera es de un excelente nivel, esto es comentado por las personas con las cuales se ha compartido durante la estadía profesional.

Durante la realización de las labores asignadas por los instrumentistas del área, se reforzaron conocimientos ya aprendidos en la Universidad y también se dieron a conocer los conocimientos en los que el estudiante se encontraba débil, en algunos aspectos específicos, como lo son conocimiento y manipulación de sensores y detectores de gases, calibración y mantenimiento de equipos e instrumentos de campo, aspectos de seguridad y prevención de riesgos. Esto con la intención que el estudiante se diera cuenta de estas falencias y lograra aprenderlas en su estadía. Además, se plantea la posibilidad de que estos temas puedan ser abarcados por la Universidad, más que en parte teórica se sugiere que la mejora sea más en el ámbito práctico, ya sea modernizando equipos, enseñando las nuevas tecnologías que se ocupan en la industria actualmente, etc.

Ya llegado los últimos días de la estadía en la fundición se realiza una retrospectiva de la experiencia trabajando como instrumentista, se comprueba que se mejoró y perfeccionó en variados aspectos, principalmente en lo que respecta a destrezas, conocimientos específicos del proceso del cobre, desarrollo personal, principalmente relacionado a la electrónica. Sin lugar a dudas, el ambiente laboral que se encuentra en la fundición Chagres es de lo mejor, y esto se pudo comprobar a través de las actitudes y el trato de los más antiguos a los más nuevos, incluyendo en este caso al pasante, quien fue acogido de muy buena forma y no solo dentro del taller de mantención sino que existe una buena relación entre las diversas áreas.

BIBLIOGRAFÍA

Anglo American Chile. Operaciones - Anglo American Chile [en línea]. <
http://chile.angloamerican.com/?sc_lang=es-ES > [consulta: 15 de enero de 2015]

Arian - Control & Instrumentación. [en línea]. <www.arian.cl/downloads/nt-002.pdf>
[consulta: 10 de febrero de 2015]

Emerson Process Management. Automation, Control and Optimization Technology and
services [en línea] < <http://www2.emersonprocess.com/es-AR/Pages/Home.aspx> >
[consulta :12 de febrero de 2015]